



## Termodynamika

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> Mechanika i Budowa Maszyn	<b>Cykl dydaktyczny</b> 2023/2024	
<b>Specjalność</b> -	<b>Kod przedmiotu</b> RMBMS.li4.00725.23	
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki	<b>Języki wykładowe</b> polski	
<b>Poziom kształcenia</b> Studia inżynierskie I stopnia	<b>Obligatoryjność</b> Obowiązkowy	
<b>Forma studiów</b> Stacjonarne	<b>Blok zajęciowy</b> Przedmioty ogólne	
<b>Profil studiów</b> Ogólnoakademicki	<b>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi</b> Tak	
<b>Koordynator przedmiotu</b>	Jerzy Wojciechowski	
<b>Prowadzący zajęcia</b>	Jerzy Wojciechowski, Paweł Pytko, Paweł Madejski, Krzysztof Szczotka, Piotr Michałak, Michał Karch, Jakub Szymiczek, Tomasz Kuś	
<b>Okres</b> Semestr 3	<b>Forma zaliczenia</b> Egzamin	<b>Liczba punktów ECTS</b> 6
	<b>Forma prowadzenia i godziny zajęć</b> Wykład: 28 Ćwiczenia audytoryjne: 26 Ćwiczenia laboratoryjne: 14	

#### Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
<b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>			

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
W1	Zna podstawowe metody i techniki stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań z termodynamiki technicznej	MBM1A_W01, MBM1A_W02, MBM1A_W07, MBM1A_W08	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Egzamin
W2	Ma elementarną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z inżynierią mechaniczną i materiałową	MBM1A_W01, MBM1A_W02, MBM1A_W07, MBM1A_W08	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium, Egzamin, Zaliczenie laboratorium
<b>Umiejętności - Student potrafi:</b>			
U1	Potrafi zidentyfikować podstawowe stany i parametry oraz stworzyć model matematyczny układu termodynamicznego	MBM1A_U01, MBM1A_U16	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium
U2	Potrafi stosować termodynamikę do opisu zjawisk fizycznych i modelowania matematycznego wymiany ciepła, masy oraz spalania w procesach technologicznych	MBM1A_U01, MBM1A_U16	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium
U3	Potrafi dokonać wyboru przyrządów i metod pomiarowych w celu przeprowadzenia pomiarów parametrów układu termodynamicznego	MBM1A_U01, MBM1A_U16	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium
U4	Potrafi przeprowadzić pomiary podstawowych parametrów układu termodynamicznego, opracować oraz wyciągnąć wnioski z uzyskanych rezultatów	MBM1A_U01, MBM1A_U02, MBM1A_U16	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium
<b>Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:</b>			
K1	Student rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	MBM1A_K01, MBM1A_K02, MBM1A_K03	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium
K2	Student ma świadomość wpływu procesów termodynamicznych na środowisko społeczne i naturalne	MBM1A_K01, MBM1A_K02	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
K3	Student rozumie potrzebę działalności twórczej i innowacyjnej oraz konieczność harmonijnej pracy w zespole	MBM1A_K01, MBM1A_K03	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Student poznaje zasady termodynamiki. Opis czynnika termodynamicznego za pomocą równania stanu, przemiany gazu doskonałego. Poznaje metody pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych.

## Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	28
Ćwiczenia audytoryjne	26
Ćwiczenia laboratoryjne	14
Przygotowanie do zajęć	38
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	57
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 175
<b>Liczba godzin kontaktowych</b>	<b>Liczba godzin</b> 68

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	<p>1. Układ termodynamiczny: intensywne i ekstensywne parametry stanu, zerowa zasada termodynamiki. Jednostki podstawowych wielkości termodynamicznych, przeliczanie jednostek. - 2 h</p> <p>2. Równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego, równania stanu gazu rzeczywistego - 4 h</p> <p>3 Ciepło właściwe: ciepło właściwe gazów doskonałych, zależność ciepła właściwego od temperatury i średnie ciepło właściwe - 2 h</p> <p>4. I Zasada Termodynamiki: zasada zachowania energii, ciepło, praca, energia wewnętrzna, entalpia, I ZT dla układu zamkniętego i otwartego, energia wewnętrzna i entalpia jako funkcje stanu - 4 h</p> <p>5. Roztwory gazowe (mieszanki): roztwory gazów doskonałych, kaloryczne parametry stanu roztworu gazów doskonałych i półdoskonałych - 2 h</p> <p>6. Przemiany termodynamiczne; charakterystyczne przemiany gazów doskonałych i półdoskonałych, przemiany odwracalne i nieodwracalne - 4 h</p> <p>7. Obiegi termodynamiczne i II Zasada Termodynamiki: sprawność energetyczna, odwracalny obieg Carnota. - 2 h</p> <p>8. Porównawcze obiegi termodynamiczne, obiegi prawo- i lewobieżne, efektywność energetyczne obiegów - 4 h</p> <p>9. Para nasycona i przegrzana: przemiany pary wodnej, równanie Clapeyrona - Clausiusa, wykresy T-s oraz i-s dla pary wodnej - 2 h</p>	W1, W2, U1, U2, K1, K2, K3	Ćwiczenia audytoryjne

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
2.	<p>1. Układ termodynamiczny i parametry stanu: intensywne i ekstensywne parametry stanu, Zerowa Zasada Termodynamiki, pojęcia ciepła i pracy oraz ich związek z energią, podstawy bilansowania - 2 h</p> <p>2. Czynniki termodynamiczne i równanie stanu: gaz doskonały, równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Termodynamiczne stopnie swobody. Równania stanu gazu rzeczywistego - 2 h</p> <p>3. Ciepło właściwe: ciepło właściwe gazów doskonałych, pojemność cieplna, zależność ciepła właściwego od temperatury i średnie ciepło właściwe - 2 h</p> <p>4. I Zasada Termodynamiki: zasada zachowania energii, energia wewnętrzna, entalpia. 2 h</p> <p>5. I ZT dla układu zamkniętego i otwartego, energia wewnętrzna i entalpia jako funkcje stanu - 2 h</p> <p>6. Roztwory gazowe (mieszanki): roztwory gazów doskonałych, kaloryczne parametry stanu roztworu gazów doskonałych i półdoskonałych - 2 h</p> <p>7. Przemiany termodynamiczne; charakterystyczne przemiany gazów doskonałych i półdoskonałych, przemiany odwracalne i nieodwracalne - 2 h</p> <p>8. II Zasada Termodynamiki: entropia, zasada wzrostu entropii. Odwracalny obieg Carnota, termodynamiczna skala temperatur - 2 h</p> <p>9. Obiegi termodynamiczne: pojęcie obiegu, rodzaje obiegów, sprawność energetyczna obiegu, obiegi prawobieżne - 2 h</p> <p>10. Lewobieżne obiegi termodynamiczne. Współczynnik efektywności energetycznej obiegu lewobieżnego, chłodziarki, pompy ciepła - 2 h</p> <p>11. Gazy wilgotne: charakterystyki gazu wilgotnego, wykres i-X (Molliera) i przemiany powietrza wilgotnego - 2 h</p> <p>12. Równowaga fazowa. Przejścia fazowe; parowanie i skraplanie; stan krytyczny; topnienie i krystalizacja, punkt potrójny; wykres stanu - 2 h</p> <p>13. Para nasycona i przegrzana: przemiany pary wodnej. - 2 h</p> <p>14. Równanie Clapeyrona – Clausiusa dla pary wodnej, wykresy T-s oraz i-s dla pary wodnej. - 2 h</p>	W1, W2, K1, K2	Wykład
3.	<p>1. Wprowadzenie. Instrukcja bhp. Układ SI - 2 h</p> <p>2. Pomiar ciśnienia. Rodzaje ciśnienia: ciśnienie względne, bezwzględne, statyczne, dynamiczne. Przyrządy i metody pomiaru ciśnienia - 2 h</p> <p>3. Pomiar temperatury. Przyrządy i metody pomiaru temperatury. - 2 h</p> <p>4. Bilansowanie układów termodynamicznych według pierwszej zasady termodynamiki - 2 h</p> <p>5. Analiza podstawowych przemian termodynamicznych- 2 h</p> <p>6. Przemiany powietrza wilgotnego - 2 h</p> <p>7. Obieg lewobieżny - pompa ciepła- 2 h</p>	U1, U3, U4, K1, K2, K3	Ćwiczenia laboratoryjne

## Informacje rozszerzone

### Metody i techniki kształcenia :

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

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Kolokwium, Egzamin	Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie (pozytywna ocena) z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych. Egzamin składa się z części teoretycznej i zadaniowej. Zadania i pytanie teoretyczne są punktowane. Na każdą część przypada po 50% możliwych punktów. Ocena pozytywna z egzaminu jest przy sumarycznej ilości punktów równej 50%. Egzamin może mieć formę pisemną lub ustną. Stwierdzenie niesamodzielności pracy lub korzystanie z niedozwolonych materiałów na egzaminie (ściągi, rozmowy, korzystanie z smartwatcha, itp.) skutkuje oceną niedostateczną, utratą terminów poprawkowych i brakiem zaliczenia z przedmiotu.
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium, Egzamin	Ćwiczenia audytoryjne zaliczone są na podstawie kolokwium. Minimum trzy kolokwia, wszystkie kolokwia muszą być zaliczone na ocenę pozytywną. Wysokość zaliczenia jest średnią z ocen z 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 dwóch terminów poprawkowych w celu uzyskania zaliczenia. Odpisywanie na kolokwium – ściągą, rozmowy, korzystanie z smartwatcha itp. – skutkuje oceną 2,0 z zajęć i niezaliczeniem ćwiczeń audytoryjnych. Dopuszczalne są trzy nieobecności na zajęciach (całkowita liczba nieobecności – usprawiedliwionych + nieusprawiedliwionych). Usprawiedliwienie nieobecności musi nastąpić w ciągu 7 dni od chwili ustąpienia przyczyny nieobecności. Nieobecność na kolokwium powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po kolokwium. Przy braku usprawiedliwienia, nieobecność jest traktowana jak celowy unik i zaliczenie kolokwium odbywa się tak jak przy ocenie niedostatecznej. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są oceny niedostateczne (2,0).
Ćwiczenia laboratoryjne	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie, Zaliczenie laboratorium	Ćwiczenia laboratoryjne są 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 być „odrobione”, sposób odrabiania, usprawiedliwionych, nieobecności określa prowadzący dane ćwiczenie. Nieobecność powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po jej wystąpieniu. W czasie semestru sposób poprawy niezaliczonych ćwiczeń i liczbę podejść ustala prowadzący ćwiczenie. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze. Student ma prawo do dwóch terminów poprawkowych. Uzyskanie zaliczenia w terminie poprawkowym powinno być nie później, jak do końca podstawowej części sesji egzaminacyjnej. Niesamodzielne wykonanie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, odpisywanie na kolokwium lub przy zaliczaniu – ściągą, rozmowy, korzystanie ze smatwatcha itp. – skutkuje oceną 2,0 z zajęć i niezaliczeniem ćwiczeń laboratoryjnych. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są oceny niedostateczne (2,0).

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

Ćwiczenia audytoryjne zaliczone na podstawie kolokwium. Minimum trzy kolokwia, wszystkie kolokwia muszą być zaliczone na ocenę pozytywną. Wysokość zaliczenia jest średnią z ocen z 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 dwóch terminów poprawkowych w celu uzyskania zaliczenia. Uzyskanie zaliczenia w terminie poprawkowym powinno być nie później, jak do końca podstawowej części sesji egzaminacyjnej. Odpisywanie na kolokwium – ściąganie, rozmowy, korzystanie ze smartwatcha, itp. – skutkuje oceną 2,0 z zajęć i niezaliczeniem ćwiczeń audytoryjnych. Dopuszczalne są trzy nieobecności na zajęciach (całkowita liczba nieobecności – usprawiedliwionych + nieusprawiedliwionych). Usprawiedliwienie nieobecności musi nastąpić w ciągu 7 dni od chwili ustąpienia przyczyny nieobecności. Nieobecność na kolokwium powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po kolokwium. Przy braku usprawiedliwienia, nieobecność jest traktowana jak celowy unik i zaliczenie kolokwium odbywa się tak jak przy ocenie niedostatecznej. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są 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 być „odrobione”, sposób odrabiania, usprawiedliwionych, nieobecności określa prowadzący dane ćwiczenie. Nieobecność powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po jej wystąpieniu. W czasie semestru sposób poprawy niezaliczonych ćwiczeń i liczbę podejść ustala prowadzący ćwiczenie. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze. Student ma prawo do jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia; jedno niezaliczone ćwiczenie laboratoryjne do poprawy. Niesamodzielne wykonanie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, odpisywanie na kolokwium lub przy zaliczaniu – ściąganie, rozmowy, korzystanie ze smartwatcha, itp. – skutkuje oceną 2,0 z zajęć i niezaliczeniem ćwiczeń laboratoryjnych. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są oceny niedostateczne (2,0). Obecność na wszystkich zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowa.

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie (pozytywna ocena) z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa = 0,80 oceny z egzaminu + 0,10 oceny z ćwiczeń laboratoryjnych + 0,10 oceny z ćwiczeń audytoryjnych  
Przy wyznaczaniu oceny końcowej brane są pod uwagę oceny niedostateczne (2,0) z wszystkich, niezdanym terminów egzaminów.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach**

Ćwiczenia audytoryjne: dopuszczalne są trzy nieobecności na zajęciach (całkowita liczba nieobecności – usprawiedliwionych + nieusprawiedliwionych). Nieobecność na kolokwium powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po kolokwium. Przy braku usprawiedliwienia, nieobecność jest traktowana jak celowy unik i zaliczenie kolokwium odbywa się tak jak przy ocenie niedostatecznej.

Ćwiczenia laboratoryjne: obecność na wszystkich zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowa. Usprawiedliwioną nieobecność na zajęciach należy odrobić, za zgodą prowadzącego ćwiczenie, z inną grupą, przy braku takiej możliwości ćwiczenie należy odrobić w dodatkowym terminie lub na zasadach uzgodnionych z prowadzącym ćwiczenie. Odrabianie zajęć musi zakończyć się przed końcem zajęć w semestrze.

## **Wymagania wstępne i dodatkowe**

zaliczony 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. Dopuszczalne są trzy nieobecności na zajęciach. 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. Ćwiczenia laboratoryjne rozpoczynają się od kolokwium sprawdzającego stopień przygotowania studentów do zajęć laboratoryjnych. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych. Obecność na wszystkich zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowa.

## Literatura

### Obowiązkowa

1. Michałowski S., Wańkiewicz K., Termodynamika procesowa. WNT, Warszawa 1993.
2. Szewczyk W., Wojciechowski J.: Wykłady z Termodynamiki z przykładami zadań. Część I - procesy termodynamiczne. Skrypt AGH, Kraków 2007.
3. Wiśniewski S. Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 2005.
4. Szargut J.: Termodynamika. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2016.
5. Banaszek J., Bzowski J., Domański R., Sado J.: Termodynamika. Przykłady i zadania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998
6. Szargut J., Guzik A., Górniak H.: Zadania z termodynamiki technicznej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
7. Domański R., Jaworski M., Rebow M., Kołtyś J.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki w ujęciu komputerowym. PWN, Warszawa 2000.
8. Sobociński R., Nagórski Z., Kośmicki T.: Zbiór zadań termodynamiki technicznej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996.
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. Warowny W.: Termodynamika układów gazowych. Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.

### Dodatkowa

1. Luscombe J. H.: Thermodynamics. CRS Press, London 2018
2. Cengel Y.A., Boles M.A.: Thermodynamics an Engineering Approach. McGraw-Hill, 2023

## Badania i publikacje

### Publikacje

1. Szewczyk W., Wojciechowski J.: Wykłady z Termodynamiki z przykładami zadań. Część I - procesy termodynamiczne. Skrypt AGH, Kraków 2007.
2. Wojciechowski J: Turbiny gazowe . Rozdział w Instalacje i sieci gazowe dla praktyków, praca pod redakcją M. Łaciaka, Wydawnictwo VERLAG DASHOFER Warszawa 2010.
3. Wojciechowski J., Szewczyk W. : Arkusz do obliczeń temperatury spalania w programie MATHCAD. Archiwum Spalania, Kwartalnik, Polski Instytut Spalania. Warszawa 2007 s. 87- 105.
4. Wojciechowski J., Bergander M., Butrymowicz D., Karwacki J.: :Application of two-phase ejector as second stage compressor in refrigeration cycles. ExHFT-7 : 7th World Conference on Experimental Heat Transfer, Fluid Mechanics, and Thermodynamics : 28 June - 03 July 2009, Krakow, Poland. AGH University of Science and Technology Press.
5. Wojciechowski J.: Energetyka cieplna. Rozdział 10 Aparatura kontrolno-pomiarowa s.367-441. TARBONUS, Kraków-Tarnobrzeg, 2008.
6. Wojciechowski J., Kalukiewicz A., Szymiczek J. i inni: Obliczenia skraplacza pompy ciepła - studium przypadku sprężarkowej pompy ciepła 5 MWt. Rynek Energii, nr 6 2023, s. 49-58.
7. Dzindziora A., Wojciechowski J., Dzienniak D i inni: A study of the relationship between the dynamic viscosity and thermodynamic properties of palm oil, hydrogenated palm oil, paraffin, and their mixtures enhanced with copper and iron fines. Materials (Czasopismo elektroniczne), vol. 17 iss. 7 art. no. 1538, 2024, s. 1-20.

## Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
MBM1A_K01	rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych
MBM1A_K02	ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje
MBM1A_K03	ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej
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_U16	potrafi stosować termodynamikę do opisu zjawisk fizycznych i modelowania matematycznego wymiany ciepła i masy oraz spalania w procesach technologicznych
MBM1A_W01	ma wiedzę w zakresie matematyki konieczną do formułowania i rozwiązywania zadań związanych z inżynierią mechaniczną i inżynierią wytwarzania
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
MBM1A_W08	ma elementarną wiedzę w zakresie zarządzania przemysłowego jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z inżynierią mechaniczną i inżynierią wytwarzania