

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Termodynamika				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RAIR-1-411-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Automatyka i Robotyka	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	4
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Wojciechowski Jerzy (jwojcie@agh.edu.pl)				

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.

Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna podstawowe metody i techniki stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań z termodynamiki technicznej	AIR1A_W06, AIR1A_W01, AIR1A_W05, AIR1A_W03, AIR1A_W02	Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
M_W002	Ma elementarną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z inżynierią mechaniczną i materiałową	AIR1A_W06, AIR1A_W01, AIR1A_W05, AIR1A_W03, AIR1A_W02	Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Potrafi zidentyfikować podstawowe stany i parametry oraz stworzyć model matematyczny układu termodynamicznego	AIR1A_U06, AIR1A_U01, AIR1A_U02	Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna, Aktywność na zajęciach, Kolokwium
M_U002	Potrafi stosować termodynamikę do opisu zjawisk fizycznych i modelowania matematycznego wymiany ciepła, masy oraz spalania w procesach technologicznych	AIR1A_U06, AIR1A_U01, AIR1A_U02	Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna, Aktywność na zajęciach, Kolokwium
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	AIR1A_K03, AIR1A_K01	Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
M_K002	Student ma świadomość wpływu procesów termodynamicznych na środowisko społeczne i naturalne	AIR1A_K03, AIR1A_K01	Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna, Kolokwium, Aktywność na zajęciach
M_K003	Student rozumie potrzebę działalności twórczej i innowacyjnej oraz konieczność harmonijnej pracy w zespole	AIR1A_K03, AIR1A_K02, AIR1A_K01	Wynik testu zaliczeniowego, Kolokwium, Aktywność na zajęciach

Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
40	26	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna podstawowe metody i techniki stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań z termodynamiki technicznej	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Ma elementarną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z inżynierią mechaniczną i materiałową	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Potrafi zidentyfikować podstawowe stany i parametry oraz stworzyć model matematyczny układu termodynamicznego	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi stosować termodynamikę do opisu zjawisk fizycznych i modelowania matematycznego wymiany ciepła, masy oraz spalania w procesach technologicznych	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student ma świadomość wpływu procesów termodynamicznych na środowisko społeczne i naturalne	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K003	Student rozumie potrzebę działalności twórczej i innowacyjnej oraz konieczność harmonijnej pracy w zespole	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	40 godz
Przygotowanie do zajęć	15 godz
przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	87 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

Pozostałe informacje

Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

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
2. Czynniki termodynamiczne i równanie stanu: gaz doskonały, równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Termodynamiczne stopnie swobody. Równania stanu gazu rzeczywistego – 2 h
3. Ciepło właściwe: ciepło właściwe gazów doskonałych, pojemność cieplna, zależność ciepła właściwego od temperatury i średnie ciepło właściwe – 2 h
4. I Zasada Termodynamiki: zasada zachowania energii, energia wewnętrzna, entalpia. 2 h
5. I ZT dla układu zamkniętego i otwartego, energia wewnętrzna i entalpia jako funkcje stanu – 2 h
6. Roztwory gazowe (mieszaniny): roztwory gazów doskonałych, kaloryczne parametry stanu roztworu gazów doskonałych i półdoskonałych – 2 h
7. Przemiany termodynamiczne; charakterystyczne przemiany gazów doskonałych i półdoskonałych, przemiany odwracalne i nieodwracalne – 2 h
8. II Zasada Termodynamiki: entropia, zasada wzrostu entropii. Odwracalny obieg Carnota, termodynamiczna skala temperatur – 2 h
9. Obiegi termodynamiczne: pojęcie obiegu, rodzaje obiegów, sprawność energetyczna obiegu, obiegi prawobieżne – 2 h
10. Lewobieżne obiegi termodynamiczne. Współczynnik efektywności energetycznej obiegu lewobieżnego, chłodziarki, pompy ciepła – 2 h
11. Gazy wilgotne: charakterystyki gazu wilgotnego, wykres i-X (Molliera) i przemiany powietrza wilgotnego – 2 h
12. Równowaga fazowa. Przejścia fazowe; parowanie i skraplanie; stan krytyczny; topnienie i krystalizacja, punkt potrójny; wykres stanu – 1 h
13. Para nasycona i przegrzana: przemiany pary wodnej. – 1 h
14. Kolokwium zaliczeniowe z wykładu – 2 h

Ćwiczenia audytoryjne

1. Układ termodynamiczny: intensywne i ekstensywne parametry stanu, zerowa zasada termodynamiki. Jednostki podstawowych wielkości termodynamicznych, przeliczanie jednostek. – 1 h
2. Równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego, równania stanu gazu rzeczywistego – 2 h
- 3 Ciepło właściwe: ciepło właściwe gazów doskonałych, zależność ciepła właściwego od temperatury i średnie ciepło właściwe – 1 h
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 – 3 h
5. Przemiany termodynamiczne; charakterystyczne przemiany gazów doskonałych i półdoskonałych, przemiany odwracalne i nieodwracalne – 2 h
6. Obiegi termodynamiczne i II Zasada Termodynamiki: sprawność energetyczna, odwracalny obieg Carnota. – 2 h
7. Porównawcze obiegi termodynamiczne, obiegi prawo- i lewobieżne, efektywność energetyczne obiegów – 3 h

Metody i techniki kształcenia:

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do

prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

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 dwa kolokwia, wszystkie kolokwia muszą być zaliczone na ocenę pozytywną. Wysokość zaliczenia jest średnią ważoną 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 jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia; jedno niezaliczone kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych; (lub „całościowe” kolokwium z semestru – jeden dodatkowy termin w sesji). Odpisywanie na kolokwium – ściąganie, rozmowy, itp. – skutkuje oceną 2,0 z zajęć i niezaliczeniem ćwiczeń audytoryjnych. Dopuszczalne są dwie nieobecności na zajęciach. 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).

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

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: 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:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: 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.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa = 0,60 oceny z kolokwium zaliczeniowego z wykładów + 0,40 oceny z ćwiczeń audytoryjnych

Przy wyznaczaniu oceny końcowej brane są pod uwagę oceny niedostateczne (2,0) z wszystkich, niezdanym terminów kolokwium z wykładu.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Ćwiczenia audytoryjne: dopuszczalne są dwie nieobecności na zajęciach. 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.

Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów

zaliczony kurs z matematyki i fizyki; znajomość podstaw chemii

Zalecana literatura i pomoce naukowe

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., Koźmicki 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.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

1. Szewczyk W., Wojciechowski J.: Wykłady z Termodynamiki z przykładami zadań. Część I – procesy termodynamiczne. Skrypt AGH, Kraków 2007.
2. 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.
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.: Energetyka cieplna. Rozdział 10 Aparatura kontrolno-pomiarowa s.367-441. TARONUS, Kraków-Tarnobrzeg, 2008.

Informacje dodatkowe

1. Kolokwium zaliczeniowe z wykładów obejmuje zagadnienia omówione na wykładach.
2. Kolokwium może mieć formę pytań otwartych lub być w postaci testu pojedynczego wyboru.
3. W pytaniach mogą być proste zadania obliczeniowe.
4. Pytanie są punktowane. Ocena pozytywna z kolokwium z wykładów jest przy sumarycznej ilości punktów równej 51%.
5. Stwierdzenie niesamodzielności pracy lub korzystanie z niedozwolonych materiałów na kolokwium oraz zaliczeniach ćwiczeń audytoryjnych skutkuje oceną niedostateczną i brakiem zaliczenia przedmiotu.
6. Stwierdzenie niesamodzielności pracy lub korzystanie z niedozwolonych materiałów na kolokwium zaliczeniowym z wykładów skutkuje oceną niedostateczną, utratą terminów poprawkowych i brakiem zaliczenia z przedmiotu.
7. Przy wyznaczaniu oceny końcowej brane są pod uwagę oceny niedostateczne (2,0) z wszystkich, niezdanych terminów kolokwium zaliczeniowego z wykładów.
8. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze.
9. Student ma prawo do jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia.
 - a). jedno niezaliczone kolokwium z ćwiczeń audytoryjnych; (lub „całościowe” kolokwium z semestru – jeden dodatkowy termin w sesji);
 - b). jeden poprawkowy termin dla kolokwium zaliczeniowego z wykładów.
10. W czasie semestru sposób poprawy (niezaliczonych kolokwiów) i liczbę podejść ustala prowadzący zajęcia.
11. Uzyskanie zaliczenia w terminie poprawkowym powinno być nie później, jak do końca podstawowej części sesji egzaminacyjnej.
12. Przy braku zaliczenia do końca zajęć w semestrze do wirtualnego dziekanatu jest wpisywana ocena 2,0 w pierwszym terminie, przy braku zaliczenia do końca pierwszego tygodnia sesji – ocena 2,0 w drugim terminie, przy braku zaliczenia do końca podstawowej części sesji – ocena 2,0 w trzecim terminie.
13. Przy otrzymaniu oceny 2,0 w pierwszym terminie zaliczania ćwiczenia lub kolokwium, przy poprawie student może otrzymać tylko 3,0.
14. Przy ocenie pozytywnej, ale niesatysfakcjonującej, student ma prawo do poprawy na wyższą ocenę – tylko jedno podejście przed zakończeniem zajęć w semestrze (szczegóły ustala prowadzący ćwiczenia).

15. Brak zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych w terminie podstawowym (2,0) jest uwzględniany do wartości zaliczenia w terminach poprawkowych.

16. 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.