

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Termodynamika techniczna				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	CCHB-1-205-s	Punkty ECTS:	3
Wydział:	Inżynierii Materiałowej i Ceramiki				
Kierunek:	Chemia Budowlana	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	2
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	prof. nadzw. dr hab. inż. Jedliński Jerzy (jedlinsk@agh.edu.pl)				

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

Moduł ma zapoznać studentów z podstawowymi zagadnieniami termodynamiki technicznej, od charakterystyki wielkości i funkcji w niej używanych, przez zasady i opis procesów, do konkretnych zastosowań.

### 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	Student rozumie koncepcje i modele termodynamiki i potrafi wskazać przykłady ich zastosowań w opisie procesów w technice i zjawisk zachodzących w przyrodzie.	CHB1A_W07	Aktywność na zajęciach, Egzamin
M_W002	Student rozumie znaczenie pierwszej zasady termodynamiki jako zasady zachowania masy i energii oraz potrafi wykorzystać tę zasadę w opisie procesów termodynamicznych.	CHB1A_W07	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium
M_W003	Student rozumie koncepcję entropii i problem jakości energii oraz potrafi je omówić na wybranych przykładach z techniki.	CHB1A_W07	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Udział w dyskusji
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Zna pojęcie stanu standardowego pierwiastków chemicznych i umie je stosować w obliczeniach chemicznych.	CHB1A_U04	Egzamin, Kolokwium
M_U002	Student potrafi stosować parametry i funkcje stanu w opisie układu termodynamicznego. Zna jednostki, w których wyrażane są te wielkości.	CHB1A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium
M_U003	Student potrafi wykorzystywać zasady termodynamiki w modelowaniu zjawisk i procesów chemicznych. Umie wykorzystać model gazu doskonałego w opisie przemian termodynamicznych. Zna modele obiegów termodynamicznych i umie je omówić na prostych przykładach.	CHB1A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium, Udział w dyskusji
M_U004	Student zna matematyczne podstawy modelowania przepływu ciepła i masy oraz potrafi je wykorzystać w rozwiązywaniu prostych problemów technicznych. Potrafi dokonać bilansu masy i energii w układach różnego typu.	CHB1A_U05	Aktywność na zajęciach, Egzamin, Kolokwium
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student rozumie problem jakości energii i wydajności procesów w technice i przyrodzie.	CHB1A_K06	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji
M_K002	Student ma świadomość, że termodynamika techniczna jest ważnym narzędziem w pracy inżyniera.	CHB1A_K06	Udział w dyskusji

### 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
30	15	15	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	Student rozumie koncepcje i modele termodynamiki i potrafi wskazać przykłady ich zastosowań w opisie procesów w technice i zjawisk zachodzących w przyrodzie.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student rozumie znaczenie pierwszej zasady termodynamiki jako zasady zachowania masy i energii oraz potrafi wykorzystać tę zasadę w opisie procesów termodynamicznych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student rozumie koncepcję entropii i problem jakości energii oraz potrafi je omówić na wybranych przykładach z techniki.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Zna pojęcie stanu standardowego pierwiastków chemicznych i umie je stosować w obliczeniach chemicznych.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi stosować parametry i funkcje stanu w opisie układu termodynamicznego. Zna jednostki, w których wyrażane są te wielkości.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi wykorzystywać zasady termodynamiki w modelowaniu zjawisk i procesów chemicznych. Umie wykorzystać model gazu doskonałego w opisie przemian termodynamicznych. Zna modele obiegów termodynamicznych i umie je omówić na prostych przykładach.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Student zna matematyczne podstawy modelowania przepływu ciepła i masy oraz potrafi je wykorzystać w rozwiązywaniu prostych problemów technicznych. Potrafi dokonać bilansu masy i energii w układach różnego typu.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student rozumie problem jakości energii i wydajności procesów w technice i przyrodzie.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student ma świadomość, że termodynamika techniczna jest ważnym narzędziem w pracy inżyniera.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	35 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	3 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	80 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS

## Pozostałe informacje

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

#### Wykład

Termodynamika jako nauka aksjomatyczna. Najważniejsze definicje i idee termodynamiki, w tym: układ i rodzaje układów, otoczenie, stan układu, funkcje i parametry stanu (podział pomiędzy wielkości ekstensywne i intensywne), czynnik termodynamiczny, równowaga, proces termodynamiczny (stacjonarny i niestacjonarny, odwracalny i nieodwracalny, samorzutny i niesamorzutny). Metoda mikroskopowa i makroskopowa w termodynamice. Metodologia rozwiązywania problemów i projektowania w termodynamice.

Energia wewnętrzna i I zasada termodynamiki. Sposoby wymiany energii: praca objętościowa, transport ciepła (przewodzenie, promieniowanie, konwekcja). Energia wewnętrzna jako funkcja stanu. Różniczka zupełna i forma Pfaffa. Gaz doskonały, półdoskonały i rzeczywisty. Energia wewnętrzna i ciepło właściwe gazów doskonałych. Przemiany gazów doskonałych. Praca i ciepło w przemianach gazu doskonałego. I zasada termodynamiki dla układu izolowanego, zamkniętego i otwartego. Stacjonarny transport masy.

Entalpia. Ciepło izobaryczne i ciepło izochoryczne. Pojemność cieplna i ciepło właściwe. Proces cykliczny i wydajność procesu cyklicznego.

Przemiany termodynamiczne pary wodnej. Para nasycona i przegrzana. Turbiny parowe i wymienniki ciepła. Powietrze wilgotne: parametry powietrza wilgotnego, przemiany powietrza wilgotnego.

Entropia, egzergia i II zasada termodynamiki. Problem jakości energii. Praca rozproszona. Bilans entropii w układach zamkniętych i otwartych. Procesy izentropowe. Obiegi termodynamiczne prawo i lewobieżne. Pompy ciepłne. Chłodziarki i silniki. Odwracalny obieg Carnota, Otto i Diesla.

Spalanie: homogeniczne i heterogeniczne, spalanie całkowite i zupełne.

#### Ćwiczenia audytoryjne

Rozwiązywanie problemów i pogłębianie wiedzy na podstawie przykładów w zakresie: Kinetyczna teoria gazów, temperatura i ciśnienie. Pomiar temperatury i ciśnienia. Zasada ekwipartycji energii i energia wewnętrzna gazu doskonałego. Równanie stanu

gazu doskonałego, równanie van der Waalsa, izotermy van der Waalsa. Pierwsza zasada termodynamiki, bilans masy i energii w układach otwartych. Przemiany gazów doskonałych: adiabatyczna, izobaryczna, izotermiczna, izochoryczna i politropowa – obliczenia pracy, ciepła, zmiany energii wewnętrznej i entalpii. Transport masy i przenikanie ciepła.

Para wodna jako czynnik termodynamiczny. Diagram p-V dla pary wodnej, ciepło parowania, entalpia wody i pary; powietrze wilgotne. Obiegi parowe.

Entropia: entropia gazu doskonałego, entropia pary wodnej. Zmiana entropii w przemianach termodynamicznych.

Druga zasada termodynamiki. Silniki, chłodziarki i pompy ciepłe – cykl termodynamiczny i obliczenia wydajności procesu.

Spalanie: ciepło i temperatura spalania, zapotrzebowanie powietrza, ilość i skład spalin.

### **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:**

Nie określono

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

Wykład:

– Obecność obowiązkowa: Tak

– 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**

Średnia ważona oceny z egzaminu i ćwiczeń audytoryjnych, z wagami:

0,7 dla oceny z egzaminu,

0,3 dla oceny z ćwiczeń.

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

Nie określono

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Znajomość praw fizyki gazów.

Znajomość elementów rachunku różniczkowego.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

S. Wiśniewski: Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 2005.

J. Szargut: Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.

W. Szewczyk, J. Wojciechowski: Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań. Wyd. AGH, Kraków 2007.

J. Szargut, A. Guzik, H. Górniak. Zadania z termodynamiki technicznej, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.

I. Danielewicz-Ferchmin, A.R. Ferchmin. Ciepło. Wyd. Nauk. UAM, Poznań 1995.

P. W. Atkins: Podstawy chemii fizycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Nie podano dodatkowych publikacji

### **Informacje dodatkowe**

Brak