

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Termodynamika techniczna

Rok akademicki: 2012/2013 Kod: CCE-1-602-s Punkty ECTS: 3

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Ceramika Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 6

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. inż. Szczerba Jacek (jszczerb@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Stoch Paweł (pstoch@agh.edu.pl)  
prof. dr hab. inż. Szczerba Jacek (jszczerb@agh.edu.pl)

## Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu chemii, obejmującą chemię nieorganiczną, organiczną, fizyczną i analityczną, niezbędną do zrozumienia i interpretowania podstawowych zjawisk chemicznych, procesów w technologiach chemicznych oraz wykonywania analiz chemicznych.	CE1A_W01	Egzamin, Zaliczenie laboratorium
M_W002	ma wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę i analizę matematyczną, w tym metody matematyczne, niezbędne do opisu procesów chemicznych i wykonywania obliczeń chemicznych	CE1A_W02	Egzamin, Zaliczenie laboratorium
Umiejętności			
M_U002	wykorzystuje wiedzę matematyczną do opisu zjawisk fizycznych i materiałowych, w obliczeniach chemicznych oraz technologicznych	CE1A_U02	Egzamin, Zaliczenie laboratorium

M_U007	ma umiejętność tworzenia modeli struktur krystalicznych oraz opisu struktur nieorganicznych, w tym krzemianowych i poprawnej interpretacji diagramów fazowych istotnych z punktu widzenia technologii ceramicznych, potrafi opracować bilans materiałowy i energetyczny procesu technologicznego oraz oszacować nakład pracy konieczny do jego realizacji	CE1A_U07	Egzamin, Zaliczenie laboratorium
Kompetencje społeczne			
M_K004	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w grupie i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	CE1A_K04	Egzamin, Zaliczenie laboratorium
M_K005	ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej	CE1A_K05	Egzamin, Zaliczenie laboratorium

## Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu chemii, obejmującą chemię nieorganiczną, organiczną, fizyczną i analityczną, niezbędną do zrozumienia i interpretowania podstawowych zjawisk chemicznych, procesów w technologiach chemicznych oraz wykonywania analiz chemicznych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	ma wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę i analizę matematyczną, w tym metody matematyczne, niezbędne do opisu procesów chemicznych i wykonywania obliczeń chemicznych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U002	wykorzystuje wiedzę matematyczną do opisu zjawisk fizycznych i materiałowych, w obliczeniach chemicznych oraz technologicznych	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U007	ma umiejętność tworzenia modeli struktur krystalicznych oraz opisu struktur nieorganicznych, w tym krzemianowych i poprawnej interpretacji diagramów fazowych istotnych z punktu widzenia technologii ceramicznych, potrafi opracować bilans materiałowy i energetyczny procesu technologicznego oraz oszacować nakład pracy konieczny do jego realizacji	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne													
M_K004	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w grupie i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K005	ma świadomość ważności zachowania się w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

### Wykład

#### 1. Wiadomości wstępne.

Podstawowe pojęcia: termodynamika, warunki procesu, klasyfikacja termodynamiki, układ termodynamiczny, parametry stanu, przemiana termodynamiczna, równowaga termodynamiczna, proces odwracalny, proces nieodwracalny, zerowa zasada termodynamiki. Jednostki podstawowe i uzupełniające układu SI.

#### 2. Zasady termodynamiki.

Energia wewnętrzna, entalpia, sposoby przekazywania energii, praca mechaniczna, ciepło, I, II i III zasada termodynamiki.

#### 3. Prawa gazowe.

Gazy doskonałe i gazy rzeczywiste; prawa gazowe; termiczne równanie stanu gazów – ciśnienie, temperatura, równanie Clapeyrona, prawo Avogadro; ciepło właściwe gazów. Termiczne równanie stanu gazu wilgotnego; entalpia i energia wewnętrzna gazu wilgotnego; wykres i-x powietrza wilgotnego; izobaryczne przemiany powietrza wilgotnego.

#### 4. Wymiana ciepła.

Sposoby wymiany ciepła: przewodzenie ciepła ( przegroda płaska, cylindryczna, współczynnik przewodzenia ciepła ), konwekcja ( swobodna, wymuszona, współczynnik konwekcyjnej wymiany ciepła, liczby Nusselta, Grashofa, Prandtla ), promieniowanie ( prawa promieniowania cieplnego, promieniowanie ciał stałych, zastępcza zdolność emisji ).

#### 6. Obliczanie bilansu energetycznego budynków.

Obliczanie rocznego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji budynku – metoda sezonowa.

#### 5. Spalanie.

Źródła energii, rodzaje energii. Podstawowe pojęcia: paliwo, spalanie (zupełne, całkowite, ciepło spalania, wartość opałowa), płomień i jego rodzaje. Spalanie dyfuzyjne. Analiza chemiczna paliw. Strumień ciepły. Bilans: substancji, energii, entalpii. Temperatura spalania i inicjowanie płomienia. Stechiometryczne spalanie paliw stałych, ciekłych i gazowych. Tlen teoretyczny. Powietrze całkowite, a stosunek nadmiaru powietrza.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

#### 6. Obliczanie bilansu energetycznego budynków.

Obliczanie rocznego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i wentylacji budynku – metoda sezonowa.

#### 1. Zasady termodynamiki.

Rozwiązywanie zadań wraz z dyskusją w zakresie stosowania zasad termodynamiki, obliczenia zmian podstawowych funkcji stanu dla przemian termodynamicznych oraz intensywnych i ekstensywnych parametrów stanu układu.

#### 2. Przepływy.

Rozwiązywanie zadań wraz z dyskusją w zakresie przepływu medium (gaz, ciecz). Obliczenia parametrów i wielkości termodynamicznych dla różnych przemian gazu doskonałego oraz gazów rzeczywistych.

#### 3. Spalanie paliw ciekłych i gazowych.

Obliczenia minimalnego (rzeczywistego) zapotrzebowania tlenu i powietrza do spalania. Spalanie zupełne, niezupełne, całkowite i niecałkowite.

#### 4. Przepływ czynnika ściśliwego.

Przepływ czynnika ściśliwego – rozwiązywanie zadań.

#### 5. Gazy wilgotne w termodynamice.

Pojęcie gazu wilgotnego w termodynamice (wilgotność względna, wilgotność bezwzględna, zwilżanie parą), termiczne równanie stanu gazu wilgotnego, entalpia i energia wewnętrzna gazu wilgotnego, wykres  $i-d(x)$ . izobaryczne przemiany powietrza wilgotnego, mieszanie strug powietrza – praca na wykresie  $i-d$ .

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

$Ok = 0,5e + 0,5l$  (e – ocena z egzaminu, l – ocena z laboratorium).

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Student zna podstawy z chemii ogólnej i fizycznej, fizyki i matematyki.

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

- 1.J. Szargut, Termodynamika techniczna, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- 2.J. Szargut, A. Guzik, H. Górniak, Zadania z termodynamiki technicznej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
- 3.K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna. 1 Podstawy fenomenologiczne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- 4.P. W. Atkins, Chemia fizyczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- 5.P. W. Atkins, Chemia fizyczna: zbiór zadań z rozwiązaniami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

2007.

6.J. Szarawara, Termodynamika chemiczna stosowana, WNT, Warszawa 2007.

7.R. Hołyst, A. Poniewierski, A. Ciach, Termodynamika dla chemików, fizyków i inżynierów, wyd. UKSW 2005.

8.E. Kostowski, Przepływ ciepła, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.

9.T. Wiśniewski, Termodynamika techniczna, WNT, Warszawa 2005.

10.S. Michałowski, K. Wańkiewicz, Termodynamika procesowa, WNT, Warszawa 1999.

11.S. Chudoba, Z. Kubas, K. Pytel, Elementy chemii fizycznej, UWND AGH, Kraków 2000.

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

Nie podano dodatkowych publikacji

### **Informacje dodatkowe**

Brak

### **Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)**

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	90 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	90 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS