**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika I

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Maciej Jaworski, dr hab. inż. Tomasz Wiśniewski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NW116

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2013/2014

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

wykład - 30 h
ćwiczenia rachunkowe - 30 h
przygotowanie do ćwiczeń - 15 h
przygotowanie do kolokwiów (4 kol.) - 20 h
przygotowanie do egzaminu - 20 h

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

3
Ćwiczenia rachunkowe (zajęcia z nauczycielem, przygotowanie do zajęć, przygotowanie do kolokwiów, egzaminu zadaniowego)

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 30h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka i fizyka na poziomie matury rozszerzonej; rachunek różniczkowy i całkowy na poziomie podstawowym (zakres Analizy I)

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie wiedzy na temat: przemian fizycznych towarzyszących procesom konwersji energii, właściwości substancji istotnych z punktu widzenia analizy procesów transportu energii; Podanie i omówienie związków matematycznych pozwalających na wyznaczanie parametrów stanu substancji, obliczanie energii wewnętrznej układów, pracy i ciepła przemian termodynamicznych, bilansowanie układów termodynamicznych; Nauczenie sposobu korzystania z w/w związków matematycznych w analizie ilościowej i jakościowej (II zasada termodynamiki) procesów konwersji energii, Przekazanie wiedzy na temat podstaw teoretycznych działania wybranych maszyn cieplnych

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne przedmiotu: Wykład: • I zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna. Praca i ciepło jako sposoby transportu energii pomiędzy układami. Bilans energetyczny układu zamkniętego. Wymiana energii w układach otwartych. • Entropia jako miara nieodwracalności procesów. Obiegi termodynamiczne. Sprawność obiegów silnikowych i współczynnik wydajności obiegów chłodniczych. II zasada termodynamiki – różne sformułowania. Charakterystyczne przemiany nieodwracalne. • Gaz doskonały – własności i prawa gazów doskonałych. Charakterystyczne przemiany: izochoryczne, izobaryczne, izotermiczne, adiabatyczne. Przemiany politropowe. Modelowe obiegi gazowe. Mieszaniny gazowe – właściwości i charakterystyczne parametry. • Powietrze (gazy) wilgotne: parametry i przemiany. • Właściwości par, charakterystyczne przemiany, obiegi parowe: silnikowe i chłodnicze. • Gazy rzeczywiste – równania stanu, charakterystyczne równania. Relacje Maxwella. Dławienie gazu rzeczywistego. • Paliwa. Podstawowe składniki paliw, reakcje spalania. Straty związane z procesem spalania. Własności spalin. Ćwiczenia: • Bilans cieplny prostych układów fizycznych (na gruncie I zasady termodynamiki). Obliczenia energii wewnętrznej układów oraz ciepła i pracy przemian termodynamicznych. • Analiza efektywności konwersji energii na gruncie II zasady termodynamiki. • Obliczenia ciepła i pracy podstawowych przemian termodynamicznych, ocena efektywności modelowych obiegów gazowych (silnikowych i chłodniczych). • Wyznaczanie parametrów pary jako czynnika roboczego, analiza obiegów parowych. • Wyznaczanie parametrów gazów wilgotnych oraz analiza przemian termodynamicznych takich czynników.

**Metody oceny:**

Warunki zaliczenia przedmiotu: Uzyskanie min. 50 punktów z kolokwiów, egzaminu zadaniowego oraz egzaminu teoretycznego, w tym minimum 10 punktów z egzaminu teoretycznego. Szczegóły punktacji: ­ Cztery kolokwia po 10 punktów – max 40 punktów. Osoba, która uzyska min. 30 punktów z kolokwiów może być zwolniona z egzaminu zadaniowego, wtedy do końcowej klasyfikacji uzyskane punkty mnoży się przez 2. ­ Egzamin zadaniowy – cztery zadania po 10 punktów (max 40 punktów), ­ Egzamin teoretyczny – 10 pytań po 2 punkty (max 20 punktów). Praca własna: Samodzielne rozwiązywanie zadań z termodynamiki dostępnych w skrypcie.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura: ­ Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna. Wyd. WNT. ­ Staniszewski B.: Termodynamika. Podstawy teoretyczne. Wyd. PWN. ­ Banaszek J., Bzowski J., Domański R., Sado J.: Termodynamika. Zadania i przykłady. OWPW Dodatkowe: ­ Materiały z wykładów publikowane na stronach internetowych Wydziału ­ Domański R., Jaworski M., Rebow M., Kołtyś J.: Wybrane zagadnienia termodynamiki w ujęciu komputerowym. PWN, 2000. ­ Cengel Y.A.: Thermodynamics, an engineering approach. (Książka dostępna w bibliotekach: wydziałowej, instytutowej ITC i głównej PW)

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NW116\_W1:**

Zna podstawowe parametry fizyczne opisujące stan termodynamiczny układów, jak również właściwości termofizyczne substancji istotne z punktu widzenia efektów energetycznych przemian termodynamicznych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07

**Efekt NW116\_W2:**

Rozumie ograniczenia sprawności konwersji energii w maszynach cieplnych wynikające z II zasady termodynamiki. Zna pojęcie entropii

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07

**Efekt NW116\_W3:**

Zna modele teoretyczne (przemiany termodynamiczne) gazowych silników cieplnych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07

**Efekt NW116\_W4:**

Ma podstawową wiedzę na temat właściwości fizycznych oraz równania stanu dla gazów rzeczywistych. Potrafi podać różnice między gazem doskonałym i rzeczywistym

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07

**Efekt NW116\_W5:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą zasad działania urządzeń chłodniczych (w ujęciu termodynamicznym)

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07

**Efekt NW116\_W6:**

Ma wiedzę na temat funkcjonowania siłowni parowych, w tym rozumie podstawy teoretyczne działań mających na celu podwyższenie sprawności obiegów parowych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NW116\_U1:**

Potrafi wykonać obliczenia bilansowe prostego układu/systemu energetycznego

Weryfikacja:

Kolokwium 1, Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt NW116\_U2:**

Potrafi ocenić sprawność konwersji energii w urządzeniach cieplnych na gruncie II zasady termodynamiki

Weryfikacja:

Kolokwium 2, Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt NW116\_U3:**

Potrafi wyznaczyć ciepło i pracę przemian odwracalnych gazu doskonałego

Weryfikacja:

Kolokwium 3, Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt NW116\_U4:**

Potrafi wyznaczyć teoretyczną sprawność obiegu gazowego składającego się z przemian odwracalnych

Weryfikacja:

Kolokwium 3, Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt NW116\_U5:**

Potrafi wyznaczyć parametry termofizyczne pary wodnej oraz pracę i ciepło przemian termodynamicznych pary wodnej

Weryfikacja:

Kolokwium 4, Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09