

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Termodynamika techniczna (WTCNXCSI-TT)**

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: **Technical Thermodynamics**

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa

Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Zaliczenie na ocenę

Język wykładowy:

polski

Strona WWW:

http://www.wmt.wat.edu.pl/instytut-techniki-lotniczej/zaklad_aerodynamiki-i-termodynamiki/materialy-dydaktyczne

Skrócony opis:

Stan termodynamiczny. Równania stanu gazów doskonałych i rzeczywistych. Właściwości mieszanin gazów. Zasady termodynamiki. Przemiany charakterystyczne. Obiegi termodynamiczne. Właściwości jednoskładnikowych substancji rzeczywistych. Przejścia fazowe. Układy wieloskładnikowe. Warunki równowagi układu termodynamicznego. Spalanie paliw ciekłych i stałych. Właściwości produktów spalania. Wymiana ciepła: przewodzenie, konwekcja i promieniowanie. Zewnętrzne i wewnętrzne źródła ciepła nagrzewające konstrukcję. Podstawowe zagadnienia konwersji energii ze źródeł odnawialnych.

Opis:

Wykład / Wykłady są ilustrowane prezentacjami wizualnymi w celu dostarczenia wiedzy określonej efektami W1, W2, U1, U2, U3, K1

1. Stan termodynamiczny. Układy wieloskładnikowe – wybrane zagadnienia / 2 / Stan układu, Przemiany termodynamiczne odwracalne i nieodwracalne. Równania termiczne i kaloryczne.
2. Zasady termodynamiki / 4 / Zerowa, I i II Zasada Termodynamiki. Kierunek przebiegu procesów nieodwracalnych. Praca maksymalna. Egzergia.
3. Własności i przemiany gazów i roztworów doskonałych / 2 /: ciepło właściwe, energia wewnętrzna, entalpia, entropia gazów doskonałych, przemiany charakterystyczne gazów doskonałych.
4. Obiegi termodynamiczne / 2 /: obiegi silników tłokowych, obiegów silników turbinowych, obiegi sprężarek. Obliczanie parametrów punktów węzłowych i sprawności termodynamicznej obiegów silników spalinowych.
5. Gazy rzeczywiste / 4 / Mieszanie, dławienie i skraplanie gazów. Współczynniki termodynamiczne. Przemiany fazowe. Elementy termodynamiki ciała stałego. III Zasada Termodynamiki
6. Termodynamika procesów spalania / 2 / Rodzaje paliw i ich właściwości, bilans reakcji spalania, skład spalin, ciepło spalania i wartość opałowa, temperatura maksymalna. Kinetyka spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych.
7. Podstawy wymiany ciepła w ujęciu fenomenologicznym / 2 / Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja i promieniowanie.
8. Podstawowe zagadnienia energetyczne / 2 / Rodzaje energii, bilanse energii, sposoby gromadzenia i transportu energii. Wymienniki ciepła. Niekonwencjonalne źródła energii. Urządzenia energetyczne w inżynierii materiałowej i obróbce materiałów.

Ćwiczenia / Ćwiczenia audytoryjne polegają na rozwiązywaniu zadań w celu uporządkowania, ugruntowania i upracticznienia wiedzy określonej efektami W1, W2, W3, W4 i K1

1. Obliczanie parametrów termodynamicznych gazów i roztworów gazów doskonałych / 2 / Gazy półdoskonałe.
 2. Obliczanie parametrów p , V , T podczas realizacji typowych przemian gazów doskonałych / 2 /.
 3. Obliczanie parametrów termodynamicznych podczas realizacji obiegów termodynamicznych maszyn cieplnych / 2 /.
 4. Spalanie / 2 / Zapotrzebowanie powietrza do spalania. Ilość i skład spalin. Temperatura spalania.
 5. Ustalona wymiana ciepła / 4 / Ustalone przewodzenie i przenikanie ciepła przez ścianki płaskie i walcowe. Wymiana ciepła przez pręty i żebra. Przejmowanie ciepła. Wymiana ciepła przez promieniowanie.
- Laboratoria / Ćwiczenia laboratoryjne polegają na wykonywaniu przez grupę studentów pomiarów i badań z wykorzystaniem dedykowanych stanowisk laboratoryjnych w celu opanowania umiejętności U1, U2 i U3
1. Podstawowe metody i techniki pomiaru temperatury / 2 / Pomiary temperatury termometrami termoelektrycznymi. i wyznaczanie ich cieplnej stałej czasowej
 2. Przemiany fazowe / 2 / Badanie efektów cieplnych przemiany fazowej pierwszego i drugiego rodzaju.
 3. Dławienie gazów / 2 / Badanie efektu zjawiska Joule'a – Thomsona na stanowisku laboratoryjnym.
 4. Ustalone przewodzenie ciepła / 2 / Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła.
 5. Pomiar dyfuzyjności cieplnej metodą chwilowego źródła ciepła / 2 /.
 6. Badanie kolektora słonecznego / 2 /.
 7. Badanie ogniwa paliwowego / 2 /.

Literatura:

podstawowa:

1. Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna, WNT, Warszawa 1980, 1987,
2. Szargut J.: Termodynamika, PWN, Warszawa 1985 (także: Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2011),
3. Wiśniewski S., Wiśniewski T.: Wymiana ciepła, WNT, Warszawa 2000,
4. Panas A., Zmywaczyk J., Koniorczyk P.: Termodynamika. Zbiór zadań, cz. 1. WAT, Warszawa 1997,
5. Terpiłowski J., Wiśniewski S., Termodynamika. Zbiór zadań, cz. 2. WAT, Warszawa 1974,
6. Terpiłowski J., Panas A., Wiśniewski S., Preiskorn M., Koniorczyk P., Zmywaczyk J., Szodrowski S.: Termodynamika. Pomiary cieplne. WAT, Warszawa 1994;
7. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych:

http://www.wmt.wat.edu.pl/instytut-techniki-lotniczej/zaklad_aerodynamiki-i-termodynamiki/materialy-dydaktyczne
uzupełniająca:

1. Buchowski H., Ufnalski W.: Podstawy termodynamiki. WNT, Warszawa 1998,
2. Michalski L., Eckersdorf K., Kucharski J.: Termometria. Przyrządy i pomiary. Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź 1998,
3. Banaszek J., Bzowski J., Domański R.: Termodynamika. Przykłady i zadania. Of. Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa 1998,
4. Kondepudi D., Prigogine I.: Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures. John Wiley & Sons, New York

USOSweb: Szczegóły przedmiotu: WTCNXCSI-TT, w cyklu: <brak>, jednostka dawcy: <brak>, grupa przedm.: <brak>

- 1998,
5. Gumiński K.: Termodynamika. PWN, Warszawa 1982,
6. Madejski J.: Teoria wymiany ciepła. Politechnika Szczecińska 1998,
7. Werle J.: Termodynamika fenomenologiczna. PWN. Warszawa 1957

Efekty uczenia się:

W1 / ma opanowane podstawy fizyczne procesów cieplnych i zna opis matematyczny termodynamiki procesów równowagowych / K_W03
W2 / ma uporządkowaną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej ze szczególnym uwzględnieniem przemian termodynamicznych, obiegów i procesów spalania oraz zna i rozumie podstawowe zagadnienia wymiany ciepła / K_W09
U1 / potrafi przeprowadzić analizę procesu termodynamicznego przy wykorzystaniu zdobytej wiedzy oraz informacji pozyskiwanych z literatury oraz wykonać proste obliczenia w zagadnieniach wymiany ciepła / K_U03
U2 / zna i potrafi zastosować właściwe metody i urządzenia do pomiaru wybranych parametrów termodynamicznych oraz wielkości charakterystycznych dla zagadnień wymiany ciepła / K_U07
U3 / potrafi wykorzystać poznane metody do przeprowadzenia badań i analizy zjawisk termodynamicznych w kontekście problemów inżynierii materiałowej / K_U10
K1 / ma świadomość ważności wpływu skutków działalności inżyniera, zajmującego się zagadnieniami inżynierii materiałowej, na stan środowiska naturalnego człowieka / K_K02

Metody i kryteria oceniania:

Przedmiot zaliczany jest na podstawie: zaliczenia z oceną.

Ćwiczenia zaliczane są na podstawie: zaliczenia.

Ćwiczenia laboratoryjne zaliczane są na podstawie: zaliczenia.

Zaliczenie wykładów jest prowadzone w formie pisemnej z pytaniami problemowymi z możliwością włączenia dodatkowego zaliczenia ustnego, które jest przeprowadzane w przypadku niejedno-znacznego wyniku części pisemnej. Efekty W1 i W2 oraz dodatkowo efekty U1, U2 i U3 są sprawdzane podczas zadania testowego stanowiącego integralną część pisemnego zaliczenia wykładów.

Warunkiem dopuszczenia do zaliczenia wykładów jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń i z zajęć laboratoryjnych.

Zaliczenie jest przeprowadzane w formie pisemnego kolokwium -sprawdzającego efekt U1. Przy zaliczaniu uwzględniane są oceny cząstkowe uzyskane w trakcie zajęć z wagą nieprzekraczającą połowy wagi oceny kolokwialnej.

Warunkiem koniecznym do uzyskania zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie pozytywnych ocen z kolokwium/kolokwium oraz pozytywnych ocen z odpowiedzi na pytania kontrolne sprawdzające efekty W1 i W2 oraz oceny rozwiązań zadań rachunkowych realizowanych w trakcie zajęć.

Zaliczenie zajęć laboratoryjnych jest przeprowadzane na podstawie średniej ocen testów sprawdzających przygotowanie do wykonania poszczególnych ćwiczeń oraz ocen sprawozdań pisemnych z wykonanych ćwiczeń.

Warunkiem koniecznym do uzyskania zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest uzyskanie pozytywnych ocen odpowiedzi na pytania kontrolne i pozytywnych ocen pisemnych sprawozdań z wykonanego ćwiczenia.

Efekty W1 i W2 oraz dodatkowo efekty U1, U2 i U3 są sprawdzane podczas testu.

Efekty W1 i W2 sprawdzane są przede wszystkim podczas zaliczenia wykładów.

Ocenę dostateczną (dst) otrzymuje student, który:

1. Zna i potrafi samodzielnie przedstawić wielkości i funkcje opisu stanu termodynamicznego
2. Potrafi samodzielnie podać i zinterpretować zasady termodynamiki procesów równowagowych
3. Potrafi samodzielnie podać podstawowe zależności opisu stanu gazu doskonałego
4. Zna i potrafi samodzielnie podać minimum 50% pojęć i zależności z zakresu tematyki poruszanej w trakcie zajęć (m.in. dot. opisu przemian termodynamicznych, stanu czynników rzeczywistych, podstaw teorii spalania, termodynamiki płynów i podstaw teorii wymiany ciepła)

Ocenę dostateczną plus (dst+) otrzymuje student, który:

Dodatkowo w stosunku do oceny dst:

1. Zna i potrafi samodzielnie podać minimum 70% pojęć i zależności z zakresu tematyki poruszanej w trakcie zajęć (m.in. dot. opisu przemian termodynamicznych, stanu czynników rzeczywistych, podstaw teorii spalania, termodynamiki płynów i podstaw teorii wymiany ciepła)
2. Potrafi samodzielnie podać sposób wykorzystania zależności podstawowych do wyznaczania stanu substancji i do określania zmian parametrów i funkcji stanu podczas przemian termodynamicznych

Ocenę dobrą (db) otrzymuje student, który:

Dodatkowo w stosunku do oceny dst+:

1. Zna i potrafi samodzielnie podać minimum 90% pojęć i zależności z zakresu tematyki poruszanej w trakcie zajęć (m.in. dot. opisu przemian termodynamicznych, stanu czynników rzeczywistych, podstaw teorii spalania, termodynamiki płynów i podstaw teorii wymiany ciepła)
2. Potrafi przedstawić wyprowadzenia większości relacji złożonych z zależności podstawowych

Ocenę dobrą plus otrzymuje student, który:

Dodatkowo w stosunku do oceny db:

1. Potrafi samodzielnie przedstawić i wyjaśnić sposób wyprowadzenia większości relacji złożonych z zależności podstawowych
2. Potrafi sformułować opis teoretyczny złożonego problemu termodynamicznego i potrafi podać sposób jego rozwiązania

Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który:

Dodatkowo w stosunku do oceny db+:

1. Potrafi samodzielnie sformułować opis teoretyczny złożonego problemu termodynamicznego i potrafi podać sposób jego rozwiązania.

Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie spełnia przedstawionych powyżej wymogów

Efekt U1 sprawdzany jest na ćwiczeniach audytoryjnych podczas wykonywania zadań oraz podczas kolokwium:

Ocenę dostateczną (dst) otrzymuje student, który:

1. Potrafi samodzielnie wyznaczać parametry i zmiany parametrów stanu gazu doskonałego podczas przemian termodynamicznych
2. Potrafi wykonać obliczenia z uwzględnieniem efektów cieplnych w ogólnym bilansie energii dla układu zamkniętego
3. Potrafi przeprowadzić analizę prostego obiegu termodynamicznego z wyznaczeniem parametrów punktów węzłowych dla gazu doskonałego
4. Potrafi wykonać obliczenia z zakresu teorii spalania mając do dyspozycji zależności uogólnione
5. Potrafi wykonać obliczenia z zakresu prostych problemów wymiany ciepła mając do dyspozycji wybrane zależności kryterialne

Ocenę dostateczną plus (dst+) otrzymuje student, który:

1. Potrafi przeprowadzić analizę prostego obiegu termodynamicznego z wyznaczeniem parametrów punktów węzłowych dla gazu doskonałego oraz określeniem zmian funkcji stanu i obliczeniem sprawności/wydajności obiegu
2. Potrafi wykonać obliczenia z uwzględnieniem efektów cieplnych w ogólnym bilansie energii dla układu przepływowego w stanie

ustalonym
3. Potrafi wyznaczyć podstawowe parametry płynu w modelu przepływu jednowymiarowego.
Ocenę dobrą (db) otrzymuje student, który:
1. Potrafi samodzielnie wyznaczać parametry i zmiany parametrów stanu gazu półdoskonałego podczas przemian termodynamicznych
2. Potrafi wykonać obliczenia z uwzględnieniem efektów cieplnych w ogólnym bilansie energii dla układu otwartego
3. Potrafi samodzielnie wykonać obliczenia z zakresu teorii spalania
4. Potrafi wykonać obliczenia z zakresu prostych problemów wymiany ciepła
Ocenę dobrą plus otrzymuje student, który:
1. Potrafi samodzielnie wyznaczać parametry i zmiany parametrów stanu gazu rzeczywistego podczas przemian termodynamicznych
2. Potrafi przeprowadzić pełną analizę obiegu termodynamicznego z uwzględnieniem bilansu cieplnego procesów spalania jako źródła ciepła
3. Potrafi przeprowadzić analizę wymiany ciepła dla elementu układu technicznego z uwzględnieniem ewentualnych złożań mechanizmów transportu ciepła
Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który:
1. Potrafi samodzielnie i bezbłędnie wykonać wszystkie zadania określone w punktach niniejszego wykazu.
Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie spełnia przedstawionych powyżej wymogów
Efekty U2 i U3 sprawdzane są łącznie podczas zajęć laboratoryjnych i poprzez ocenę przedkładanych sprawozdań:
Ocenę dostateczną otrzymuje student, który:
1. Zna i przestrzega zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium
2. Potrafi samodzielnie zdefiniować i zinterpretować wyznaczone podczas planowanego badania wielkości
3. Potrafi samodzielnie przedstawić budowę i opisać sposób działania stanowiska badawczego
4. Potrafi przeprowadzić planowany pomiar (planowane badanie) we współpracy grupowej i przy konsultacji z prowadzącym zajęcia
5. Potrafi, we współpracy grupowej, opracować wyniki badań i przedstawić raport
Ocenę dostateczną plus otrzymuje student, który:
1. Potrafi, we współpracy grupowej, prawidłowo zinterpretować wynik przeprowadzonego doświadczenia
Ocenę dobrą otrzymuje student, który:
1. Potrafi przeprowadzić planowany pomiar (planowane badanie) we współpracy grupowej
2. Potrafi przeprowadzić analizę błędów pomiarowych
3. Potrafi, we współpracy grupowej, bezbłędnie opracować wyniki badań i przedstawić raport
Ocenę dobrą plus otrzymuje student, który:
1. Potrafi zestawić stanowisko pomiarowe (zbudować model/opracować obiekt wirtualny)
2. Potrafi samodzielnie opracować i zinterpretować wyniki badań
3. Potrafi samodzielnie przeprowadzić analizę błędów pomiarowych uzasadnić jej wynik
Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który:
1. Potrafi samodzielnie i bezbłędnie wykonać wszystkie zadania
2. Potrafi powiązać uzyskany wynik z występującym w danym ćwiczeniu zjawiskiem fizycznym.
Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie spełnia przedstawionych powyżej wymogów.
Efekt K1 sprawdzany jest na podstawie obserwacji grupy podczas ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych. Ocena za osiągnięcie tego efektu jest uzyskana łącznie z osiągnięciem efektów W1, W2, U1, U2 i U3.
Forma studiów
stacjonarne
Rodzaj studiów
I stopnia
Rodzaj przedmiotu
obowiązkowy
Przedmioty wprowadzające
Analiza matematyczna cz. I / wymagania wstępne: znajomość funkcji elementarnych, znajomość podstaw rachunku macierzowego i umiejętność rozwiązywania układów liniowych równań algebraicznych;
Analiza matematyczna cz. II / wymagania wstępne: znajomość rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej; znajomość podstaw rachunku różniczkowego i całkowego funkcji dwóch i więcej zmiennych z uwzględnieniem wyznaczania całki oznaczonej;
Fizyka / wymagania wstępne: rozumie zjawiska i procesy fizyczne zachodzące w przyrodzie, a w szczególności zna jednostki miar oraz zna podstawy mechaniki klasycznej oraz rozumie terminologię z zakresu mechaniki ciała stałego;
Chemia ogólna i fizyczna / wymagania wstępne: zna teorie dotyczące struktury i budowy materii, zna podstawy strukturalnej charakterystyki substancji, rozumie podstawy procesów fizyko-chemicznych;
Informatyka. Wymagania wstępne: potrafi posługiwać się komputerem i programami użytkowymi do edycji tekstu i opracowania danych liczbowych;
Programy
semestr czwarty/ Inżynieria materiałowa
Forma zajęć liczba godzin/rygor
W 20/+ ; C 12/z ; L 14/z ; Razem: 46
Autor
prof. dr hab. inż. Janusz TERPIŁOWSKI, prof. dr hab. inż. Piotr KONIORSZYK, prof. dr hab. inż. Andrzej PANAS, prof. dr hab. inż. Janusz ZMYWACZYK.

Bilans ECTS

1. Udział w wykładach / 20
2. Udział w laboratoriach / 14
3. Udział w ćwiczeniach / 12
4. Udział w seminariach /
5. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 26
6. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / 14
7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 14
8. Samodzielne przygotowanie do seminarium /
9. Realizacja projektu /
10. Udział w konsultacjach / 14
11. Przygotowanie do egzaminu /
12. Przygotowanie do zaliczenia / 6
13. Udział w egzaminie /

Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 120 godz./ 4 ECTS

Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+2+3+4+9+10+13): 60 godz./ 2 ECTS

Zajęcia powiązane z działalnością naukową 105 godz. / 3,5 ECTS

Punkty przedmiotu w cyklach:

<bez przypisanego programu>			
Typ punktów	Liczba	Cykl pocz.	Cykl kon.
Europejski System Transferu i Akumulacji Punktów (ECTS)	2	2012/13Z	2016/17L
Europejski System Transferu i Akumulacji Punktów (ECTS)	3	2017/18Z	2020/21Z
Europejski System Transferu i Akumulacji Punktów (ECTS)	4	2020/21L	