

ECTS – Arkusz przedmiotu

Kod		Nazwa przedmiotu	Termodynamika procesów nieodwracalnych				
Prowadzący przedmiot	dr inż. Elżbieta Fornalik-Wajs						
Osoby prowadzące zajęcia	dr inż. Elżbieta Fornalik-Wajs						
Klasa przedmiotu	Kierunkowy		Rodzaj przedmiotu		Obowiązkowy		
Wydział	Energetyki i Paliw						
Kierunek	Energetyka						
Rodzaj studiów	Stacjonarne		Stopień studiów		II	Semestr	2
Rodzaje zajęć	Suma	Wykłady	Ćwiczenia	Laboratoria	Seminaria	Projekty	ECTS
Liczba godzin	60	30	30	0	0	0	5
WWW							
Uwagi							
Cel przedmiotu - zdobyte umiejętności							
<p>Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień i problemów związanych z rzeczywistymi procesami poprzez analizę termodynamiczną procesów nieodwracalnych.</p> <p>Student po zaliczeniu tego przedmiotu powinien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Znać pojęcia związane z termodynamiką procesów nieodwracalnych zawarte w treściach wykładu • Analizować rzeczywiste procesy w oparciu o prawa termodynamiki procesów nieodwracalnych • Wyznaczać źródła entropii w zachodzących procesach • Przeprowadzać analizę minimalizującą źródła entropii 							
Streszczenie przedmiotu							
<p>Program przedmiotu obejmuje zagadnienia termodynamiki procesów nieodwracalnych jako rozwinięcia termodynamiki klasycznej oraz jej najważniejsze zastosowania. Przedstawione zostaną nieodwracalne zjawiska związane z transportem ciepła i masy a szczególnie produkcja entropii w tych zjawiskach. Wprowadzone zostanie zagadnienie minimalizacji źródeł entropii i podkreślone zostanie jego znaczenie. Podczas zajęć ćwiczeniowych położony zostanie nacisk na analizę procesów rzeczywistych, które spotykane są w praktyce inżynierskiej.</p> <p>The subject „Thermodynamics of irreversible processes” covers problems of thermodynamic analysis of real phenomena especially in the field of heat and mass transfer. The special attention will be placed to the entropy production. The minimization of entropy generation will be introduced and practiced during the exercises to show its application in the engineering problems.</p>							
Warunki uczestnictwa w przedmiocie	Ukończone kursy: termodynamiki ogólnej, transportu ciepła i masy						
Forma zaliczenia przedmiotu	Kolokwium, egzamin						
Zasada wystawiania oceny końcowej	Średnia ważona = 0.6 * ocena z egzaminu + 0.4 * ocena z kolokwium						
Program wykładów							
<ol style="list-style-type: none"> 1. Zasady termodynamiki. Statystyczna interpretacja entropii. 2. Ciepło nieskompensowane. Definicja źródła entropii. Lokalne sformułowanie II zasady termodynamiki. 3. Powinowactwo chemiczne. Potencjał chemiczny. Poszerzone równania Gibbsa. 4. Źródło entropii w układzie otwartym z reakcjami chemicznymi. 5. Bilans entropii. 							

6. Bodźce i przepływy termodynamiczne. Źródło entropii jako funkcja bodźców i przepływów termodynamicznych.
7. Procesy sprzężone. Zasada Curie.
8. Procesy liniowe. Zasada Onsagera.
9. Źródła entropii w procesach dyfuzji ciepła i substancji.
10. Zjawiska termoelektryczne jako procesy sprzężone.
11. Stany stacjonarne. Kryterium Glansdorffa-Prigogina stabilności stanów stacjonarnych.
12. Minimalizacja źródła entropii w procesach wymiany ciepła i substancji.
13. Wyznaczanie prawdopodobieństwa realizacji stanu termodynamicznego.
14. Badanie stabilności reakcji chemicznych.
15. Układy z reakcjami chemicznymi.

Program pozostałych zajęć (ćwiczenia, laboratoria, projekty, seminaria)

Ćwiczenia

1. Wyznaczanie zmian entropii w procesie nieodwracalnym transportu ciepła
2. Wyznaczanie zmian entropii w procesie nieodwracalnym transportu masy
3. Wyznaczanie zmian entropii pojawiających się na skutek fluktuacji
4. Obliczanie źródeł entropii dla układów z procesami dyfuzji ciepła
5. Obliczanie źródeł entropii dla układów z procesami dyfuzji substancji
6. Obliczanie źródeł entropii dla układów z procesami dyfuzji ciepła i substancji
7. Obliczanie źródeł entropii dla układów z procesami termodyfuzji w ośrodku izotropowym i anizotropowym
8. Obliczanie źródeł entropii dla układów z procesami przewodnictwa cieplnego w ośrodku izotropowym i anizotropowym
9. Minimalizacja źródeł entropii w procesach wymiany ciepła bez reakcji chemicznych
10. Minimalizacja źródeł entropii w procesach wymiany masy bez reakcji chemicznych
11. Minimalizacja źródeł entropii w procesach wymiany ciepła i masy bez reakcji chemicznych
12. Minimalizacja źródeł entropii w procesach wymiany ciepła z reakcjami chemicznymi
13. Minimalizacja źródeł entropii w procesach wymiany masy z reakcjami chemicznymi
14. Minimalizacja źródeł entropii w procesach wymiany ciepła i masy z reakcjami chemicznymi
15. Wyznaczanie prawdopodobieństwa realizacji stanu termodynamicznego

Bibliografia

1. Szargut Jan, Termodynamika, PWN, Warszawa 1991.
2. Gumiński Kazimierz, Termodynamika Procesów Nieodwracalnych, PWN, Warszawa 1986.
3. Kondepudi Dilip, Prigogine Ilya, Modern Thermodynamics, Wiley, Chichester, 1999.
4. Bejan Adrian, Advanced Engineering Thermodynamics. Wiley, Hoboken, 2006.
5. Bejan Adrian, Entropy generation minimization, CRC, Boca Raton, 1996
6. Poniewski Mieczysław E. i in., Termodynamika procesów nierównowagowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2008.