**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika środowiska

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Paweł Gierycz

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

1070-IC000-ISP-OB28

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 12
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 10
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 8
Sumaryczny nakład pracy studenta 60

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

-

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

-

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

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

**Wymagania wstępne:**

Brak wymagań wstępnych, studenci nie mogą rejestrować obrazu i dźwięku podczas zajęć.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Poznanie właściwości czterech podstawowych składników środowiska naturalnego, jakimi są: atmosfera ziemska, woda, ziemia i organizmy żywe
2. Poznanie wzajemnych relacji i oddziaływania pomiędzy składnikami środowiska naturalnego (atmosfera ziemska, woda, ziemia i organizmy żywe)
3. Poznanie (w oparciu o prawa termodynamiki i równowagi fazowe) zasad przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy poszczególnymi składnikami środowiska oraz możliwości ich modelowania (różne modele przenoszenia zanieczyszczeń).

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Wprowadzenie do problematyki termodynamiki środowiska: podstawowe definicje i informacje na temat środowiska naturalnego, jego czterech podstawowych składników (atmosfera ziemska, woda, ziemia, organizmy żywe), ekologii, historii zmian ekologicznych, przyczyn zagrożeń środowiska, zasady zrównoważonego rozwoju.
2. Prawa termodynamiki w opisie procesów zachodzących w środowisku naturalnym: I, II, III i zerowa zasada termodynamiki, metabolizm, egzergia, analiza egzegetyczna, przenoszenie energii w środowisku naturalnym.
3. Atmosfera ziemska: budowa, skład chemiczny i własności fizyko-chemiczne atmosfery ziemskiej, zanieczyszczenia atmosfery ziemskiej i związane z nimi zagrożenia globalne: efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze.
4. Wiatr: definicje wiatru, przyczyny powstawania wiatru, moc wiatru (opis matematyczny), wpływ wiatru na klimat w skali lokalnej i globalnej.
5. Woda: budowa i własności fizyko-chemiczne wody, obieg wody w środowisku naturalnym (w tym powstawanie i rodzaje chmur).
6. Fizyka ziemi: gleba, jej budowa i właściwości, własności fizyko-chemiczne gleby, woda w glebie (napięcie powierzchniowe, parowanie wody, itp.).
7. Energia: energia nieodnawialna, odnawialna i niekonwencjonalna: węgiel, ropa naftowa, energia nuklearna, energia spadku wody, energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów morskich, biomasa, biogaz.
8. Przenoszenie zanieczyszczeń w środowisku naturalnym: równowagi fazowe (ciecz - para, ciecz - ciecz, ciecz - ciało stałe, ciecz – para - ciało stałe), współczynnik podziału oktanol-woda, współczynniki podziału pomiędzy składniki środowiska naturalnego, bilanse masy i energii, podstawowe modele przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym.
9. Modelownie przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym: przykłady zastosowania różnych modeli przenoszenia zanieczyszczeń do obliczeń rzeczywistych problemów związanych z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego.

**Metody oceny:**

1. sprawdzian pisemny
2. kolokwium

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. R.P. Schwarzenbach, „Environmental organic chemistry”, John Wiley & Sons, New Jersey, 2003.
2. S.E. Manahan, „Environmental Chemistry”, CRC Press, New York, 2005.
3. H.F. Hemond, E.J. Fechner-Levy, „Chemical Fate and Transport in the Environment”, Academic Press, New York, 2000.
4. D. Mackay, „Multimedia Environmental Models. The Fugacity Approach.”, Taylor & Francis, New York, 2001.
5. R.S. Boethling, D. Mackay, „Handbook of Property Estimation Methods for Chemicals: Environmental and Health Sciences”, Lewis Publishers, Boca Raton, 2000.
6. K.T. Valsaraj, “Elements of Environmental Engineering: Thermodynamics and kinetics”, CRC Press, New York, 2000.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Przedmiot jest realizowany w formie wykładu (15 wykładów po 2 godz.), na którym obecność nie jest obowiązkowa. Przy czym pierwsza część wykładów (8 wykładów) dotyczy zagadnień teoretycznych, a druga część wykładów (7 wykładów) zagadnień praktycznych. W szczególnych przypadkach, zgodnie z zarządzeniem J.M. Rektora PW, wykłady mogą być prowadzone w sposób „zdalny” (na platformach rekomendowanych przez PW, np. MS Teams). Po pierwszej części wykładów (zagadnienia teoretyczne) odbywa się w test pisemny (test wielokrotnego wyboru), składający się z 20 pytań. Za poprawną odpowiedź na każde pytanie otrzymuje się 1 punkt. Za brak poprawnej odpowiedzi otrzymuje się 0 punktów (nie ma punktów ułamkowych). Podczas testu nie można korzystać z żadnych pomocy tzn. kalkulatorów, notatek i innych materiałów dydaktycznych. Zaliczenie drugiej części wykładów (część praktyczna) odbywa się poprzez pisemne rozwiązanie dwóch problemów praktycznych, za które można otrzymać 20 punktów (10 punktów za poprawne rozwiązanie każdego z dwóch zadań praktycznych). W tej części można korzystać z pomocy kalkulatorów.
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z obydwu części sprawdzianów. Ocenę końcową z przedmiotu Environmental Thermodynamics ustala się na podstawie średniej arytmetycznej oceny otrzymanej z testu i sprawdzianu z części praktycznej. Zarówno oceny z testu jak i sprawdzianu dotyczącego części praktycznej są następujące: 5.0 – liczba punktów: 19 - 20; 4.5 – liczba punktów: 17 - 18; 4.0 – liczba punktów: 15 - 16; 3.5 – liczba punktów: 13 - 14; 3.0 – liczba punktów: 11 – 12; brak zaliczenia: < 11 punktów. W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma ugruntowaną wiedzę przydatną do sporządzania bilansów termodynamicznych (masy i energii) dotyczących propagacji zanieczyszczeń w środowisku naturalnym.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG, P6U\_W

**Charakterystyka W2:**

Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do analizy procesów zachodzących w środowisku naturalnym, czyli do sporządzania odpowiednich bilansów materiałowych i energetycznych uwzględniających wszystkie składniki środowiska (atmosfera ziemska, woda, ziemia, organizmy żywe).

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka W3:**

Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z zakresu zastosowań inżynierii chemicznej i procesowej w technologiach przetwarzania energii uzyskiwanej z odnawialnych i niekonwencjonalnych źródeł (energia spadku wody, energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów morskich, biomasa, biogaz, energia nuklearna).

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł w celu wykonania projektu dotyczącego przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy różnymi składnikami środowiska naturalnego.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UK, P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi wykonać projekt dotyczący przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy różnymi (atmosfera ziemska, woda, ziemia, organizmy żywe) składnikami środowiska naturalnego (w skali lokalnej lub globalnej).

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi, w oparciu o nabytą wiedzą dotyczącą środowiska naturalnego i przenoszenia zanieczyszczeń, stosować nowoczesna inżynierię chemiczna i procesowa do projektowania pro-ekologicznych procesów przemysłowych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Mając szeroką wiedzę dotyczącą środowiska naturalnego oraz pojawiających się nowych zagrożeń środowiskowych rozumie potrzebę stałego dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK, P6U\_K

**Charakterystyka KS2:**

Potrafi stosować pro-ekologiczne rozwiązania w badanych zagadnieniach nowoczesnej inżynierii chemicznej i procesowej.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, P6U\_K