

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu:	Zagadnienia transportu w inżynierii środowiska				
Rok akademicki:	2017/2018	Kod:	JFT-1-603-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Fizyki i Informatyki Stosowanej				
Kierunek:	Fizyka Techniczna	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma i tryb studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil kształcenia:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	6
Strona www:	<a href="http://www.fis.agh.edu.pl/~Lenda/transport.html">http://www.fis.agh.edu.pl/~Lenda/transport.html</a>				
Osoba odpowiedzialna:	dr Czaplński Wilhelm (czaplinski@fis.agh.edu.pl)				
Osoby prowadzące:	dr Czaplński Wilhelm (czaplinski@fis.agh.edu.pl)				

### Krótką charakterystyka modułu

Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom matematycznego opisu transportu masy, pędu i energii w środowisku.

### 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	Student ma szansę zdobyć wiedzę o równaniach różniczkowych wykorzystywanych w fizyce środowiska oraz stawianiu stosownych warunków początkowych i brzegowych.	FT1A_W01, FT1A_W06	Egzamin
M_W002	Student ma szansę zdobyć wiedzę o najważniejszych sposobach przekazu energii wewnętrznej między układami fizycznymi.	FT1A_W01, FT1A_W06	Egzamin, Aktywność na zajęciach, Referat, Udział w dyskusji
M_W003	Student ma szansę zdobyć wiedzę z zakresu mechaniki płynów; zna genezę równania Navier-Stokesa w ujęciu tensorowym; dowiedzieć się co to jest współczynnik lepkości, przepływ laminarny i potencjalny; wie co to jest prawo Darcy'ego.	FT1A_W01, FT1A_W06	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Egzamin, Referat
Umiejętności			

M_U001	Student ma szansę nauczyć się jak ułożyć bilans wejścia-wyjścia dla masy i liczby cząstek zawartych w układzie, wyprowadzić stosowne równanie różniczkowe i rozwiązać je z uwzględnieniem warunków brzegowych. Ma szansę dowiedzieć się jak przebiegają podstawowe procesy sedymentacji.	FT1A_U01, FT1A_U04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Referat, Udział w dyskusji
M_U002	W oparciu o podstawowe rozwiązania problemów dyfuzyjnych student ma szansę nauczyć się jak prognozować tempo zachodzenia dyfuzji z uwzględnieniem ich skutków dla środowiska.	FT1A_U01, FT1A_U02, FT1A_U04	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Referat, Udział w dyskusji
M_U003	Student ma szansę nauczyć się jak przebiega transport zanieczyszczeń w powietrzu, których emiterami są źródła punktowe (typu komin fabryczny), jak również przeprowadzać analizę charakterystycznych skal czasowych dla tego procesu.	FT1A_U01, FT1A_U02, FT1A_U04	Kolokwium, Aktywność na zajęciach, Referat, Udział w dyskusji
<b>Kompetencje społeczne</b>			
M_K001	Student ma szansę nauczyć się współpracować w zespole rozwiązującym problemy rachunkowe o konkretnym profilu fizycznym. Wyszukuje w Internecie strony zawierające odpowiednie wiadomości i na ich podstawie opracować referat, a także – korzystając z pomocy prowadzącego zajęcia – zastosować zdobyte wiadomości do opracowania pracy inżynierskiej ze środowiskowych zagadnień transportu.	FT1A_K05, FT1A_K04, FT1A_K01	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach, Referat

## 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
<b>Wiedza</b>												
M_W001	Student ma szansę zdobyć wiedzę o równaniach różniczkowych wykorzystywanych w fizyce środowiska oraz stawianiu stosownych warunków początkowych i brzegowych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student ma szansę zdobyć wiedzę o najważniejszych sposobach przekazu energii wewnętrznej między układami fizycznymi.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W003	Student ma szansę zdobyć wiedzę z zakresu mechaniki płynów; zna genezę równania Navier-Stokesa w ujęciu tensorowym; dowiedzieć się co to jest współczynnik lepkości, przepływ laminarny i potencjalny; wie co to jest prawo Darcy'ego.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student ma szansę nauczyć się jak ułożyć bilans wejścia-wyjścia dla masy i liczby cząstek zawartych w układzie, wyprowadzić stosowne równanie różniczkowe i rozwiązać je z uwzględnieniem warunków brzegowych. Ma szansę dowiedzieć się jak przebiegają podstawowe procesy sedymentacji.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	W oparciu o podstawowe rozwiązania problemów dyfuzyjnych student ma szansę nauczyć się jak prognozować tempo zachodzenia dyfuzji z uwzględnieniem ich skutków dla środowiska.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student ma szansę nauczyć się jak przebiega transport zanieczyszczeń w powietrzu, których emiterami są źródła punktowe (typu komin fabryczny), jak również przeprowadzać analizę charakterystycznych skal czasowych dla tego procesu.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student ma szansę nauczyć się współpracować w zespole rozwiązującym problemy rachunkowe o konkretnym profilu fizycznym. Wyszukuje w Internecie strony zawierające odpowiednie wiadomości i na ich podstawie opracować referat, a także - korzystając z pomocy prowadzącego zajęcia - zastosować zdobyte wiadomości do opracowania pracy inżynierskiej ze środowiskowych zagadnień transportu.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

## Wykład

Równania różniczkowe cząstkowe wykorzystywane w fizyce środowiska - 4 godz.

Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych oraz towarzyszące im warunki początkowe i brzegowe.

Prawa zachowania w ośrodkach ciągłych - 2 godz.

Pojęcie układu, gęstości strumienia i strumienia.

Termodynamiczne podstawy opisu przekazu energii na sposób ciepła - 3 godz.

- elementy kalorymetrii,
- prawo Fouriera i równanie przewodnictwa cieplnego,
- przekaz energii poprzez konwekcję.

Przekaz energii poprzez promieniowanie elektromagnetyczne - 2 godz.

Prawo Stefana-Boltzmana.

Podstawy mechaniki płynów - 5 godz.

- płyny newtonowskie i współczynnik lepkości, tensor naprężeń ścinania,
- wyprowadzenie równania Navier-Stokesa,
- płyn idealny, równanie Eulera, przepływ potencjalny,
- przepływ w ośrodkach porowatych – prawo Darcy’ego.

Zawiesiny cząsteczkowe o niskich stężeniach - 4 godz.

- zawiesiny cząsteczkowe o niskich koncentracjach i ich przepływy dla małej liczby Reynoldsa,
- sedymencja objętościowa (przypadek zerowego i pełnego mieszania, sedymencja ciągła).

Dyfuzyjny transport masy, pierwsze i drugie prawo Ficka - 4 godz.

- dyfuzja stacjonarna z zerowym transferem masy,
- dyfuzja stacjonarna z jednorodną i niejednorodną reakcją chemiczną na powierzchniach cząstek.

Model smugi Gaussowskiej w powietrzu - 4 godz.

Modelowanie dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze.

## Ćwiczenia audytoryjne

Przekaz energii na sposób ciepła i promieniowania elektromagnetycznego 3 godz.

- Student ma szansę przećwiczyć (rozwiązując zadania rachunkowe) obliczanie temperatur ciał oraz gęstości strumieni i całkowitych strumieni energii wewnętrznej i elektromagnetycznej prowadzących do równowagi termodynamicznej ciał o różnych kształtach.

Model smugi Gaussowskiej w powietrzu - 1.5 godz.

- Student ma szansę przećwiczyć (rozwiązując zadania rachunkowe) modelowanie dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze, których źródłami są kominy fabryczne.

Zawiesiny cząsteczkowe o niskich stężeniach - 1.5 godz.

Efekty kształcenia:

- Student ma szansę przećwiczyć (rozwiązując zadania rachunkowe) układanie bilansu wejścia-wyjścia dla układu jedno- i wielofazowego, a także rozwiązywanie stosownego równania różniczkowego z uwzględnieniem warunku początkowego. Przećwiczyć obliczanie współczynników sedymencji zachodzących w układach stacjonarnych.

Równania hydrodynamiki - 4 godz.

Efekty kształcenia:

- Student ma szansę przećwiczyć (rozwiązując zadania rachunkowe) rozwiązywanie

uproszczonych postaci równania N-S przy różnych geometriach przepływu płynu nielepkiego i lepkiego.

Dyfuzyjny transport masy – 4 godz.

Efekty kształcenia:

- W oparciu o podstawowe rozwiązania problemów dyfuzyjno-adsorpcyjnych student ma szansę przećwiczyć prognozowanie tempa zachodzenia takich procesów z uwzględnieniem ich skutków dla środowiska.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Średnia arytmetyczna oceny z ćwiczeń rachunkowych i oceny z egzaminu.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

- Znajomość podstaw fizyki ośrodków ciągłych (w ramach wykładu fizyki ogólnej)
- Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego w zakresie odpowiadającym pierwszym czterem semestrom studiów

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

- Mark M. Clark, "Transport modeling for environmental engineers and scientists", J.Wiley 1996
- Egbert Boeker, Rienk van Grondelle, "Fizyka środowiska", PWN 2002
- Yunus A. Çengel, "Heat and mass transfer: a practical approach", McGraw Hill, 2006
- L. D. Landau, E. M. Lifszyc, "Hydrodynamika", PWN 1994
- Materiały dydaktyczne na stronie <http://www.ftj.agh.edu.pl/~lenda/transport.html>

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

<http://bpp.agh.edu.pl/autor/czaplinski-wilhelm-01591>

### **Informacje dodatkowe**

Sposób odrobienia zaległości spowodowanych nieobecnością na ćwiczeniach rachunkowych:

W razie nieobecności na co najmniej trzech kolejnych zajęciach student powinien zaliczyć zaległy materiał ustnie lub pisemnie.

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

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	31 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Przygotowanie do zajęć	30 godz
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych	15 godz
Udział w wykładach	30 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	108 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS