



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Podstawy inżynierii chemicznej [S1IFar2>PIC1]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria farmaceutyczna

Rok/Semestr

2/4

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Grzegorz Musielak  
grzegorz.musielak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać wiedzę z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego i całkowego (K\_W2). Student powinien posiadać wiedzę z fizyki, w szczególności mechaniki oraz termodynamiki, w zakresie umożliwiającym wprowadzenie do opisu zjawisk transportu (K\_W3). Student powinien potrafić samodzielnie korzystać z literatury specjalistycznej oraz wyciągać na jej podstawie samodzielne wnioski (K\_U1). Student powinien potrafić realizować samokształcenie (K\_U24). Student powinien rozumieć potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych (K\_K1).

### Cel przedmiotu

Opanowanie wiedzy z zakresu transportu pędu i ciepła (w szczególności statyki, kinematyki oraz dynamiki płynów oraz ustalonych zagadnień wymiany ciepła). Wykorzystanie tej wiedzy do obliczania sił oddziaływujących pomiędzy płynem a ciałami stałymi, obliczeń układów hydraulicznych, pomiarów hydraulicznych, doboru pomp, do formułowania problemów wymiany ciepła oraz rozwiązywania zagadnień ustalonego przewodzenia ciepła w ciałach stałych o różnej geometrii i warunkach brzegowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. znajomość statyki płynów i sił oddziaływujących statycznie [K\_W10, K\_W12]
2. znajomość kinematyki płynów [K\_W10, K\_W12]
3. znajomość dynamiki płynów [K\_W10, K\_W12]
4. znajomość mechanizmów transportu ciepła [K\_W10]
5. znajomość równania transportu ciepła [K\_W10]
6. znajomość sposobów zwiększania intensywności wymiany ciepła [K\_W10]

Umiejętności:

1. umiejętność identyfikacji oraz analizy procesów podstawowych inżynierii chemicznej [K\_U14, K\_U15]
2. umiejętność obliczenia sił oddziaływujących pomiędzy płynem a ciałem stałym [K\_U13]
3. umiejętność obliczania i projektowania prostych układów hydraulicznych [K\_U13, K\_U17]
4. umiejętność doboru pomp dla układów hydraulicznych [K\_U13, K\_U16]
5. umiejętność sformułowania i rozwiązania prostego problemu wymiany ciepła [K\_U13, K\_U14]
7. umiejętność korzystania z literatury specjalistycznej dotyczącej inżynierii chemicznej i procesowej [KU\_1]
8. umiejętność samokształcenia [K\_U24]

Kompetencje społeczne:

1. rozumie potrzebę samokształcenia i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych [K\_K1]
2. ma świadomość przestrzegania zasad etyki w szeroko pojętym zakresie [K\_K3, K\_K8]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Zaliczenie ćwiczeń projektowych na podstawie oceny umiejętności rozwiązywania zadań projektowych. Zaliczenie wykładów w formie zdalnej w postaci testu, składającego się z 25 pytań zamkniętych. Za rozwiązanie testu można uzyskać maksymalną liczbę punktów 27. Liczba uzyskanych punktów jest zaokrąglana w dół do wartości całkowitej. Ocena końcowa jest określana w skali liniowej: 0-12 pkt - 2,0; 13-15 pkt. - 3,0; 16-18 pkt. - 3,5; 19-21 pkt. - 4,0; 22-24 pkt. - 4,5; 25-27 pkt. - 5,0..

## Treści programowe

Program obejmuje następujące zagadnienia:

1. Pojęcia podstawowe mechaniki płynów.
2. Statyka płynów.
3. Kinematyka płynów.
4. Równanie ciągłości przepływów.
5. Bilanse pędu, momentu pędu i energii.
6. Płyn idealny.
7. Dynamika płynów rzeczywistych.
8. Podobieństwo przepływów i analiza wymiarowa.
9. Przepływy laminarne i turbulenty.
10. Ustalony przepływ laminarny.
11. Opływ zewnętrzny ciała.
12. Przepływy w przewodach zamkniętych.
13. Pompy.
14. Procesy transportu ciepła.

## Tematyka zajęć

W ramach przedmiotu przedstawia się procesy transportu pędu (mechanikę płynów wraz z hydrauliką) w zakresie związanym z inżynierią farmaceutyczną. W szczególności omawia się: pojęcia podstawowe mechaniki płynów (definicja płynu, cieczy, gazu, przedmiot badań i podział mechaniki płynów, płyn jako ośrodek ciągły, polowy charakter opisu płynu, właściwości płynu, siły w płynach, wektor i tensor naprężenia, ciśnienie, napięcie powierzchniowe, wzór Laplace'a); statykę płynów (hydrostatyka i aerostatyka, ciśnienie i siła powierzchniowa, równanie równowagi płynu, naczynia połączone, prawo Pascala, zasada ciągu kominowego, równowaga bezwzględna i względna cieczy, parcie cieczy na powierzchni płaskie i zakrzywione, wypór hydrostatyczny, prawo Archimedes'a); kinematykę płynów (opis ruchu płynu w ujęciu Lagrange'a i Eulera, pochodna materialna, przepływy ustalone i nieustalone, linie opisujące ruch płynu, interpretacja fizyczna tensorów prędkości deformacji i

wiru);  
równanie ciągłości przepływów (globalny i lokalny bilans masy w układach zamkniętym i otwartym, masowe natężenie przepływu, gęstość strumienia masy, przepływ ustalony, przepływ płynu nieściśliwego i objętościowe natężenia przepływu);  
bilanse pędu, momentu pędu i energii (globalne i lokalne bilanse, bilans pędu dla procesów ustalonych, oddziaływanie płynu na ścianki);  
płyn idealny (definicja płynu idealnego, równania Eulera, równanie Bernoulliego, ciśnienie statyczne, ciśnienie dynamiczne, ciśnienie hydrostatyczne, wysokość ciśnienia, wysokość prędkości, wysokość położenia (niwelacyjna), równanie B. dla wąskiej strugi, współczynnik Coriolisa);  
dynamikę płynów rzeczywistych (uogólniona hipoteza lepkości Newtona, równania Naviera - Stokesa);  
podobieństwo przepływów i analizę wymiarową (podobieństwo geometryczne, kinematyczne oraz dynamiczne, warunki podobieństwa, liczby kryterialne Strouhala, Eulera, Newtona, Reynoldsa, Froude'a, Macha, Webera, parametry wymiarowe i bezwymiarowe, I i II twierdzenie Buckinghama, baza wymiarowa, potęgowa postać (Rayleigh) w analizie wymiarowej);  
przepływy laminarne i turbulენტne (doświadczenie Reynoldsa, krytyczne prędkości i krytyczne liczby Reynoldsa, charakterystyka ruchu turbulენტnego);  
ustalone przepływy laminarne (przepływy Couette'a, Poiseuille'a, spływ filmowy, przepływ Hagena - Poiseuille'a);  
opływ zewnętrzny ciał (siła oporu, siła nośna, współczynnik oporu i współczynnik siły nośnej);  
hydrodynamiczną warstwę przyścienną (laminarna, przejściowa i turbulენტna część warstwy przyściennej, grubość przesunięcia i grubość straty pędu, oderwanie warstwy przyściennej, współczynnik oporu);  
przepływy w przewodach zamkniętych (równanie Darcy - Weisbacha, współczynnik tarcia, wzory: Blasiusa, Krajenki, Prandtla - Karmana, Nikuradze, Colebrooke'a - White'a, opory miejscowe, współczynnik strat miejscowych, zmodyfikowane równanie Bernoulliego, obliczenia hydrauliczne rurociągów, wykres Ancony, rurociągi długie);  
pompy (podział pomp, wydajność pompy, wysokość podnoszenia, moc, charakterystyka pompy, charakterystyka rurociągu, dobór pompy).  
Wprowadza się również procesy transportu ciepła, które obejmują:  
proste mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie, konwekcja, promieniowanie) wraz z prawami je opisującymi;  
przejmowanie i przenikanie ciepła;  
równanie różniczkowe przewodzenia ciepła w ciałach stałych (postać ogólna, postaci szczególne, warunki jednoznaczności rozwiązania);  
rozwiązanie równania przewodzenia ciepła w procesie ustalonego transportu ciepła przez płaską ściankę, wydrążone walec i kulę.

## Metody dydaktyczne

wykład oraz obliczeniowe ćwiczenia projektowe

## Literatura

Podstawowa:

1. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT Warszawa 2001, wyd. 2;
2. R. Gryboś, Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa, 1998;
3. R. Gryboś, Mechanika płynów z hydrauliką, Wyd. Politechniki Śląskiej, 1999, wyd. 10;
4. J. Bukowski, Mechanika płynów, PWN Warszawa, 1970, wyd. 3;
5. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, Zadania z mechaniki płynów w inżynierii środowiska, WNT Warszawa 2001;
6. R. Gryboś, Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów, PWN, Warszawa 2002;
7. T. Hobler, Ruch ciepła i wymienniki, wyd. 4, Warszawa, PWN 1971;
8. S. Wiśniewski, T. Wiśniewski, Wymiana ciepła, WNT Warszawa 2000, Wyd. V.

Uzupełniająca:

1. E. Tuliszką, Mechanika płynów, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1969;
2. J.A. Kołodziej, Podstawy mechaniki płynów, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 1982;
3. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT Warszawa 1983;
4. Płanowski A.N., Ramm W.M., Kagan S.Z. Procesy i aparaty w technologii chemicznej. Seria

- wydawnicza: Inżynieria chemiczna, WNT Warszawa 1974;  
 5. J.E. Elsner, Turbulencja przepływów, PWN Warszawa 1987;  
 6. Podstawowe procesy inżynierii chemicznej. Przenoszenie pędu, ciepła i masy, praca zbiorowa pod red. Z. Ziolkowskiego, PWN Warszawa 1982;  
 7. Zadania projektowe z inżynierii procesowej, praca zbiorowa pod red. M. Kozłowskiego, Wyd. Politechniki Warszawskiej 2002, wyd. 2;  
 8. K.F. Pawłow, P.G. Romankow, A.A. Noskow, Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej, WNT Warszawa, wyd. 5;  
 9. Kowalski S.J., Teoria procesów przepływowych cieplnych i dyfuzyjnych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Wyd. 1999 oraz 2008.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	50	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	25	1,00