

„ZATWIERDZAM”

.....

.....

KARTA INFORMACYJNA PRZEDMIOTU/ZAJĘĆ
(wersja anglojęzyczna w przypadku przedmiotu/zajęć w j. angielskim)

nazwa przedmiotu	inżynieria chemiczna	chemical engineering
Kod przedmiotu	WTCCXCSI-ICH	
Język wykładowy	polski	
Profil studiów	ogólnoakademicki	
Forma studiów	stacjonarne	
Poziom studiów	jednolite studia magisterskie	
Rodzaj przedmiotu	obowiązkowy	
Obowiązuje od naboru	2019/2020	
Forma zajęć, liczba godzin/rygor, razem godz., pkt ECTS	np. W 46/x, C 30/+, razem: 76 godz., 8 pkt ECTS	
Przedmioty wprowadzające	Matematyka / umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych Fizyka / znajomość mechaniki w zakresie programu studiów inżynierskich, umiejętność zapisywania bilansu sił	
Semestr/kierunek studiów	semestr V / chemia	
Autor	dr inż. Krzysztof Jasek	
Jednostka organizacyjna odpowiedzialna za przedmiot	WTC, Instytut Chemii	
Skrócony opis przedmiotu	Podstawy dynamiki płynów, przepływ płynów przez elementy aparatury chemicznej, ruch ciał stałych w płynach, filtracja, wirowanie i mieszanie, przewodzenie ciepła, promieniowanie cieplne, konwekcja cieplna, przenikanie ciepła, stężanie roztworów, ogólne prawa dyfuzyjnego ruchu masy, destylacja i rektyfikacja, absorpcja, nawilżanie i suszenie, ekstrakcja i ługowanie, krystalizacja.	
Pełny opis przedmiotu (treści programowe)	Wykłady 1. PODSTAWY DYNAMIKI PŁYNÓW / w 4 godz. Dynamika płynów doskonałych (równanie ciągłości strugi, równanie Bernoulliego, bilans materiałowy i energetyczny przepływu płynów doskonałych). Lepkość gazów i cieczy. Tarcie wewnątrz płynów. Bilans materiałowy i energetyczny przepływu płynów rzeczywistych. 2. PRZEPŁYW PŁYNÓW PRZESZ ELEMENTY APARATURY CHEMICZNEJ / w 6 godz. Rodzaje przepływu płynów. Energia kinetyczna płynu w ruchu burzliwym i laminarnym. Praca wydatkowana na transport cieczy i gazów w przewodach. Zasady analizy wymiarowej. Obliczanie współczynników oporu. Lokalne opory przepływu. Szczególne rodzaje przepływu płynów. Wpływ cieczy ze zbiorników. Opory podczas przepływu płynów	

przez warstwę wypełnienia. Elementy teorii ciągu naturalnego.

3. RUCH CIAŁ STAŁYCH W PŁYNACH / w 4 godz.
Opory ruchu cząstek ciał stałych w płynach. Opadanie grawitacyjne, niezakłócone. Zasady klasyfikacji hydraulicznej. Odpylanie gazów technicznych. Sedymentacja zawiesin. Przepływ pęcherzyków gazu przez ciecz. Fluidyzacja.

4. FILTRACJA / w 2 godz.
Właściwości osadów ściśliwych i nieściśliwych. Filtracja pod stałym ciśnieniem. Filtracja przy stałym objętościowym natężeniu przepływu. Przemywanie osadów. Rozdzielanie emulsji i zawiesin pod działaniem siły odśrodkowej.

5. WIROWANIE I MIESZANIE / w 2 godz.
Teoria wirowania. Hydrocyklony. Ruch cieczy w mieszalnikach. Moc i efektywność mieszania.

6. PRZEWODZENIE CIEPŁA / w 2 godz.
Równanie Fouriera. Wyznaczanie współczynników przewodzenia ciepła (gazów cieczy i ciał stałych). Przewodzenie ciepła przez ściankę płaską. Przewodzenie przez ściankę cylindryczną.

7. PROMIENIOWANIE CIEPLNE / w 2 godz.
Promieniowanie ciał doskonale czarnych; podstawowe prawa promieniowania (Plancka, Wiena, Stefana-Boltzmanna, Kirchhoffa i Lamberta). Promieniowanie ciał szarych. Specyfika promieniowania gazów.

8. KONWEKCJA CIEPLNA / w 2 godz.
Wnikanie ciepła podczas konwekcji wymuszonej. Swobodna konwekcja płynu. Wnikanie ciepła podczas wrzenia cieczy i kondensacji pary.

9. PRZENIKANIE CIEPŁA / w 2 godz.
Przenikanie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Specyfika przenikania ciepła przez ściankę uźebrowaną. Izolacja cieplna. Zastępcza różnica temperatur. Obliczanie wymienników ciepła.

10. STĘŻANIE ROZTWORÓW / w 2 godz.
Wyparki jedno- i wielodziałowe. Bilans materiałowy i cieplny wyparki. Przenikanie ciepła w wyparce. Obliczanie optymalnej liczby działów w wyparce wielodziałowej.

11. OGÓLNE PRAWA DYFUZYJNEGO RUCHU MASY / w 4 godz.
Równanie Ficka. Kinematyczny współczynnik dyfuzji; dyskusja wzoru Gillilanda. Dyfuzja równomolowa, przeciwnokierunkowa. Przenikanie masy między dwiema fazami; podstawy teorii Withmana. Obliczanie współczynników wnikania masy.

12. DESTYLACJA I REKTYFIKACJA / w 4 godz.
Lotność i lotność względna. Równowaga fizykochemiczna wieloskładnikowych układów ciecz-para. Destylacja różniczkowa i równowagowa. Destylacja z parą wodną. Destylacja molekularna. Bilans materiałowy kolumny rektyfikacyjnej. Bilans cieplny kolumny. Bilans materiałowy i cieplny półki teoretycznej. Równania i przebiegi linii operacyjnej. Powrót i jego wpływ na rektyfikację.

13. ABSORPCJA / w 4 godz.
Równowaga absorpcyjna. Bilans materiałowy absorpcji. Absorpcja w aparatach półkowych. Kolumny absorpcyjne. Wpływ temperatury na przebieg procesu absorpcji. Desorpcja.

14. NAWILŻANIE I SUSZENIE / w 2 godz.
Podstawowe właściwości układu powietrze-para wodna. Bilans materiałowy i energetyczny procesów. Nawilżanie powietrza. Elementy równowagi suszarniczej. Suszenie adiabatyczne i izotermiczne. Wykresy suszarnicze. Kinetyka suszenia i nawilżania.

15. EKSTRAKCJA I ŁUGOWANIE / w 2 godz.
Stała podziału. Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz. Ekstrakcja jedno- i wielostopniowa. Ekstrakcja ciągła. Powrót. Obliczenia stopnia ekstrakcji. Równowaga ługowania. Ługowanie jednostopniowe. Obliczanie teoretycznych stopni kontaktu.

16. KRYSTALIZACJA / w 2 godz.
Rozpuszczalność soli. Roztwory przesycone. Znaczenie jąder kondensacji. Dyfuzyjna teoria wzrostu kryształów.

Ćwiczenia

	1. PODSTAWY DYNAMIKI PŁYNÓW / ćw 4 godz. Rozwiązanie zadań ze statyki płynów. Równanie Bernoulliego dla płynów doskonałych. 2. PRZEPŁYW PŁYNÓW PRZESZ ELEMENTY APARATURY CHEMICZNEJ / ćw 6 godz. Obliczanie lokalnych i lepkościowych współczynników oporu. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych 3. RUCH CIAŁ STAŁYCH W PŁYNACH / ćw 6 godz. Obliczanie oporów ruchu cząstek ciał stałych w płynach oraz prędkości opadania. Obliczenia opadania cząstek w procesach odpylania. 4. FILTRACJA / ćw 2 godz. Obliczenia filtrów pracujących przy stałym ciśnieniu oraz objętościowym natężeniem przepływu. 5. PRZEWODZENIE CIEPŁA / ćw 2 godz. Wyznaczanie strumieni ciepła w procesie przewodzenia przez ściankę płaską i cylindryczną. 6. PROMIENIOWANIE CIEPLNE / ćw 2 godz. Wyznaczanie strumieni ciepła w wyniku promieniowania cieplnego. 7. KONWEKCJA CIEPLNA / ćw 4 godz. Obliczanie współczynników wnikania ciepła i transportu ciepła w procesie konwekcji wymuszonej i swobodnej. 8. PRZENIKANIE CIEPŁA / w 2 godz. ćw 4 godz. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Wyznaczanie strumieni ciepła w procesie przenikania przez ściankę płaską i cylindryczną. Obliczanie wymienników ciepła.
Literatura	Podstawowa: 1. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki, <i>Zadania z mechaniki płynów w inżynierii ochrony środowiska</i>, WNT, Warszawa, 2001. 2. R. Zarzycki, <i>Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii ochrony środowiska</i>, WNT, Warszawa, 2005. 3. M. Serwiński, <i>Zasady inżynierii chemicznej. Operacje jednostkowe</i>, WNT, Warszawa, 1972. Uzupełniająca: 1. D. Ciborowski, <i>Inżynieria chemiczna. Inżynieria procesowa</i>. PWN Warszawa, 1991. 2. P. G. Romanow, <i>Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej</i>, WNT, Warszawa, 1993.
Efekty uczenia się	W1 - Student zna podstawy teorii analizy wymiarowej, najważniejsze liczby kryterialne, ich sens fizyczny oraz znaczenie w naukach inżynierskich - K_W5. W2 - Zna zasady przepływu płynów doskonałych i rzeczywistych w przewodach oraz przez warstwę wypełnienia - K_W15. W3 - Zna teorię ruchu ciał stałych w płynach oraz jej zastosowanie w takich operacjach jednostkowych, jak klasyfikacja hydrauliczna, odpylanie gazów technicznych, filtracja, sedimentacja zawiesin, fluidyzacja, wirowanie i mieszanie - K_W15. W4 - Zna teorię transportu ciepła w ciałach stałych, pomiędzy płynem i ciałem stałym oraz pomiędzy płynami rozdzielonymi przeponą, a także w wyniku promieniowania cieplnego - K_W15. W5 - Zna podstawy teorii dyfuzyjnego ruchu masy w układach jedno- i dwufazowych oraz jej zastosowania do procesów destylacji, rektyfikacji, absorpcji, suszenia, nawilżania, ekstrakcji, ługowania i krystalizacji - K_W15. W6 - Zna budowę typowej aparatury chemicznej oraz podstawy projektowania jej elementów - K_W15. U1 - Potrafi zapisać bilans masy i energii dla typowych układów hydraulicznych stosowanych w przemyśle chemicznym oraz wyznaczyć parametry ruchu płynów (ciśnienie, prędkość, natężenie przepływu, itp.) - K_U16. U2 - Potrafi wyznaczyć strumień ciepła w dla stacjonarnych procesów przewodzenia i konwekcji oraz promieniowania cieplnego - K_U16.

	<i>U3 - Potrafi zapisać bilans materiałowy i cieplny dla procesów destylacji, rektyfikacji, absorpcji, suszenia, nawilżania, ekstrakcji, ługowania i krystalizacji - K_U16.</i> <i>U4 - Potrafi wykorzystać wiedzę fizykochemiczną i matematyczną do obliczania i modelowania podstawowych operacji fizycznych w inżynierii chemicznej i procesowej - K_U03, K_U13, K_U16.</i> <i>K1 - Ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na bezpieczeństwo i środowisko podczas całego cyklu życia wytworów tej działalności - K_K05.</i>
Metody i kryteria oceniania (sposób sprawdzania osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się)	Przedmiot zaliczany jest na podstawie: egzaminu. Ćwiczenia zaliczane są na podstawie: kolokwii i ocen z zajęć. Egzamin przedmiotu jest prowadzony w formie pisemnej. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń. Osiągnięcie efektów W1 – W6 i K1 - weryfikowane jest na egzaminie. Osiągnięcie efektów U1 – U4 - sprawdzane jest t trakcie ćwiczeń oraz na kolokwiah. Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami uczenia w stopniu bardzo dobrym, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy. Wykazuje się wytrwałością i samodzielnością w pokonywaniu trudności oraz systematycznością pracy. Ocenę dobrą otrzymuje student, który otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane efektami uczenia w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy o średnim stopniu trudności. Ocenę dostateczną otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane efektami uczenia w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje zadania i problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela. Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.
Bilans ECTS (nakład pracy studenta)	Aktywność / obciążenie studenta w godz. 1. Udział w wykładach / 46 2. Udział w laboratoriach / - 3. Udział w ćwiczeniach / 30 4. Udział w seminariach / - 5. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów /70 6. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów / - 7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń / 50 8. Samodzielne przygotowanie do seminarium / - 9. Realizacja projektu / - 10. Udział w konsultacjach / 10 11. Przygotowanie do egzaminu / 18 12. Przygotowanie do zaliczenia / - 13. Udział w egzaminie / 2 Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 226 godz./8 ECTS Zajęcia z udziałem nauczycieli (1+2+3+4+9+10+13): 88 godz./ 3 ECTS Zajęcia powiązane z działalnością naukową/ 226 godz. / 8 ECTS Zajęcia o charakterze praktycznym¹⁵ 0 godz./ 0 ECTS

autor

kierownik
jednostki organizacyjnej odpowiedzialnej za przedmiot

.....

.....