Politechnika Łódzka

Inżynieria chemiczna w przemyśle petrochemicznym

Karta przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria bezpieczeństwa pracy **Specjalność/ścieżka** - **Jednostka organizacyjna** Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska **Poziom studiów** studia pierwszego stopnia (inżynier) **Forma studiów** studia stacjonarne **Profil studiów** ogólnoakademicki	**Cykl dydaktyczny** 2026/27 **Kod przedmiotu** **Język wykładowy** polski **Obligatoryjność** Przedmioty do wyboru **Blok zajęciowy** Przedmioty kierunkowe **Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi** Tak

Kierownik przedmiotu	Piotr Owczarz
Prowadzący zajęcia	Piotr Owczarz, Mariola Błaszczyk, Anna Rył, Jarosław Sowiński, Bertrand Jóźwiak

Okres Semestr 3	**Forma weryfikacji efektów uczenia się** Egzamin **Rodzaj i godziny zajęć** • Wykład: 30 • Ćwiczenia: 30 • Zajęcia laboratoryjne: 30	**Liczba punktów ECTS** 7

Wymagania wstępne

Znajomość Matematyki I, Fizyki I oraz Wstępu do analizy matematycznej, podstaw rachunku różniczkowego oraz rozwiązywać układy równań różniczkowych.

Efekty uczenia się

Kod	Efekty uczenia się	Szczegółowe wskaźniki osiągnięcia efektów
1IBP1	Ma wiedzę w zakresie nauk podstawowych i stosowanych, niezbędną do rozwiązywania problemów z zakresu inżynierii bezpieczeństwa pracy.	1IBP1.1 Definiuje i opisuje podstawowe pojęcia, teorie i zależności z zakresu nauk podstawowych i stosowanych, istotne dla inżynierii bezpieczeństwa pracy.
1IBP2	Ma szczegółową wiedzę z zakresu prawa pracy, czynników zagrożeń, środków bezpieczeństwa i ochrony, ergonomii, wypadków przy pracy, chorób zawodowych, awarii, bezpieczeństwa procesów przemysłowych, oraz ratownictwa technicznego i medycznego, niezbędną do zapewnienia i doskonalenia bezpiecznych i higienicznych warunków środowiska pracy.	1IBP2.2 Wymienia zasady bezpiecznej pracy oraz obsługi maszyn i urządzeń oraz instalacji przemysłowych.
1IBP5	Potrafi pozyskiwać i analizować informacje z różnych źródeł, planować i przeprowadzać eksperymenty, analizować rozwiązania techniczne i organizacyjne, i interpretować uzyskane wyniki, wyciągać wnioski, brać udział w dyskusjach, debatach oraz sporządzać dokumentację w zakresie potrzeb zadaniowych służby BHP w przedsiębiorstwie.	1IBP5.2 Planuje i przeprowadza eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, analizuje i interpretuje uzyskane wyniki, wyciąga wnioski i sporządza dokumentację.
1IBP8	Potrafi uwzględniać aspekty systemowe i pozatechniczne (moralne, ekonomiczne, środowiskowe i prawne) w realizacji zadań z zakresu inżynierii bezpieczeństwa pracy oraz planować i realizować działania indywidualnie i zespołowo oraz posiada umiejętności zdobywania nowej wiedzy.	1IBP8.2 Współdziała z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdystyplinarnym), pełniąc różnorodne role w zależności od potrzeb grupy.

Treści programowe

Procesy technologiczne stosowane w przemyśle petrochemicznym. Ruch masy, ciepła i pędu w kontekście projektowania i optymalizacji procesów inżynierii chemicznej.

Informacje rozszerzone

Szczegółowe treści przedmiotowe

Lp.	Szczegółowe treści przedmiotowe	Rodzaj zajęć
1.	Wprowadzenie do przemysłu petrochemicznego Definicja i zakres przemysłu petrochemicznego. Rola inżynierii chemicznej w sektorze rafineryjnym i petrochemicznym. Podstawowe typy surowców: ropa naftowa, gaz ziemny, frakcje pochodzące z rafinacji Najważniejsze produkty: paliwa (benzyna, olej napędowy, LPG, lotnicze), petrochemikalia podstawowe (etyl, propyl, benzen, toluen), tworzywa sztuczne, włókna syntetyczne, detergenty	Wykład
2.	Surowce i ich charakterystyka Budowa i skład ropy naftowej. Właściwości fizyczne frakcji ropy: benzynowa, naftowa, gazolowa, olejowa, pozostałości ciężkie (mazut, asfalteny) Gaz ziemny: skład (metan, etan, propan, butan, siarkowodór), metody oczyszczania.	Wykład
3.	Podstawy mechaniki płynów: 1. Właściwości fizyczne płynów, Naprężenia lepkie w płynach rzeczywistych. Podstawowe modele reologiczne płynów. Równania ruchu płynów i równania Naviera-Stokesa. Przepływ płynu lepkiego przez przewody i spływ cieczy po ściankach. 2. Hipoteza ciągłości. Punkt materialny i element płynu. Siły działające w płynach. Ciśnienie hydrostatyczne. Równania równowagi płynu. Potencjał sił masowych. Powierzchnie ekwipotencjalne. Napór statyczny płynu. Siła wyporu i warunki pływania ciał. 3. Podstawy dynamiki płynów: równanie Eulera, równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego i rzeczywistego. Charakterystyka przepływu laminarnego i burzliwego. Hipoteza Reynoldsa i intensywność burzliwości. Uśrednione równania transportu. Naprężenia Reynoldsa. Uniwersalny rozkład prędkości płynu.	Wykład
4.	Budowa, zasada działania charakterystyki pracy pomp wirowych. Charakterystyki układów pomp połączonych szeregowo i równoległe. Dobór pompy do rurociągu. Przepływ gazów w przewodach. Charakterystyki układów hydraulicznych: pomparurociąg, zbiornik naporowy-rurociąg i pompa-zbiornik naporowy-rurociąg	Wykład
5.	Procesy wydobycia i transportu w rurociągach. • Wydobycie z odwiertów. • Wymywanie ropy z łubków. • Transport cieczy nienewtonowskich. • Uniwersalna liczba Reynoldsa, obliczenia oporów przepływu płynów nienewtonowskich itp.	Wykład
6.	Podstawy ruchu ciepła: • mechanizmy ruchu ciepła • przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną, jedno i wielowarstwową • przenikanie ciepła • wymienniki ciepła, metody oblicznia zastępczej różnicy temperatur	Wykład
7.	Podstawy ruchu masy	Wykład
8.	Procesy rafineryjne – Procesy fizyczne przetwórstwa ropy naftowej: • Destylacja atmosferyczna • Destylacja próżniowa • rektyfikacja dwu i wieloskładnikowa • Ekstrakcja rozpuszczalnikowa • Absorpcja i adsorpcja	Wykład

Lp.	Szczegółowe treści przedmiotowe	Rodzaj zajęć
9.	Procesy rafineryjne – Procesy konwersyjne przetwórstwa ropy naftowej: • Kraking termiczny • Kraking katalityczny (FCC) • Reforming katalityczny • Izomeryzacja • Alkilosynteza • Piroliza parowa (steam cracking) – podstawa produkcji etylenu i propylenów	Wykład
10.	Najważniejsze aparaty i urządzenia stosowane w przemyśle petrochemicznym • Kolumny destylacyjne (z półkami, z wypełnieniem) • Reaktory: rurowe, złoża fluidalne (FCC), reaktory katalityczne • Wymienniki ciepła • Piece procesowe (piroliza, reforming) • Separatory i zbiorniki • Sprężarki i pompy	Wykład
11.	Podstawy projektowania procesów petrochemicznych • Bilanse masowe i energetyczne, • Równowaga fazowa w układach wieloskładnikowych • Dobór i modelowanie reaktorów chemicznych • Mechanizmy reakcji i kinetyka chemiczna • Rola symulacji procesowych (np. Aspen Plus, HYSYS)	Wykład
12.	Moduł mechanika płynów: • reometria i reologia cieczy newtowowskich i nienewtonowskich • wyznaczanie spadków ciśnienia w przewodach prostych i rozgałęzionych oraz na oporach lokalnych • badanie opadania cząstek ciała stałego w cieczy; - badanie parametrów przepływu dwufazowego mieszanin gaz-ciecz • wyznaczanie charakterystyk pompy wirowej i zestawu pomp wirowych połączonych szeregowo i równolegle - charakterystyk zbiorczych • badanie wypływu cieczy ze zbiornika. Wyznaczanie współczynnika wypływu dla różnych przystawek • transport pneumatyczny • udar hydrauliczny	Zajęcia laboratoryjne
13.	Moduł ruch ciepła: • badanie wymienników ciepła, rozkład temperatur dla wymienników współ- i przeciwprądowych • wrzenie cieczy	Zajęcia laboratoryjne
14.	Moduł ruch masy: • wnikanie masy w fazie gazowej • rektyfikacja w kolumnie wypełnionej • kinetyka procesu suszenia	Zajęcia laboratoryjne
15.	Obliczanie oporów przepływu i oporów lokalnych podczas przepływu płynów newtonowskich w przewodach całkowicie wypełnionych medium oraz w kanałach otwartych. Charakterystyka pojedynczego rurociągu oraz układów rurociągów połączonych szeregowo i równolegle.	Ćwiczenia
16.	Obliczenia właściwe dla ruchu ciepła: • przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną, jedno i wielowarstwową, obliczenia strumienia cieplnego, rozkładu temeratur w ściance; • wnikanie i przenikanie ciepła - obliczanie współczynników przenikania ciepła dla wielowarstwowej ścianki płaskiej i cylindrycznej; • obliczenia wymienników ciepła, metody oblicznia zastępczej różnicy temperatur	Ćwiczenia

Lp.	Szczegółowe treści przedmiotowe	Rodzaj zajęć
17.	Obliczenia właściwe dla ruchu masy: • Wyrażanie i przeliczanie stężeń. • Współczynniki dyfuzji w fazie gazowej i ciekłej. • Dyfuzja równomolowa przeciwkierunkowa. • Dyfuzja jednego składnika przez drugi składnik nieruchomy (inert). • Wnikanie i przenikanie masy. Współczynniki wnikania i przenikania masy. • Równowaga absorpcyjna. Absorpcja przeciwprądowa, absorpcja współprądowa, bilans masy. • Nawilżanie i suszenie powietrza, wilgotność względna i bezwzględna. • Destylacja i rektyfikacja, bilans masy procesu, wyznaczenie liczby półek teoretycznych, wyznaczanie wysokości równoważnej półce teoretycznej.	Ćwiczenia

Metody i techniki prowadzenia zajęć, warunki zaliczenia

Rodzaj zajęć	Metody i techniki prowadzenia zajęć	Warunki zaliczenia
Wykład	Prezentacja multimedialna, Wykład	Kolokwium pisemne z wykładu. Warunkiem zaliczenia jest otrzymanie pozytywnej oceny tj. uzyskanie minimum 60% możliwych do uzyskania punktów.
Ćwiczenia	Metody twórczego rozwiązywania problemów, Metoda ćwiczebna (np. wykonanie zadań przy tablicy)	Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie pozytywnej oceny (minimum 60% możliwych do uzyskania punktów) z każdego z dwu kolokwiów przeprowadzonych w trakcie semestru. • pierwsze kolokwium obejmuje statykę i dynamikę płynów i ocena z niego stanowi 40% oceny końcowej z ćwiczeń • drugie kolokwium obejmuje podstawowe obliczenia cieplne (bilanse, wyznaczanie współczynników wnikania i przenikania ciepła, podstawowe obliczenia wymienników ciepła) oraz zagadnienia wymiany masy (przeliczanie stężeń, wyznaczenie wartości współczynnika dyfuzji, bikanse procesów absorpcji, destylacji i rektyfikacji, podstawowe obliczenia aparatów stosowanych w procesach wymiany masy), ocena z 2 kolokwium stanowi 60% oceny końcowej z ćwiczeń
Zajęcia laboratoryjne	Praca grupowa, Ćwiczenia laboratoryjne/komputerowe	Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny: • z zaliczenia ustnego dla wszystkich wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych. Uśredniona ocena z kolokwiów ustnych stanowi 15% oceny końcowej z przedmiotu (60% oceny z laboratorium). • otrzymanie pozytywnej oceny ze sprawozdania merytorycznego wykonanego w grupach laboratoryjnych - 10% oceny końcowej z przedmiotu (40% oceny z laboratorium), prowadzący może zróżnicować końcowe oceny ze sprawozdania biorąc pod uwagę bieżąca obserwacja pracy Studenta(ki) podczas zajęć laboratoryjnych m.in. aktywnego udziału w zajęciach laboratoryjnych i udział w opracowaniu wyników

Narzędzia weryfikacji, udział w ocenie końcowej

Rodzaj zajęć	Narzędzia weryfikacji i udział w ocenie końcowej
Wykład	Zaliczenie pisemne: 50%
Ćwiczenia	Zaliczenie pisemne: 25%
Zajęcia laboratoryjne	Zaliczenie ustne: 15% Opracowanie wyników badań: 10%

Weryfikacja efektów

Szczegółowe wskaźniki osiągnięcia efektów	Kryteria weryfikacji	Narzędzie weryfikacji (rodzaj zajęć)
1IBP1.1	Zaliczenie pisemne (kolokwium) Ocena pozytywna, gdy student: • potrafi właściwie definiować podstawowe pojęcia mechaniki płynów, ruchu ciepła i ruchu masy • potrafi zdefiniować zagadnienie i wykonać podstawowe obliczenia z zakresu statyki płynów • potrafi zdefiniować zagadnienie i wykonać podstawowe obliczenia z zakresu dynamiki płynów • potrafi zdefiniować zagadnienie i wykonać podstawowe obliczenia z zakresu wymiany ciepła • potrafi zdefiniować podstawowe zależności konieczne do wykonania bilansów energii i obliczeń wymiennika ciepła • potrafi zdefiniowac zagadnienie i wykonać podstawowe obliczenia z zakresu ruchu masy • dobiera właściwe procesy rozdzielania/oczyszczania surowców w przemyśle petrochemicznym (np. filtracja, ekstrakcja, destylacja, rektyfikacja, krystalizacja, wirowanie itp.) i uzasadnia wybór na podstawie różnic właściwości fizycznych różnych surowców • dobiera właściwe procesy rozdzielania/oczyszczania produktów w przemyśle petrochemicznym (np. filtracja, ekstrakcja, destylacja, rektyfikacja, krystalizacja, wirowanie itp.) i uzasadnia wybór na podstawie różnic właściwości fizycznych tych produktów	Zaliczenie pisemne (Wykład, Ćwiczenia), Opracowanie wyników badań (Zajęcia laboratoryjne)
1IBP2.2	Ocena pozytywna gdy student/ka: • potrafi zdefiniować podstawowe wymagania bezpiecznego prowadzenia procesów petrochemicznych m.in wskazuje kluczowe parametry procesu (np. temperatura, pH, ciśnienie, czas, intensywność grzania i mieszania, stężenia, strumienie) oraz opisuje jak wpływają na bezpieczeństwo procesu • uwzględnia specyfikę przemysłową (skalowanie, bezpieczeństwo procesu, wymagania jakościowe/ryzyko zanieczyszczeń, w tym w kontekście otrzymania produktów petrochemicznych	Zaliczenie ustne (Zajęcia laboratoryjne)
1IBP5.2	Ocena pozytywna, gdy sprawozdanie: • zawiera porównanie wyników eksperymentalnych z co najmniej jednym źródłem literaturowym i/lub modelem teoretycznym (w formie tabel/wykresów); • przedstawia metodę porównania (np. błąd względny, przedziały niepewności, dopasowanie krzywej) oraz poprawne obliczenia; • zawiera interpretację rozbieżności: wpływ warunków doświadczenia, uproszczeń modelu, jakości pomiarów, niepewności i błędów systematycznych; • formułuje wnioski: czy wyniki są zgodne w akceptowalnym zakresie i co to oznacza dla poprawności badań/metody. • interpretuje wyniki w odniesieniu do celu i hipotezy oraz wskazuje ich znaczenie;	Zaliczenie ustne (Zajęcia laboratoryjne), Opracowanie wyników badań (Zajęcia laboratoryjne)
1IBP8.2	Opracowanie wyników badań Ocena pozytywna, gdy student: • potrafi pracować w grupie i poprzez wspólną dyskusję interpretuje wyniki w odniesieniu do celu i hipotezy oraz wskazuje ich znaczenie; • bierze czynny udział w wykonywaniu zajęć laboratoryjnych oraz podczas opracowania otrzymanych wyników i wykonywaniu sprawozdania - na podstawie obserwacji prowadzącego	Opracowanie wyników badań (Zajęcia laboratoryjne)

Literatura

Obowiązkowa

1. M. Dziubiński, J. Prywer, Mechanika płynów dwufazowych, WNT, Warszawa 2010
2. Orzechowski Z., Prywer J., Zarzycki R.: Zbiór zadań z mechaniki płynów w inżynierii środowiska. WNT, Warszawa, 1997
3. M. Serwiński, Zasady inżynierii chemicznej. PWN Warszawa, 1981
4. Z. Kembłowski, S. Michałowski, Cz. Strumiłło, R. Zarzycki, Podstawy teoretyczne inżynierii chemicznej i procesowej, WNT, Warszawa 1985
5. Instrukcja do każdego z wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych
6. Zarzycki R., Prywer J.,:Mechanika Płynów, PWN, Warszawa, 2022
7. Zarzycki R.: Wymiana ciepła, PWN, Warszawa, 2020
8. Zarzycki R.: Dyfuzyjny ruch masy, PWN, Warszawa, 2020

Dodatkowa

1. Faghri A., Zhang Y., Transport phenomena in multiphase systems, Elsevier, Amsterdam 2006
2. Douglas J.F., Solution of Problems in Fluid Mechanics, Pitman Publishing Inc., London 1982

Badania i publikacje

1. Kembłowski, Z., Fidos, H., Kiljański, T., Dziubiński, M., Owczarz, P., Budzyński, P., ... & Strzelecki, W. (2003). Własne konstrukcje specjalnych typów reometrów do badania mediów o złożonych właściwościach reologicznych. Przemysł Chemiczny, 82, 1203-1205.
2. Rył, A., & Owczarz, P. (2020). Injectability of thermosensitive, low-concentrated chitosan colloids as flow phenomenon through the capillary under high shear rate conditions. Polymers, 12(10), 2260.

Rozliczenie punktów ECTS

Forma aktywności studenta	**Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności**
Wykład	30
Ćwiczenia	30
Zajęcia laboratoryjne	30
Przygotowanie do laboratorium	20
Przygotowanie do ćwiczeń	20
Przygotowanie raportu	20
Udział w konsultacjach	10
Przygotowanie do egzaminu końcowego	40
Łączny nakład pracy studenta	**Liczba godzin** 200
Liczba godzin kontaktowych	**Liczba godzin** 90

Liczba punktów ECTS	ECTS 7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
1IBP1.1	Definiuje i opisuje podstawowe pojęcia, teorie i zależności z zakresu nauk podstawowych i stosowanych, istotne dla inżynierii bezpieczeństwa pracy.
1IBP2.2	Wymienia zasady bezpiecznej pracy oraz obsługi maszyn i urządzeń oraz instalacji przemysłowych.
1IBP5.2	Planuje i przeprowadza eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, analizuje i interpretuje uzyskane wyniki, wyciąga wnioski i sporządza dokumentację.
1IBP8.2	Współdziała z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdystyplinarnym), pełniąc różnorodne role w zależności od potrzeb grupy.