

TECHNOLOGIA CHEMICZNA

Moduły wspólne	
Analiza instrumentalna (3 pytania)	Co to są metody optyczne analizy instrumentalnej, przedstaw ich podział oraz objaśnij zasadę pomiaru poznanych technik analitycznych
	Podstawy rozdziału mieszanin metodami chromatograficznymi. Parametry retencji. Charakterystyki układu chromatograficznego: sprawność, rozdzielczość, selektywność. Podstawowe elementy chromatografu. Kolumny chromatograficzne i ich rodzaje. Powszechnie stosowane detektory. Analiza ilościowa i jakościowa
	Podstawy rozdziału mieszanin metodami chromatograficznymi. Parametry retencji. Charakterystyki układu chromatograficznego: sprawność, rozdzielczość, selektywność. Podstawowe elementy chromatografu. Kolumny chromatograficzne i ich rodzaje. Powszechnie stosowane detektory. Analiza ilościowa i jakościowa
Chemia analityczna (2 pytania)	Podstawowe definicje w analizie objętościowej (miano roztworu, krzywa miareczkowania, punkt równoważnikowy (PR) i punkt końcowy (PK) miareczkowania.
	Krzywe miareczkowania w analizie objętościowej
	Wskaźniki PK miareczkowania w analizie objętościowej
	Podstawy teoretyczne miareczkowania alkacymetrycznego, redoksometrycznego, kompleksometrycznego i strąceniowego
	Analiza wagowa
Chemia fizyczna (4 pytania)	Podstawowe obliczenia w analizie chemicznej
	Definicje funkcji termodynamicznych
	Zasady termodynamiki
	Przewidywanie składu destylatu oraz pozostałości podestylacyjnej
	Klasyfikacja półogniw elektrochemicznych
	Typowe przykłady półogniw elektrochemicznych
	Schematy ogniw i półogniw elektrochemicznych i związane z nimi równania reakcji elektrodowych
	Definicja szybkości reakcji
	Rząd i cząsteczkowość reakcji
Wpływ temperatury na stan równowagi	
Chemia ogólna i nieorganiczna (4 pytania)	Budowa materii: cząstki elementarne, atom, cząsteczka, pierwiastek, mol, chemiczne jednostki masy, stany skupienia
	Układ okresowy: prawo okresowości, metale i niemetale, zmiany wybranych właściwości pierwiastków na tle układu
	Wiązania chemiczne i niechemiczne (jonowe, kowalencyjne, koordynacyjne, wodorowe, polarność wiązania i cząsteczki, budowa i struktura typowych cząsteczek)

	Stechiometria wzoru i równania reakcji, typy reakcji chemicznych, reakcje utleniania i redukcji
	Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, rozpuszczalność i iloczyn rozpuszczalności
	Równowaga chemiczna. Stała równowagi. Prawo działania mas. Reguła przekory.
	Elektrolity słabe i mocne: stała i stopień dysocjacji, aktywność jonu, pH, wskaźniki kwasowo – zasadowe
	Hydroлиза soli (równania jonowe i cząsteczkowe, stopień i stała hydrolizy), bufony (skład, pojemność buforowa), odczyn roztworu i pH
	Klasyfikacja związków nieorganicznych, przykłady wodorków, tlenków, wodorotlenków i soli, ich właściwości i stosowanie. Związki kompleksowe: stała trwałości, budowa i izomeria
	Analiza jakościowa wybranych kationów, anionów i soli: tok postępowania na wybranym przykładzie
Chemia organiczna (4 pytania)	Budowa i izomeria związków organicznych
	Efekty przesunięć chemicznych i ich wpływ na właściwości związków organicznych
	Określanie typów reakcji organicznych i rodzajów mechanizmów; indywidua chemiczne
	Nazewnictwo związków organicznych
	Najważniejsze metody otrzymywania poszczególnych klas związków organicznych
	Najważniejsze właściwości fizyczne i chemiczne poszczególnych klas związków organicznych
	Reakcje przegrupowań
	Metody identyfikacji poszczególnych klas związków organicznych
	Mechanizmy reakcji organicznych – reakcje substytucji, eliminacji i addycji, reakcje kondensacji aldolowej i estrowej, reakcje addycji do grupy karbonylowej, reakcje Hella Volharda, Zielinskiego, reakcja podbrominowa Hoffmanna, reakcje dwuazowania i sprzęgania
	Elementy syntezy organicznej – wydłużanie i skracanie łańcucha węglowego, cyklizacja i otwieranie pierścienia, wprowadzanie grup funkcyjnych do łańcucha alkilowego i pierścienia aromatycznego
Mechanika techniczna i maszynoznawstwo (2 pytania)	Równowaga płaskich układów sił zbieżnych i dowolnych
	Więzy i reakcje więzów
	Zasady obliczania środka ciężkości linii i powierzchni
	Podstawowe przypadki wytrzymałościowe: ściskanie, rozciąganie, zginanie
	Definicja i zastosowanie podstawowych części maszyn (połączenia nitowe, spawane, lutowane, gwintowe, sprzęgła)
	Definicja i zastosowanie podstawowych elementów aparatury chemicznej (powłoki, dna, elementy rurociągów, zawory, uszczelnienia)
Podstawowe procesy przemysłu chemicznego i aparatura	Rodzaje i systemy pracy aparatury chemicznej (procesowej)
	Przepływ płynów rzeczywistych: rodzaje przepływu, prawa zachowania, opory przepływu
	Tłoczenie cieczy i gazów; pompy i sprężarki: rodzaje pomp i sprężarek, parametry pracy pomp, charakterystyki pomp,

(3 pytania)	pompy próżniowe
	Materiały rozdrobnione: definicja, ważne parametry i ich znaczenie dla przebiegu procesu z udziałem MR
	Operacje kontaktu faz: rodzaje (przepływ płynu przez złożę MR nieruchomego, fluidyzacja, transport pneumatyczny), ważne parametry, zastosowania, aparatura
	Operacje rozdzielania faz: rodzaje (sedymentacja, klasyfikacja, flotacja, filtracja, odpylanie gazów), ważne parametry, zastosowania, aparatura
	Mieszanie cieczy: zakresy ruchu cieczy podczas mieszania, ważne parametry, znaczenie dla przebiegu procesów, mieszadła i mieszalniki
	Cykl życia produktu i procesu (chemicznego): etapy, analiza LCA, zastosowania
Chemia i technologia polimerów (2 pytania)	Stopniowy i łańcuchowy mechanizm syntezy polimerów. Różnice i podobieństwa
	Główne i uboczne reakcje chemiczne towarzyszące polimeryzacji rodnikowej
	Metody przemysłowego wytwarzania polimerów metodami polimeryzacji rodnikowej
	Mechanizm polimeryzacji jonowej monomerów nienasyconych i cyklicznych
	Polimeryzacja koordynacyjna – zasady jej prowadzenia i najważniejsze polimery otrzymywane tą metodą w skali przemysłowej
	Najważniejsze grupy polimerów naturalnych
Inżynieria chemiczna (4 pytania)	Transport ciepła i masy (Mechanizmy i procesy transportu charakterystyczne dla ruchu ciepła i/lub masy; procesy ustalone oraz nieustalone; siły napędowe przenikania ciepła i/lub masy; średnia siła napędowa na drodze przez wymiennik ciepła i/lub masy; bilanse cieplny i masowy wymiennika ciepła i lub masy)
	Transport masy (dodatkowo) - bilans materiałowy wymiennika masy - linia operacyjna wymiennika masy
	Destylacja (równowaga destylacyjna; wpływ temperatury i ciśnienia na przebieg procesu destylacji; lotność względna układu; równanie Fensky'ego)
	Rektyfikacja (bilanse kolumny rektyfikacyjnej; równania i przebieg linii operacyjnych dla kolumny rektyfikacyjnej ciągłej; powrót i jego wpływ na przebieg rektyfikacji.)
	Ekstrakcja (sposoby realizacji procesu ekstrakcji; techniki prowadzenia ekstrakcji)
	Suszenie (kinetyka suszenia, kinetyczny czas suszenia jako parametr zastępujący powierzchnię wymiany ciepła i masy; suszarka teoretyczna a suszarka rzeczywista; bilanse i przebieg procesu suszenia na wykresie suszarniczym)
	Adsorpcja (praca kolumny adsorpcyjnej oraz kolumny chromatograficznej; równowaga adsorpcyjna w układzie płyn - ciało stałe)
	Krystalizacja (równowaga krystalizacyjna w układzie ciecz - ciało stałe, mechanizmy krystalizacji składające się na proces krystalizacji).
Podstawy technologii	Technologia chemiczna jako nauka

chemicznej (2 pytania)	Teoria podobieństwa
	Właściwości gazów i cieczy – zależność od warunków
	Opracowania chemicznej koncepcji metody (podstawy termodynamiczne i stechiometria procesu)
Technologia chemiczna surowce (3 pytania)	Surowce odtwarzalne i kopalne – przykłady
	Koksowanie węgla – surowiec, główne produkty, sposób realizacji procesu technologicznego
	Ropa naftowa - przeróbka zachowawcza (DRW, otrzymywane frakcje)
	Ropa naftowa - procesy destrukcyjne tj. kraking katalityczny, reforming, piroliza olefinowa (surowce, otrzymywane produkty, sposoby realizacji podstawowych procesów technologicznych)
	Źródła węglowodorów aromatycznych i olefin.
	Gaz syntezowy – skład, wykorzystywane surowce i sposoby wytwarzania
	Źródła paliw
Technologia chemiczna procesy (2 pytania)	Syntezy z udziałem tlenku węgla – metanol, kwas octowy, (najważniejsza metoda wytwarzania: reakcja otrzymywania, stosowane katalizatory; główne kierunki zastosowania)
	Procesy halogenowania – chlorek winylu, (najważniejsza metoda wytwarzania: reakcja otrzymywania, stosowane katalizatory, główne kierunki zastosowania)
	Procesy alkilowania – etylobenzen, kumen (najważniejsza metoda wytwarzania: reakcja otrzymywania, stosowane katalizatory, główne kierunki zastosowania)
	Procesy odwodornienia i uwodornienia: formaldehyd, styren (najważniejsza metoda wytwarzania: reakcja otrzymywania, stosowane katalizatory, główne kierunki zastosowania)
	Procesy utlenienia – tlenek etylenu i propylenu, kwas adypinowy, kwas tereftalowy, fenol i aceton, akrylonitryl (najważniejsza metoda wytwarzania: reakcja otrzymywania, stosowane katalizatory, główne kierunki zastosowania)
Technologia nieorganiczna (2 pytania)	Otrzymywanie amoniaku z pierwiastków
	Otrzymywanie kwasu azotowego z amoniaku
	Otrzymywanie saletry amonowej poprzez zobojętnienie kwasu azotowego amoniakiem
	Charakterystyka surowców i produktów przemysłu sodowego
	Otrzymywanie kwasu siarkowego metodą kontaktową z SO ₂
Otrzymywanie fosforu z rud fosforowych	
Termodynamika techniczna (3 pytania)	Równania stanu gazów
	Wykresy funkcji termodynamicznych w zależności od parametrów z
	Podstawowe pojęcia dotyczące równowag fazowych, równania i wykresy równowagi fazowej: ekstrakcja, destylacja, absorpcja, krystalizacja, adsorpcja
	Nieidealność roztworów i mieszanin, współczynniki aktywności

	Silnik cieplny
Przedmioty specjalistyczne - analiza chemiczna w przemyśle i środowisku (CC/AC-DI)	
Analiza środowiska (2 pytania)	Najwyższe dopuszczalne stężenia i natężenia czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy
	Charakterystyka substancji toksycznych i pyłów
	Klasyfikacja substancji lub preparatów ze względu na ich toksyczność (dawka i jej rodzaje)
	Ocena narażenia zawodowego na szkodliwe substancje chemiczne i pyły
	Monitoring środowiska pracy
	Hałas i oświetlenie – parametry podlegające ocenie ze względu na ochronę pracownika na stanowiskach pracy
Odpady przemysłowe i ich analiza (2 pytania)	Klasyfikacja ogólna odpadów: kategorie, kody identyfikacyjne (grupa, podgrupa, rodzaj), odpady nietoksyczne, odpady niebezpieczne, odpady specjalne
	Kwalifikacja odpadów niebezpiecznych w oparciu o ich właściwości i składniki
	Odpady z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii nieorganicznej i przemysłu chemii organicznej
	Ekstrakcja sekwencyjna w badaniu fizykochemii odpadów
	Bilans masowy analitu w analizie wieloetapowej
	Badanie i ocena frakcji mobilnych metali w stałych odpadach przemysłowych
Pobieranie i przechowywanie próbek analitycznych (1 pytanie)	Etapy procesu analitycznego
	Ogólne zasady pobierania próbek. Rodzaje próbek
	Pobieranie próbek materiałów stałych, ciekłych i gazowych
	Podstawowe etapy i operacje przygotowania próbek środowiskowych do analizy: konserwacja, transport, przechowywanie, obróbka fizyczna, obróbka chemiczna, izolacja i wzbogacania analitów
Spektroskopowe metody analizy (3 pytania)	Prawdopodobieństwa i reguły wyboru przejść elektronowych w spektroskopii rotacyjnej, IR, Ramana oraz Uv-vis
	Fluorescencja i fosforescencja
	Zaawansowane techniki spektrometrii mas: jonizacji ESI, MALDI APCI, technika MS/MS
Zaawansowane metody chromatograficzne (2 pytania)	Techniki przygotowania próbek do analiz metodami chromatograficznymi: przyśpieszona ekstrakcja rozpuszczalnikiem (ASE), ekstrakcja wspomagana promieniowaniem mikrofalowym (MAE), ekstrakcja i mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej (SPE, SPME), analiza fazy nadpowierzchniowej (HS head-space).
	Nowoczesne techniki chromatograficzne: wielowymiarowa chromatografia gazowa (GCxGC) – na czym polega, zalety.
	Metody sprzężone, rodzaje, zalety, kryteria wyboru
	Nowe metodologie kalibracji i oznaczeń ilościowych z minimalizacją efektu matrycy - metoda rozcieńczeń izotopowych, metody ekstrapolacyjne i interpolacyjne
Przedmioty specjalistyczne - technologia organiczna i tworzywa sztuczne (CC/TT-DI)	

Metody badań tworzyw polimerowych (2 pytania)	Kryteria podziału tworzyw sztucznych na elastomery i plastomery
	Właściwości mechaniczne plastomerów i elastomerów. Opis krzywej <i>naprężenie-odkształcenie</i> . Właściwości mechaniczne statyczne (moduły mechaniczne, wytrzymałość mechaniczna na rozciąganie, ściskanie i ścinanie, twardość, odporność na ścieranie) i dynamiczne: (pełzanie, udarność, zależność modułu od temperatury i częstotliwości działania naprężeń, krzywa Wöhlera
	Właściwości termiczne elastomerów i plastomerów. Sposoby oznaczania temperatury zeszklenia. Aparatura i sposób wykonania pomiarów metodami mikrokalorymetrii DSC i DTA. Różnice w obu metodach
	Rodzaje uporządkowania faz w ciekłych kryształach
	Metody optyczne obrazowania struktur krystalicznych
	Podstawy fizyczne analizy rentgenograficznej wykorzystywanej w badaniach struktur polimerowych
Podstawy reologii (2 pytania)	Podstawowe pojęcia reologii, naprężenie, odkształcenie, kinematyka odkształcenia
	Reologiczne równanie stanu, ciała sztywne, ciecz lepkie
	Pojęcie lepkosprężystości polimerów, modele mechaniczne
	Lepkość polimerów przy prostym płynięciu. Właściwości reologiczne stopów i roztworów polimerów
	Praktyczne zastosowanie reologii polimerów: płynięcie izotermiczne i nieizotermiczne stopów polimerowych w kanałach o wybranych przekrojach; płynięcie stopów polimerowych w wylączarce jedno- i dwuślimakowej (reżim technologiczny)
Projektowanie wyrobów i przetwórstwa tworzyw sztucznych (1 pytanie)	Zasady projektowania wyrobów z tworzyw sztucznych – technologiczność kształtek
	Wybrane systemy komputerowego wspomaganie projektowania (CAD) wyrobów z tworzyw sztucznych
	Zastosowanie technologii szybkiego prototypowania (Rapid prototyping – RP) w projektowaniu wyrobów
	Systemy komputerowej symulacji wybranych procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych
Recykling tworzyw polimerowych (2 pytania)	Zasady gospodarki odpadami polimerowymi w krajach Unii Europejskiej
	Uwarunkowania ekologiczne recyklingu polimerów
	Formy zagospodarowania odpadów polimerowych: recykling chemiczny (surowcowy), materiałowy, organiczny
	Tworzywa biodegradowalne
	Wpływ wielokrotnego przetwórstwa polimerów na zmiany ich struktury i właściwości użytkowych
	Aparatura stosowana w liniach technologicznych recyklingu
	Wybrane przykłady procesów recyklingu materiałowego różnych typów tworzyw sztucznych oraz blendów polimerowych. Przykłady wtórnego przetwórstwa materiałów kompozytowych
	Recykling odpadów wyrobów gumowych
	Techniczne możliwości zagospodarowania odpadów tworzyw termoutwardzalnych
Zagospodarowanie odpadów polimerowych przez odzysk energii (spalanie)	
Technologia przetwórstwa	Środki pomocnicze stosowane w przetwórstwie tworzyw sztucznych

tworzyw polimerowych (3 pytania)	Metody przygotowywania mieszanek polimerowych (walcowanie, ugniatanie, wytłaczanie mieszające
	Formowanie wyrobów z kompozytów z chemoutwardzalnych polimerów
	Wytłaczanie formujące, narzędzia i linie technologiczne
	Wtryskiwanie tworzyw termoplastycznych i chemoutwardzalnych
	Symulacja komputerowa wtryskiwania
	Prasowanie tłoczne i przetłoczne
	Kalandrowanie
	Obróbka wtórna tworzyw sztucznych: zgrzewanie, termoformowanie
Obróbka powierzchni wyrobów: barwienie, drukowanie, metalizacja	
Przedmioty specjalistyczne - technologia produktów leczniczych (CC/TL-DI)	
Analiza farmaceutyczna (2 pytania)	Oznaczanie zawartości wody
	Walidacja metody analitycznej
	Badanie tożsamości leku
	Uwalnianie substancji czynnej
	Rodzaje próbek
	Analiza substancji czynnych i pomocniczych
Aparatura przemysłu farmaceutycznego (2 pytania)	Aparatura do pomiaru oddziaływań adhezyjnych w materiałach proszkowych (MP)
	Urządzenia do rozdrabniania ciał stałych i mikronizacji MP
	Mieszadła i mieszalniki do MP
	Granulatory do granulacji na mokro i na sucho
	Tabletkarki uderzeniowe, rotacyjne i do wytwarzania tabletek płaszczykowych; urządzenia wspomagające zasyp masy tabletkowej
	Parametry procesowe i elementy konstrukcyjne aparatury służące intensyfikacji procesów wymiany ciepła, zatężania roztworów, destylacji i rektyfikacji, ekstrakcji (ługowania), suszenia
Ocena jakości produktów leczniczych (2 pytania)	Rejestracja i zezwolenie na wytwarzanie produktu leczniczego - podstawy prawne i dokumentacja
	Ocena etapów i warunków wytwarzania produktu leczniczego (kwalifikacje i walidacje pomieszczeń, urządzeń, procesów; zapisy w raporcie serii i jego kompletność; wymagane kontrole; odchylenia i odstępstwa)
	Wymagane kontrole jakości w ocenie różnych postaci farmaceutycznych produktów leczniczych. Certyfikacja i zwalnianie produktu leczniczego do obrotu
	Program ciągłego badania stabilności produktu leczniczego
	Przegląd jakości produktu leczniczego
	Reklamacje, wstrzymania/wycofania z obrotu produktu leczniczego

Synteza farmaceutyczna (2 pytania)	Literatura dotycząca wytwarzania substancji czynnej: farmakopee, patenty, klasyfikacja wg ATC
	Opis wytwarzania substancji czynnej – droga syntezy, etapy syntezy
	Rodzaje i limity zanieczyszczeń w wytwarzaniu substancji czynnej
	Fazy rozwoju w wytwarzaniu substancji czynnej: skala laboratoryjna, skala pilotażowa, skala produkcyjna
	Substancje generyczne
	Suplementy diety
Technologia produktów farmaceutycznych (2 pytania)	Systemy klasyfikacji materiałów proszkowych (MP)
	Oddziaływania w MP (van der Waalsa, elektrostatyczne, kapilarne)
	Mieszanie materiałów proszkowych: cel, mechanizmy, indeks mieszania, technika sporządzania mieszanin
	Zdolność płynięcia MP: wskaźniki oceny zdolności płynięcia i metody ich wyznaczenia
	Stała, dozowana postać leku (granulat, tabletki, kapsułka): metody wytwarzania, zastosowanie, porównanie właściwości
	Postaci leków roślinnych: techniki wytwarzania, preparaty z roślin świeżych i suchych, syropy, eliksiry i miody
Przedmioty specjalistyczne - inżynieria chemiczna i bioprocusowa (CC/IB-DI)	
Biochemia (1 pytanie)	Aminokwasy i białka (budowa i podział aminokwasów, struktura białek, oczyszczanie białek, analiza ilościowa i jakościowa białek (chromatografia, elektroforeza))
	Enzymy (funkcje i budowa enzymów, termodynamika i kinetyka reakcji katalizowanych enzymatycznie, inhibicja enzymów, regulacja aktywności enzymatycznej)
	Metabolizm węglowodanów (budowa i znaczenia węglowodanów; metabolizm mono- i polisacharydów; glikoliza), metabolizm lipidów (struktura i funkcje kwasów tłuszczowych; rozpad kwasów tłuszczowych), oddychanie i energia (znaczenie cyklu kwasu cytrynowego; transport elektronów; procesy fosforylacji)
Metody obliczeniowe w inżynierii chemicznej (1 pytanie)	Metody całkowania równań różniczkowych zwyczajnych
	Metody całkowania równań różniczkowych cząstkowych na przykładzie równania dyfuzji
	Całki po łukach i powierzchniach
Podstawy inżynierii chemicznej (2 pytania)	Równanie równowagi Eulera, prawo Pascala, prawo Archimedesesa
	Pomiar ciśnienia i prędkości przepływu
	Przepływy płynów idealnych i rzeczywistych - modele matematyczne
	Równanie Bernoulliego i jego zastosowanie
	Pierwsze prawo Fouriera i jego zastosowanie
	Wnikanie i przenikanie ciepła
	Różniczkowe równanie bilansu energii
	Modele wnikania masy
	Proces przenikania masy między fazami

	Wymienniki masy
Reaktory idealne (1 pytanie)	Kinetyka reakcji chemicznych.
	Metody interpretacji danych kinetycznych.
	Modele podstawowych typów idealnych reaktorów chemicznych.
	Obliczanie czasu reakcji dla reaktora okresowego i wybranych typów reakcji chemicznych.
	Obliczanie czasu przebywania dla reaktorów: przepływowego z mieszaniem i rurowego oraz kaskady.
	Porównanie reaktorów dla wybranych reakcji
Wymiana masy płyn-ciało stałe (2 pytania)	Mechanizmy przenoszenia masy. Równanie dyfuzji.
	Cel, zastosowania i metody realizacji procesu suszenia
	Cel i metody realizacji procesu rozpuszczania.
	Cel i sposoby prowadzenia procesu krystalizacji.
Wymiana masy płyn-płyn (3 pytania)	Destylacja i rektyfikacja
	Równowaga ciecż – para dla układów dwu i wieloskładnikowych
	Destylacja prosta równowagowa i różniczkowa
	Destylacja z parą wodną oraz molekularna
	Rektyfikacja dwuskładnikowa (okresowa i ciągła) i mieszanin wieloskładnikowych
	Bilanse, linie operacyjne, minimalny i maksymalny powrót w rektyfikacji
	Wyznaczanie liczby pólki teoretycznych metodami graficzną i analityczną
	Zagadnienia projektowe: dobór typu aparatu, charakterystyka pólki i ich sprawność, kinetyczne współczynniki wymiany masy, kolumny z wypełnieniem