

## Egzamin wstępny na studia II stopnia na kierunku Chemia

Wymagania do egzaminu:

### Matematyka

Definicje podstawowych funkcji (sinus, kosinus, logarytm, wykładnicza, pierwiastki). Różniczkowanie funkcji. Badanie funkcji: monotoniczność, wypukłość i punkty przegięcia, lokalne ekstrema. Wzory przybliżone, wzór Taylora, szacowanie błędu. Szereg Taylora. Obliczanie najprostszych całek. Całka oznaczona. Wektory na płaszczyźnie i w przestrzeni, iloczyn skalarny, iloczyn wektorowy. Wyznacznik macierzy. Układy równań liniowych, liczby zespolone. Mnożenie macierzy, macierz odwrotna. Wartości własne i wektory własne. Diagonalizacja macierzy. Różniczkowanie funkcji wielu zmiennych. Gradient, wektory styczne i prostopadłe do poziomiczy funkcji. Pochodne cząstkowe drugiego rzędu. Ekstrema lokalne, siodła. Równania różniczkowe o zmiennych rozdzielonych, równania liniowe.

### Fizyka

Siły, oddziaływania, pola; symetria przestrzeni a zasady zachowania. Budowa materii, budowa Wszechświata. Układ izolowany; stan układu jako wypadkowa oddziaływań, symetrii i energii wewnętrznej. Stany skupienia materii. Fizyka klasyczna, relatywistyczna, kwantowa. Układ odniesienia. Matematyczny opis wielkości fizycznych: skalary, wektory; iloczyn skalarny, iloczyn wektorowy, pochodna. Wektorowy opis ruchu.

Prawa dynamiki, równania ruchu a zasada zachowania energii. Praca jako iloczyn skalarny. Skutki pracy; energia kinetyczna, potencjalna. Siły zachowawcze, niezachowawcze; tarcie, opór ośrodka. Układ odniesienia inercjalny, nieinercjalny, siły w układach przyspieszonych. Zasada zachowania pędu; środek masy. Zderzenia; sprężyste, niesprężyste. Ruch harmoniczny, superpozycja drgań prostych. Wahadła: grawitacyjne, sprężynowe. Molekuła jako oscylator. Ruch w polu siły centralnej; układ planetarny, atom, cząsteczka, energia, moment pędu. Pola: grawitacyjne, elektrostatyczne, siły sprężystości - potencjał, natężenie pola, energia. Ruch obrotowy bryły sztywnej; moment bezwładności, prędkość kątowna, moment pędu, moment siły, energia. Proste molekuly, momenty bezwładności, drgania i częstości własne - absorpcja. Zjawisko precesji bąka. Wahadło fizyczne. Molekuła jako oscylator, jako rotator. Atom, (proton) jako żyroskop; o kilku metodach spektroskopowych. Ruch falowy, rodzaje fal, wielkości charakteryzujące ruch falowy. Fale monochromatyczne i fale o dowolnym kształcie. Fale w ośrodkach sprężystych. Zjawisko dyspersji. Dyfrakcja, interferencja, spójność. Fale stojące. Drgania i częstości własne strun, prętów, układów dyskretnych; warunki brzegowe.

Pole elektrostatyczne ładunku. Indukcja elektrostatyczna; ładunek swobodny i związany. Prawo Gaussa. Przewodniki i izolatory. Oddziaływania w chemii jako oddziaływania ładunków. Praca w polu elektrostatycznym, potencjał elektryczny. Energia układu ładunków, energia pola. Przewodnik naładowany;

pojemność, kondensator. Elektryczne właściwości materii, dipol elektryczny, polaryzowalność cząsteczki. Przenikalność elektryczna. Polaryzacja dielektryczna, opis makroskopowy i molekularny.

Prąd elektryczny: prądy przewodzone, prąd przesunięcia. Transport ładunku w materii. Opór elektryczny, prawo Ohma. Prawa Kirchoffa; zasada zachowania ładunku i energii. Siła elektromotoryczna; źródła prądu. Pole magnetyczne prądów. Wektor indukcji magnetycznej, strumień indukcji, siły działające na poruszające się ładunki i na przewodniki z prądem, względność ruchu. Prawa Biot-Savarta i Ampere'a. Pętla z prądem - dipol magnetyczny w polu: siła, moment siły, precesja, rezonans. Magnetyczne właściwości materii. Przenikalność magnetyczna, namagnesowanie. Moment magnetyczny elektronu, precesja. Dia-, para-, ferromagnetyzm. Prawo indukcji Faraday'a. Samoindukcja a geometria przewodnika, siła elektromotoryczna indukcji. Indukcja wzajemna. Energia pola magnetycznego. Prąd zmienny; wartości średnie, chwilowe i skuteczne, przesunięcia fazowe, moc. Drgania elektromagnetyczne w obwodach RLC, zawada. Zastosowanie liczb zespolonych. Drgający ładunek; promieniowanie elektromagnetyczne. Prawa Maxwella. Równanie falowe - fale elektromagnetyczne. Widmo sygnału EM, analiza Fouriera.

Elementy optyki: Optyczne właściwości materii: współczynnik załamania, dyspersja, absorpcja, dwójłomność, aktywność optyczna, dichroizm. Energia fotonu-energia fali. Zasada najmniejszego działania. Rozpraszanie fal. Dyfrakcja i interferencja fal EM i fal materii. Cząstka swobodna jako paczka falowa.

## Chemia

### Chemia nieorganiczna

Układ okresowy pierwiastków. Podział na bloki s, p, d i f. Konfiguracje elektronowe pierwiastków z uwzględnieniem wyjątków: Cr, Cu, Mo, Pd, Ag, Pt. Au. Atomy, jony i cząsteczki izoelektronowe. Promienie kowalencyjne i jonowe - definicje, wyznaczanie i zmienność w układzie okresowym. Wpływ rozmiaru i ładunku jonów na właściwości kwasowo-zasadowe ich połączeń. Pojęcia: energii jonizacji, powinowactwa elektronowego, elektroujemności, potencjału standardowego i zmienność tych wielkości w układzie okresowym. Związek między elektroujemnością a charakterem wiązań. Ustalanie kształtu przestrzennego prostych kowalencyjnych cząsteczek i jonów cząsteczkowych (np.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{XeF}_4$ ), z uwzględnieniem położenia niewiążących par elektronowych (VSEPR).

Właściwości wybranych pierwiastków i ich związków. Wodór. Warunki i możliwości reakcji  $\text{H}_2$  z innymi pierwiastkami. Wodorki metali i niemetalu - podział na wodorki jonowe, kowalencyjne i metaliczne (przykłady połączeń każdej grupy). Wpływ wiązań wodorowych na właściwości  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  i  $\text{HF}$ . Zastosowanie reakcji spalania wodoru w tlenie w ogniwie paliwowym. Litowce, berylowce - reaktywność, reakcje z wodą i tlenem. Twardość wody i

jej usuwanie. Zjawisko amfoteryczności na przykładzie  $Zn(OH)_2$  i  $Al(OH)_3$ . Węgiel i krzem. Struktura najważniejszych odmian alotropowych węgla (grafitu, diamentu, fulerenu  $C_{60}$ ). Węglik  $CaC_2$  i jego reakcja z wodą.  $SiO_2$  i jego reakcja z zasadami. Rola wiązań C-C i Si-O-Si w tworzeniu związków węgla i krzemu. Azot. Magnetyczne właściwości cząsteczki  $N_2$ . Otrzymywanie amoniaku i kwasu azotowego(V). Reakcje redoks roztwarzania metali w  $HNO_3$ . Fosfor. Odmiany alotropowe fosforu i ich struktura. Tlenek fosforu  $P_4O_{10}$  – struktura i reakcje z wodą. Tlen. Magnetyczne właściwości cząsteczki  $O_2$ . Reakcje redoks z udziałem nadtlenu wodoru  $H_2O_2$ . Siarka. Odmiany alotropowe siarki i ich struktura. Oddziaływanie  $SO_2$ ,  $H_2S$  z wodą. Otrzymywanie  $H_2SO_4$ . Fluorowce. Właściwości fizyczne i struktura form pierwiastkowych. Reakcje fluorowców i fluorowcowodorów z wodą. Pierwiastki bloku d i f. Przykłady połączeń na różnych stopniach utlenienia:  $Cr^{3+}$ ,  $CrO_4^{2-}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $MnO_2$ ,  $MnO_4^-$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , błękit pruski,  $Co^{2+}$ ,  $Co^{3+}$ . Równania reakcji redoks z udziałem jonów metali przejściowych. Zależność położenia równowagi  $CrO_4^{2-}/Cr_2O_7^{2-}$  od pH roztworu. Typowe i nietypowe stopnie utlenienia lantanowców. Wpływ kontrakcji lantanowców na właściwości zasadowe wodorotlenków lantanowców.

Związki kompleksowe. Przykłady kompleksów o typowych liczbach koordynacyjnych: 2 (liniowych), 4 (tetraedrycznych i płaskich kwadratowych) i 6 (oktaedrycznych). Etylenodiamina i EDTA jako ligandy wielokleszczowe (chelatujące). Schemat rozszczepienia orbitali d jonu centralnego w oktaedrycznym polu ligandów. Pojęcie kompleksów wysoko- i niskospinowych. Zależność magnetycznych właściwości kompleksów od siły pola ligandów.

Uniwersalne podstawy analizy chemicznej. Cyfry znaczące. Definicja kwasu i zasady w teorii Brønsteda. Sprzężone pary kwas-zasada. Hydroliza soli jako reakcja kwasowo-zasadowa. Definicja kwasu i zasady w teorii Lewisa. pH roztworów słabych i mocnych kwasów, zasad, soli kwasów i zasad o różnej względnej mocy. pH roztworu buforowego. Pojęcie iloczynu rozpuszczalności i jego związek z rozpuszczalnością molową substancji. Wpływ wspólnego jonu, obcych jonów, protonowania i kompleksowania na rozpuszczalność osadów.

Elementy analizy jakościowej. Barwy płomienia palnika wywoływane przez lotne połączenia pierwiastków. Barwy roztworów związków: litowców, berylowców,  $Cr(III)$ ,  $Cr(VI)$ ,  $Mn(II)$ ,  $Mn(VI)$ ,  $Mn(VII)$ ,  $Fe(II)$ ,  $Fe(III)$ ,  $Co(II)$ ,  $Ni(II)$ ,  $Cu(II)$ ,  $Zn(II)$ ,  $Ag(I)$ ,  $Au(I)$ ,  $Hg(II)$ ,  $Hg(I)$ . Rozpuszczalność w wodzie chlorków, azotanów(V), siarczanów(VI), siarczków i węglanów tych metali. Podstawa podziału kationów na grupy analityczne. Wybrane barwne reakcje charakterystyczne:  $Fe(III)$  z  $SCN^-$ ,  $Fe(III)$  z  $Fe(CN)_6^{4-}$ ,  $Cu(II)$  z  $NH_3$ ,  $Co(II)$  z  $SCN^-$ ,  $Ni(II)$  z dimetyloglioksymem. Porównanie reakcji  $Al(III)$  i  $Cr(III)$  z  $NaOH$ . Rozróżnienie  $Cl^-$ ,  $Br^-$  i  $I^-$  na podstawie reakcji z  $AgNO_3$ .

Elementy analizy ilościowej. Analiza wagowa. Metodyka typowych oznaczeń, np. siarczanów w postaci  $BaSO_4$  lub wapnia w postaci  $CaO$ . Istota minimalizacji strat osadu w trakcie przemywania. Analiza miareczkowa. pH

punktu równoważności w miareczkowaniach słabych i mocnych kwasów i zasad. Definicja buforu porównawczego. Typowe wskaźniki pH: fenoloftaleina, oranż metylowy i optymalny dobór wskaźnika do danego miareczkowania. Zasada alkacymetrycznego oznaczania mieszanin węglanów, wodorowęglanów i wodorotlenków. Oznaczanie wapnia i magnezu za pomocą EDTA jako przykład miareczkowania kompleksometrycznego. Elementy analizy instrumentalnej. Technika miareczkowania redoks z elektrodą platynową jako elektrodą wskaźnikową i elektrodą kalomelową jako elektrodą odniesienia. Obliczanie potencjału redoks układu w punkcie równoważności. Prawo Lamberta-Beera jako podstawa spektrofotometrii absorpcyjnej. Molowy współczynnik absorpcji. Równanie Ilkoviča jako podstawa analizy ilościowej metodą polarograficzną. Zasada i zastosowanie metody voltamperometrii inwersyjnej. Potencjometria i elektrody jonoselektywne. Atomowa spektrometria emisyjna i absorpcyjna.

### Chemia organiczna i biochemia

Węglowodory: Podział na klasy. Hybrydyzacja atomu węgla. Struktura węglowodorów: alkanony, cykloalkany, alkeny, alkiny, związki aromatyczne (charakter aromatyczny, reguła Hückla). Konformacja: alkanonów (etan, butan, wolna rotacja), cykloalkanonów (trwałość pierścieni). Izomeria: szkieletowa, geometryczna (cis/trans, Z/E), optyczna (konfiguracja absolutna R/S i jej oznaczanie, reguły Cahna-Ingolda-Preloga; enancjomery, diastereoizomery, mieszanina racemiczna, konfiguracja względna).

Alkany: Właściwości i otrzymywanie. Substytucja wolnorodnikowa (mechanizm SR, orientacja reakcji). Struktura wolnego rodnika. Trwałość wolnych rodników. Cykloalkany: właściwości i reakcje.

Alkeny: Właściwości i otrzymywanie. Addycja elektrofilowa halogenowodoru i halogenu (mechanizm AdE, reguła Markownikowa). Trwałość karbokationów. Addycja wolnorodnikowa bromowodoru (mechanizm AdR). Uwodornianie i ozonoliza alkenonów.

Alkiny: właściwości i otrzymywanie. Reakcje alkinonów (addycja wodoru, halogenu, halogenowodoru, wody).

Węglowodory aromatyczne: Benzen. Substytucja elektrofilowa związkonów aromatycznych (mechanizm SE). Nitrowanie, sulfonowanie, chlorowcowanie, alkilowanie, acylowanie. Wpływ kierujący podstawnikonów (efekt indukcyjny i mezomeryczny). Alkilowe pochodne benzenu, substytucja w łańcuchu bocznym.

Chlorowcopochodne: właściwości i otrzymywanie. Chlorowcoalkany: substytucja nukleofilowa, mechanizmy i stereochemia reakcji SN1 i SN2. Reakcje eliminacji, mechanizmy E1 i E2. Reaktywność chlorowcopochodnych alkilowych, allilowych, winylowych i aromatycznych.

Alkohole: Właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja. Reakcje substytucji SN1 i SN2. Reakcje eliminacji (dehydratacja).

Aminy: Właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja amin. Alkilowanie amin. Sole amin i czwartorzędowe sole amoniowe. Aminy aromatyczne - substytucja w pierścieniu. Reakcje amin z kwasem azotawym (azotowym(III)), reakcje soli diazoniowych.

Aldehydy i ketony: Właściwości i otrzymywanie. Reakcje utleniania i redukcji. Addycja nukleofilowa (AdN) do grupy karbonylowej: przyłączanie wody, alkoholi, cyjanowodoru, wodorosiarczynu (wodorosiarczanu(IV)), pochodnych amoniaku, związków Grignarda. Reakcje Cannizzaro i kondensacji aldolowej (mechanizmy).

Kwasy karboksylowe i ich pochodne: Właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja kwasów karboksylowych. Wpływ budowy na moc kwasów karboksylowych. Sole. Otrzymywanie chlorków i bezwodników kwasowych oraz estrów i amidów, porównanie ich reaktywności. Estry: mechanizm estryfikacji i hydrolizy, mechanizm kondensacji Claisena). Redukcja kwasów karboksylowych i ich pochodnych.

Związki heterocykliczne: Heterocykliczne układy pięcio- i sześciocłonowe z jednym heteroatomem. Reakcje SE pirolu, tiofenu, furanu. SE pirydyny.

Związki wielofunkcyjne: Hydroksyketony, hydroksyaldehydy, chlorowcokwasy, aminokwasy, związki dwukarbonylowe - otrzymywanie i reakcje. Tautomeria keto-enolowa.

Identyfikacja związków organicznych metodami spektralnymi. Umiejętność interpretacji prostych widm  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$  oraz widm w podczerwieni (znajomość częstości drgań dla podstawowych grup funkcyjnych) w celu identyfikacji związków.

Biochemia: Budowa i funkcja błon biologicznych. Przepuszczalność i transport przez błony. Hierarchiczna budowa białek (struktura I-, II-, III- i IV-rzędowa). Zależność między strukturą a funkcją białek. Budowa enzymów, ich klasyfikacja, funkcja i mechanizm działania. Podstawowe pojęcia metabolizmu (termodynamika reakcji biochemicznych, reakcje sprzężone, związki o wysokim potencjale fosforylacyjnym, podstawowe zasady organizacji metabolizmu). Fotosynteza i utlenianie biologiczne. Budowa DNA i RNA. Przepływ informacji genetycznej. Pojęcia replikacji, transkrypcji i translacji.

### Chemia fizyczna i teoretyczna

Gazy. Gazy doskonałe a gazy rzeczywiste. Równanie Clapeyrona i równanie van der Waalsa. Temperatura krytyczna. Pojemność cieplna gazów doskonałych.

Termodynamika. Podstawowe pojęcia. Energia, praca, ciepło. Pojęcie funkcji stanu. Pierwsza zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna  $U$ , entalpia  $H$  i ich zmiany w różnych procesach.

Termochemia. Efekt cieplny reakcji pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości. Zmiany entalpii standardowej w przemianach fizycznych i chemicznych. Prawo Hessa i jego zastosowania. Prawo Kirchhoffa.

Entropia  $S$ . Druga zasada termodynamiki. Sens fizyczny entropii. Zależność  $S$  od temperatury. Procesy termodynamicznie odwracalne i nieodwracalne. Trzecia zasada termodynamiki.

Energia swobodna (energia Helmholtza)  $A(F)$  i entalpia swobodna (energia Gibbsa)  $G$ . Termodynamiczne kryteria przebiegu reakcji oparte na zmianach funkcji  $S$ ,  $A(F)$  i  $G$ . Potencjał chemiczny. Warunki równowagi termodynamicznej.

Stan równowagi chemicznej. Stała równowagi reakcji chemicznej ( $K$ ) i wpływ różnych czynników na jej wartość. Stałe równowagi wyrażone poprzez ciśnienia cząstkowe, stężenia i ułamki molowe. Związek między  $\Delta G_0$  i  $K$ . Wpływ różnych czynników na stan równowagi - reguła przekory.

Przemiany fazowe w układach jedno- i wieloskładnikowych. Diagramy fazowe substancji czystych (woda,  $\text{CO}_2$ ). Punkt potrójny. Reguła faz Gibbsa. Prawo Raoult'a. Diagramy fazowe układów dwuskładnikowych (azeotropy dodatnie i ujemne, eutektyki).

Elektrochemia. Roztwory elektrolitów. Solwatacja jonów. Aktywność jonów w roztworach elektrolitów. Współczynnik aktywności. Prawo graniczne Debye'a-Hückela.

Potencjały elektrodowe i ogniwa galwaniczne. Pojęcie elektrody i jej potencjału. Potencjał standardowy. Równanie Nernsta. Elektrody I i II rodzaju oraz typowe elektrody odniesienia: wodorowa, kalomelowa, chlorosrebrowa - reakcje, opis potencjału poprzez równanie Nernsta. Elektrody do pomiaru pH. Ogniwa galwaniczne, rodzaje ogniw i reakcje w nich zachodzące. Obliczanie i eksperymentalne wyznaczanie siły elektromotorycznej (SEM). Konwencja sztokholmska. Związek między  $\Delta G$  reakcji i SEM. Wyznaczanie wielkości termodynamicznych z pomiarów SEM.

Elektroliza i procesy transportu. Prawo Faradaya. Elektroliza wodnych roztworów różnych soli - reakcje elektrodowe. Nadpotencjał (nadm napięcie) procesu elektrodowego. Dyfuzja. I prawo Ficka. Gradient stężenia i współczynnik dyfuzji. Prąd dyfuzyjny i kinetyczny.

Koloidy - potencjał elektrokinetyczny. Elektroforeza i ruchliwość elektroforetyczna. Punkt izoelektryczny.

Kinetyka. Szybkość reakcji chemicznej - definicja i wpływ różnych czynników. Rząd reakcji (cząstkowy, całkowity) i metody jego wyznaczania. Równania kinetyczne i zmiany stężeń reagentów w czasie dla reakcji różnych rzędów. Czas połowicznej przemiany. Energia aktywacji i równanie Arrheniusa. Teoria kompleksu aktywnego. Pojęcie i rola katalizatora.

Elektryczne i magnetyczne właściwości substancji. Trwałe i indukowane momenty dipolowe cząsteczki. Względna przenikalność elektryczna. Paramagnetyzm, diamagnetyzm, ferromagnetyzm. Podatność magnetyczna. Prawo Curie.

Krystalografia. Podstawowe pojęcia: cechy kryształów, projekcja sferyczna, i stereograficzna, sieć przestrzenna, układy krystalograficzne, typy komórek Bravais. Symetria punktowa, operacje i elementy symetrii, współistnienie elementów symetrii, grupy punktowe nomenklatura Schoenfliesa i Hermanna – Maugina. Złożone elementy symetrii. Sieci przestrzenne, Obiekty geometryczne w sieciach przestrzennych (węzły, proste i płaszczyzny). Definicja wskaźników Millera. Grupy przestrzenne, struktury gęstego i najgęstszego upakowania, sieć odwrotna, definicja i własności, konstrukcja Ewalda, podstawy rentgenowskiej analizy strukturalnej kryształów.

Chemia kwantowa. Statystyczna interpretacja funkcji falowej. Poziomy energetyczne (degeneracja, odległości sąsiednich poziomów), funkcje falowe (od jakich zmiennych zależą, liczba węzłów) oraz liczby kwantowe dla następujących układów kwantowych: jednowymiarowe pudło potencjału, jednowymiarowy oscylator harmoniczny, rotator sztywny, atomu wodoru i jony wodoropodobne (tu także kontury funkcji s, p, d). Przybliżenie jednoelektronowe. Orbitale i spinorbitale. Funkcja falowa dla układu wieloelektronowego. Zakaz Pauliego. Metoda Hartree-Focka. Konfiguracje elektronowe atomów i jonów wieloelektronowych. Reguły Hunda. Symbole termów atomowych ( term podstawowy atomu wieloelektronowego). Przybliżenie Borna-Oppenheimera. Metoda orbitali molekularnych (MO). Metoda LCAO MO. Mechanizm powstawania wiązania chemicznego w ujęciu metody MO. Orbitale molekularne dla dwuatomowych cząsteczek homojądrowych ( $\sigma_g$ ,  $\sigma_u$ ,  $\pi_g$ ,  $\pi_u$ ). Orbitale wiążące, antywiążące i niewiążące. Poziomy energetyczne i konfiguracje elektronowe dwuatomowych cząsteczek homojądrowych pierwiastków drugiego okresu i prostych dwuatomowych cząsteczek heterojądrowych. Krzywe energii potencjalnej dla cząsteczki dwuatomowej (poziomy oscylacyjne i rotacyjne cząsteczki). Metoda orbitali molekularnych dla cząsteczek wieloatomowych. Hybrydacja orbitali. Orbitale zhybrydowane typu: sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>.

Spektroskopia. Natura i właściwości promieniowania elektromagnetycznego. Kwantowanie energii stanów rotacyjnych, oscylacyjnych (z uwzględnieniem drgań anharmonicznych) i elektronowych molekuly. Obsadzenie poziomów energetycznych według rozkładu energii Boltzmana. Zakres widma promieniowania a typ przejść widmowych. Reguły wyboru w absorpcyjnej spektroskopii rotacyjnej i oscylacyjnej. Nieelastyczne rozpraszanie promieniowania: pasma stokesowskie i antystokesowskie. Reguły wyboru w oscylacyjnej spektroskopii ramanowskiej. Położenie na osi długości fali widma luminescencyjnego (fluorescencji i fosforescencji) w stosunku do odpowiedniego absorpcyjnego widma elektronowego. Idea spektroskopii EPR. Struktura nadsubtelna widm EPR. Spektroskopia NMR: oddziaływanie jąder atomowych o niezerowym momencie magnetycznym z zewnętrznym polem magnetycznym, ekranowanie jądra i przesunięcie chemiczne. Wzajemne oddziaływania jąder (sprzężenie spinowo-spinowe).

Technologia chemiczna i elementy biotechnologii

Podstawy technologii chemicznej. Procesy jednostkowe i operacje jednostkowe w technologii chemicznej. Efektywność, wydajność, selektywność i energochłonność procesu technologicznego. Bilanse materiałowe i energetyczne procesu. Stopień konwersji. Cechy nowoczesnych technologii z uwzględnieniem projektowania procesu technologicznego, zasad technologicznych, aspektów dotyczących ochrony środowiska oraz zagospodarowania surowców wtórnych.

Zasady technologiczne. Zasada najlepszego wykorzystania różnic potencjałów, zasada najlepszego wykorzystania surowców, zasada najlepszego wykorzystania energii, zasada najlepszego wykorzystania aparatury, optymalizacja kosztów procesu technologicznego. Rozwój procesu - powiększanie skali.

Wymiana masy i ciepła. Mechanizmy ruchu ciepła: promieniowanie, przewodzenie, konwekcja, przenikanie. Zastępcza różnica temperatur. Procesy związane z ruchem masy i ciepła. Obszar dyfuzyjny i kinetyczny procesu. Sposoby ogrzewania w przemyśle chemicznym. Aparaty stosowane do przenoszenia ciepła w instalacjach przemysłowych.

Zagadnienia kinetyki reakcji w skali przemysłowej. Wpływ temperatury, ciśnienia i składu na szybkość procesu. Typowe reaktory stosowane w chemicznych procesach technologicznych i biotechnologicznych. Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i enzymatyczna w technologii chemicznej i biotechnologii.

Przemysłowe procesy wydzielania i oczyszczania. Podstawowe techniki separacji: flokulacja, sedymentacja, filtracja, wirowanie, ekstrakcja, ultrafiltracja, odwrócona osmoza, precypitacja. Techniki zagęszczania: zagęszczanie termiczne, wyparki. Oczyszczanie substancji: destylacja, rektyfikacja, krystalizacja, metody membranowe, chromatografia preparatywna, ekstrakcja suszenie.

Technologia i gospodarka. Pierwotne surowce energetyczne i chemiczne. Etapy przeróbki ropy naftowej, charakterystyka paliw i produktów otrzymywanych z ropy naftowej. Polimery naturalne i syntetyczne. Surowce odnawialne. Odpady niebezpieczne i ich ograniczanie. Ochrona środowiska: recykling, utylizacja ścieków i odpadów przemysłowych.