

Spis zagadnień do egzaminu wstępnego na kierunku Chemia/Chemia stosowana

I. Chemia nieorganiczna i analityczna

1. Budowa atomów i układ okresowy pierwiastków

Budowa elektronowa atomów i jonów, konfiguracje elektronowe oraz podział pierwiastków na bloki s, p, d i f. Zależność właściwości pierwiastków od ich położenia w układzie okresowym.

2. Okresowe zmiany właściwości pierwiastków

Promienie atomowe i jonowe, energia jonizacji, powinowactwo elektronowe, elektroujemność oraz potencjały standardowe. Kierunki zmian tych wielkości w grupach i okresach układu okresowego.

3. Wiązania chemiczne i budowa przestrzenna cząsteczek

Rodzaje wiązań chemicznych, geometria prostych cząsteczek i jonów zgodnie z modelem VSEPR oraz wpływ wolnych par elektronowych na kształt cząsteczki. Znaczenie wiązania wodorowego.

4. Chemia wodoru i pierwiastków grup głównych

Właściwości wodoru, jego izotopów i wodorków. Charakterystyczne właściwości oraz reakcje litowców, berylowców, węgla, krzemu, azotu, fosforu, tlenu, siarki i fluorowców.

5. Otrzymywanie i właściwości ważnych związków nieorganicznych

Podstawowe metody przemysłowego i laboratoryjnego otrzymywania amoniaku, kwasu azotowego(V), kwasu siarkowego(VI) i innych ważnych związków. Reakcje tlenków, kwasów, zasad, wodorków i związków niemetalu z wodą.

6. Metale przejściowe i lantanowce

Właściwości pierwiastków bloku d i f, ich stopnie utlenienia oraz reakcje utleniania i redukcji. Kontrakcja lantanowców oraz jej wpływ na właściwości tych pierwiastków.

7. Związki kompleksowe

Budowa kompleksów, liczby koordynacyjne i geometria sfery koordynacyjnej. Ligandy jednozębne i wielozębne, chelatowanie, kompleksy z etylenodiaminą i EDTA.

8. Barwa i właściwości magnetyczne kompleksów

Podstawy teorii pola krystalicznego i teorii pola ligandów. Rozszczepienie orbitali d, kompleksy wysoko- i niskospinowe oraz zależność barwy i magnetyzmu kompleksu od rodzaju metalu i ligandów.

9. Równowagi kwasowo-zasadowe

Mocne i słabe kwasy oraz zasady, stałe dysocjacji, stopień dysocjacji i obliczanie pH. Teorie kwasów i zasad Brønsteda oraz Lewisa, sprzężone pary kwas-zasada i hydroliza soli.

10. Roztwory buforowe i równowagi w roztworach soli

Budowa i działanie buforów, obliczanie ich pH oraz wpływ dodawania kwasu, zasady i rozcieńczania. Zależność pH roztworu soli od mocy kwasu i zasady, z których dana sól powstała.

11. Rozpuszczalność i wytrącanie osadów

Iloczyn rozpuszczalności, rozpuszczalność molowa i warunki powstawania osadu. Wpływ wspólnego jonu, pH, kompleksowania i obecności innych jonów na rozpuszczalność związków.

12. Jakościowa analiza jonów nieorganicznych

Podstawowe zasady rozpoznawania kationów i anionów. Barwy płomienia, barwy roztworów, reguły rozpuszczalności soli, podział kationów na grupy analityczne oraz charakterystyczne reakcje wybranych jonów.

13. Reakcje utleniania i redukcji

Ustalanie stopni utlenienia, rozpoznawanie utleniacza i reduktora oraz bilansowanie reakcji redoks w środowisku kwaśnym i zasadowym. Wpływ środowiska reakcji na produkty przemian redoks.

14. Podstawowe pojęcia chemii analitycznej

Czułość metody, zakres liniowy, ślepa próba, dokładność, precyzja, granica wykrywalności i granica oznaczalności. Zasady zapisywania wyniku i stosowania cyfr znaczących.

15. Klasyczne metody analizy ilościowej

Analiza wagowa oraz warunki prawidłowego strącania i oddzielania osadu. Analiza miareczkowa obejmująca miareczkowania kwasowo-zasadowe, kompleksometryczne i redoks.

16. Krzywe miareczkowania i wskaźniki

Punkt równoważności i punkt końcowy miareczkowania. Dobór wskaźnika do rodzaju miareczkowania oraz działanie fenoloftaleiny, oranżu metylowego i innych wskaźników.

17. Elektrody i metody potencjometryczne

Budowa elektrod odniesienia, w tym elektrody kalomelowej. Równanie Nernsta, pomiar potencjału oraz podstawowe rodzaje elektrod wykorzystywanych w analizie chemicznej.

18. Elektroanalityczne metody prądowe

Podstawy woltamperometrii cyklicznej i metod pulsowych. Zależność sygnału od stężenia, szybkości transportu substancji i parametrów pomiaru.

19. Optyczne metody analityczne

Spektrofotometria UV-Vis i prawo Lamberta-Beera. Absorpcyjna spektrometria atomowa oraz fluorymetria, ich podstawy, aparatura i czynniki wpływające na sygnał analityczny.

20. Kalibracja w analizie chemicznej

Metoda krzywej kalibracyjnej oraz metoda dodatku wzorca. Dobór odpowiedniej strategii kalibracji w zależności od składu próbki i rodzaju oznaczenia.

II. Chemia organiczna, technologia chemiczna i biochemia

Zakres obejmuje chemię podstawowych grup związków organicznych, mechanizmy reakcji, biochemię oraz podstawy procesów przemysłowych.

1. Budowa i właściwości związków organicznych

Hybrydyzacja atomów węgla, geometria cząsteczek, rodzaje wiązań oraz zależność między budową związku a jego właściwościami fizycznymi i chemicznymi.

2. Izomeria i stereochemia

Izomeria konstytucyjna, konformacyjna i konfiguracyjna. Enancjomery, diastereoizomery, izomeria E/Z, konfiguracja R/S, czynność optyczna oraz projekcja Fischera.

3. Alkany i cykloalkany

Budowa, właściwości, spalanie i halogenowanie alkanów. Konformacje etanu, butanu i cykloheksanu, naprężenia w pierścieniach oraz wpływ podstawników na trwałość konformerów.

4. Alkeny i alkiny

Otrzymywanie i reakcje związków zawierających wiązania wielokrotne. Addycja, uwodornienie, utlenianie, ozonoliza, hydratacja oraz regioselektywność i stereoselektywność reakcji.

5. Reakcje rodnikowe

Mechanizm reakcji rodnikowych, inicjacja, propagacja i terminacja. Selektwność halogenowania oraz reakcje zachodzące w położeniu allilowym.

6. Substytucja i eliminacja

Mechanizmy SN1, SN2, E1 i E2. Wpływ budowy substratu, nukleofila, zasady, grupy opuszczającej i rozpuszczalnika na przebieg reakcji oraz skład produktów.

7. Związki aromatyczne

Warunki aromatyczności, reguła Hückla i budowa związków aromatycznych. Elektrofilowa substytucja aromatyczna oraz wpływ podstawników na szybkość i kierunek reakcji.

8. Alkohole, fenole i etery

Właściwości kwasowo-zasadowe, otrzymywanie i reakcje alkoholi oraz fenoli. Utlenianie, redukcja, substytucja i reakcje prowadzące do powstawania lub rozszczepienia eterów.

9. Aldehydy i ketony

Budowa i reaktywność grupy karbonylowej. Addycja nukleofilowa, reakcje z alkoholami, aminami i związkami Grignarda, reakcje redoks, reakcja aldolowa, reakcja Wittiga i tworzenie acetalu.

10. Kwasy karboksylowe i ich pochodne

Kwasowość kwasów karboksylowych oraz wpływ podstawników. Budowa i reaktywność chlorków kwasowych, bezwodników, estrów i amidów, estryfikacja, hydroliza oraz reakcje Claisena i Michaela.

11. Związki organiczne zawierające azot

Budowa, rzędowość i właściwości kwasowo-zasadowe amin. Otrzymywanie amin, właściwości aniliny oraz synteza i reakcje soli diazoniowych.

12. Podstawowe metody syntezy organicznej

Planowanie prostych przemian związków organicznych. Zastosowanie reakcji utleniania, redukcji, addycji, eliminacji, substytucji oraz związków Grignarda.

13. Identyfikacja związków organicznych

Interpretacja prostych widm protonowego i węglowego rezonansu magnetycznego oraz widm w podczerwieni. Rozpoznawanie grup funkcyjnych i ustalanie budowy prostych cząsteczek.

14. Błony biologiczne i transport substancji

Budowa błon komórkowych, rola lipidów i białek błonowych. Dyfuzja, transport bierny i aktywny oraz czynniki wpływające na przepuszczalność błon.

15. Budowa i funkcje białek

Struktura pierwszo-, drugo-, trzecio- i czwartorzędowa białek. Oddziaływania stabilizujące strukturę przestrzenną oraz zależność między strukturą a funkcją białka.

16. Enzymy i reakcje enzymatyczne

Budowa i klasyfikacja enzymów, centrum aktywne oraz swoistość działania. Wpływ temperatury, pH, stężenia substratu i inhibitorów na szybkość reakcji enzymatycznej.

17. Kwasy nukleinowe

Budowa DNA i różnych rodzajów RNA. Rola kwasów nukleinowych w przechowywaniu, przekazywaniu i wykorzystywaniu informacji genetycznej.

18. Metabolizm i przemiany energetyczne

Podstawowe zasady organizacji metabolizmu, reakcje sprzężone i znaczenie związków wysokoenergetycznych. ATP, fosforylacja substratowa i fosforylacja oksydacyjna.

19. Podstawy technologii chemicznej

Efektywność, wydajność, selektywność i energochłonność procesu. Bilanse materiałowe i energetyczne oraz podstawowe zasady prowadzenia procesu technologicznego.

20. Transport masy i ciepła w procesach przemysłowych

Mechanizmy wymiany masy i ciepła, przepływ substancji i energii oraz ich znaczenie podczas projektowania i prowadzenia procesów chemicznych.

21. Kinetyka i kataliza w skali przemysłowej

Wpływ temperatury, ciśnienia, stężenia i katalizatora na szybkość procesu. Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i enzymatyczna.

22. Rozdzielanie i oczyszczanie produktów

Podstawowe przemysłowe metody wydzielania, rozdzielania i oczyszczania substancji. Dobór operacji jednostkowych do właściwości składników mieszaniny.

23. Surowce i przemysł chemiczny

Znaczenie surowców energetycznych i chemicznych. Przeróbka ropy naftowej, charakterystyka paliw oraz podstawowe produkty rafineryjne i petrochemiczne.

24. Polimery

Budowa polimerów naturalnych i syntetycznych. Podstawowe sposoby ich otrzymywania, właściwości i zastosowania.

25. Chemia a ochrona środowiska

Powstawanie i ograniczanie odpadów przemysłowych. Oczyszczanie ścieków, utylizacja odpadów, odzysk surowców i recykling.

III. Chemia fizyczna i spektroskopia

Zakres obejmuje termodynamikę, kinetykę, elektrochemię, właściwości materii oraz podstawowe metody spektroskopowe.

1. Podstawowe pojęcia termodynamiki

Układ, otoczenie, stan układu, proces i funkcja stanu. Ciepło, praca, energia wewnętrzna i pierwsza zasada termodynamiki.

2. Entalpia i efekty cieplne procesów

Zmiany energii wewnętrznej i entalpii podczas przemian fizycznych i reakcji chemicznych. Prawo Hessa i zależność efektu cieplnego reakcji od temperatury.

3. Entropia i kierunek przemian

Termodynamiczna i statystyczna interpretacja entropii. Druga i trzecia zasada termodynamiki oraz zależność entropii od temperatury.

4. Samorzutność i równowaga procesów

Energia swobodna i entalpia swobodna jako kryteria kierunku przemiany. Warunki równowagi termodynamicznej i chemicznej.

5. Potencjał chemiczny i równowaga chemiczna

Potencjał chemiczny substancji czystej i składnika mieszaniny. Stałe równowagi oraz wpływ temperatury, ciśnienia i składu na położenie równowagi.

6. Gazy i roztwory

Gaz doskonały i rzeczywisty, równanie Clapeyrona i równanie van der Waalsa. Roztwory doskonałe i rzeczywiste, prawo Raoult'a oraz prawo Henry'ego.

7. Równowagi i diagramy fazowe

Diagramy fazowe substancji czystych oraz układów dwuskładnikowych. Punkt potrójny, punkt krytyczny, eutektyki, azeotropy i reguła faz Gibbsa.

8. Roztwory elektrolitów

Przewodnictwo właściwe i molowe, prawa Kohlrauscha oraz zależność przewodnictwa od stężenia. Aktywność jonów, współczynnik aktywności i prawo Debye'a-Hückela.

9. Elektrody i potencjały elektrodowe

Powstawanie potencjału elektrody, równanie Nernsta oraz elektrody pierwszego i drugiego rodzaju. Elektrody odniesienia i elektrody stosowane do pomiaru pH.

10. Ogniwa i elektroliza

Budowa oraz działanie ogniw galwanicznych. Siła elektromotoryczna, reakcje elektrodowe, zależności termodynamiczne oraz elektroliza i prawa Faradaya.

11. Kinetyka procesów elektrodowych

Nadpotencjał, prąd kinetyczny i dyfuzyjny oraz czynniki ograniczające szybkość reakcji zachodzącej na elektrodzie.

12. Kinetyka reakcji chemicznych

Szybkość reakcji, równania kinetyczne i rząd reakcji. Zależność stężenia od czasu, czas połowicznej przemiany oraz metody wyznaczania rzędu reakcji.

13. Energia aktywacji i kataliza

Równanie Arrheniusa, teoria kompleksu aktywnego oraz wpływ temperatury na szybkość reakcji. Działanie katalizatora i wpływ katalizy na drogę reakcji.

14. Dyfuzja i układy koloidalne

Transport substancji opisany prawem Ficka. Rodzaje koloidów, ich właściwości optyczne i elektryczne oraz punkt izoelektryczny.

15. Właściwości elektryczne i magnetyczne materii

Trwały i indukowany moment dipolowy, przenikalność elektryczna oraz polaryzacja cząsteczek. Diamagnetyzm, paramagnetyzm i ferromagnetyzm.

16. Promieniowanie elektromagnetyczne

Natura promieniowania, energia fotonu oraz podział widma elektromagnetycznego. Zależność rodzaju przejścia energetycznego od zakresu promieniowania.

17. Poziomy energetyczne cząsteczek

Kwantowanie energii rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej. Rozkład Boltzmann i obsadzenie poziomów energetycznych.

18. Spektroskopia rotacyjna i oscylacyjna

Podstawy spektroskopii mikrofalowej i podczerwieni. Reguły wyboru oraz informacje o budowie cząsteczki uzyskiwane z widma.

19. Spektroskopia Ramana

Nieelastyczne rozpraszanie światła, pasma stokesowskie i antystokesowskie oraz reguły wyboru. Związek i różnice między widmem Ramana a widmem w podczerwieni.

20. Spektroskopia elektronowa i luminescencja

Absorpcja promieniowania UV-Vis, fluorescencja i fosforescencja. Diagram Jabłońskiego i położenie pasm emisji względem pasm absorpcji.

21. Spektroskopia EPR

Podstawowa idea elektronowego rezonansu paramagnetycznego. Zastosowanie EPR do badania układów zawierających niesparowane elektrony oraz struktura nadsubtelna widm.

22. Spektroskopia NMR

Oddziaływanie jąder atomowych z polem magnetycznym. Ekranowanie jąder, przesunięcie chemiczne oraz związek parametrów widma z otoczeniem chemicznym atomu.

IV. Chemia teoretyczna i krystalografia

Zakres obejmuje podstawy mechaniki kwantowej, opis struktury elektronowej cząsteczek, symetrię oraz budowę i badanie kryształów.

1. Funkcja falowa i równanie Schrödingera

Znaczenie funkcji falowej i jej interpretacja probabilistyczna. Równanie Schrödingera jako podstawowe równanie opisujące stan układu kwantowego.

2. Modelowe układy kwantowe

Cząstka w pudle, oscylator harmoniczny, rotator sztywny oraz atom wodoru. Poziomy energetyczne, liczby kwantowe, degeneracja i postać funkcji falowych.

3. Atomy wieloelektronowe

Konfiguracje elektronowe atomów i jonów, zakaz Pauliego i reguły Hunda. Podstawy wyznaczania termów atomowych.

4. Metoda Hartree-Focka

Orbitale i spinorbitale, konstrukcja funkcji wieloelektronowej oraz wyznacznik Slatera. Samouzgodnione rozwiązywanie równań i podstawowe ograniczenia metody.

5. Teoria orbitali molekularnych

Powstawanie orbitali wiążących, antywiązących i niewiązących. Przybliżenie LCAO oraz związek obsadzenia orbitali z trwałością wiązania chemicznego.

6. Cząsteczki dwuatomowe

Diagramy orbitali molekularnych cząsteczek homo- i heterojądrowych. Konfiguracje elektronowe, rząd wiązania, właściwości magnetyczne oraz termy cząsteczkowe.

7. Cząsteczki wieloatomowe

Orbitale molekularne w cząsteczkach wieloatomowych. Znaczenie orbitali HOMO i LUMO oraz opis stanu podstawowego i stanów wzbudzonych.

8. Przybliżenie Borna-Oppenheimera

Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów. Krzywe i powierzchnie energii potencjalnej oraz ich wykorzystanie do opisu budowy cząsteczki i przebiegu reakcji.

9. Drgania, rotacje i struktura energetyczna cząsteczek

Struktura elektronowo-oscylacyjno-rotacyjna poziomów energetycznych, energia dysocjacji i efekt izotopowy. Drgania normalne oraz energia drgań zerowych.

10. Obliczanie geometrii i przebiegu reakcji

Optymalizacja geometrii cząsteczki, minima energetyczne i stany przejściowe. Interpretacja punktów stacjonarnych na powierzchni energii potencjalnej.

11. Metody obliczeniowe chemii kwantowej

Energia korelacji elektronowej, bazy funkcyjne i systematyczne poprawianie dokładności obliczeń. Ogólna charakterystyka metod opartych na funkcji falowej i teorii funkcjonatu gęstości.

12. Symetria cząsteczek i kryształów

Operacje i elementy symetrii. Grupy punktowe, grupy przestrzenne i grupy Lauego oraz ich zastosowanie do opisu cząsteczek, kryształów i obrazów dyfrakcyjnych.

13. Stan krystaliczny

Definicja kryształu oraz cechy odróżniające substancje krystaliczne od ciał amorficznych. Okresowość budowy i uporządkowanie dalekiego zasięgu.

14. Sieć krystaliczna i komórka elementarna

Sieć przestrzenna, motyw, komórka elementarna i obliczanie jej objętości. Sieci Bravais oraz klasyfikacja kryształów według układów krystalograficznych.

15. Sieć odwrotna i wskaźniki Millera

Opis kierunków i płaszczyzn w kryształach. Zastosowanie wskaźników Millera oraz sieci odwrotnej do interpretacji eksperymentów dyfrakcyjnych.

16. Dyfrakcja promieniowania

Warunki powstawania dyfrakcji, równanie Braggów i konstrukcja Ewalda. Czynniki wpływające na położenie i intensywność refleksów dyfrakcyjnych.

17. Źródła promieniowania w badaniach strukturalnych

Podstawy działania laboratoryjnych źródeł promieniowania rentgenowskiego oraz innych źródeł wykorzystywanych w badaniach strukturalnych. Ich możliwości, ograniczenia i zastosowania.

18. Wyznaczanie struktury kryształu

Problem fazowy, metody rozwiązywania struktury, udokładnianie modelu i ocena jego zgodności z danymi eksperymentalnymi. Podstawowe zasady walidacji struktur.

19. Rodzaje struktur krystalicznych

Charakterystyczne cechy kryształów związków nieorganicznych, małych cząsteczek organicznych oraz makrocząsteczek, takich jak białka i kwasy nukleinowe.