



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “Св. Кл. Охридски”

Факултет по Химия и Фармация

ПРОГРАМА

ЗА ДЪРЖАВЕН ИЗПИТ

на образователна степен “Бакалавър”
за специалност “Инженерна химия и съвременни материали”

Обща част за всички специалности във ФХФ – 60 % от задачите (60 % от оценката)

60 въпроса

48 задачи общо

Разпределение на задачите

10 задачи = АХ

10 задачи = НХ

10 задачи = ФХ

10 задачи = ОХ

4 задачи = ПОХ

4 задачи = ПНХ

Специална част за ИХСМ – 40 % от задачите (40 % от оценката)

40 въпроса общо – 20 въпроса ИХ, 20 въпроса СМ

32 задачи общо

Разпределение на задачите

16 задачи = ПНХ

16 задачи = ИХФИ

Обща част за всички специалности

I. Строеж на веществото

A. Квантово-механичен модел за строежа на атома. Периодичен закон и периодична система.

1. **Уравнение на Шрьодингер за атоми:** вълнова функция – физичен смисъл, използвани приближения, решение на стационарното уравнение, анализ на решението (вероятностен характер на вълновата функция, разделяне на променливите, собствени функции и собствени стойности на Хамилтониана).
2. **Атомна орбитала:** дефиниция, квантови числа, които я определят, s-, p-, d- и f-АО. Радиална функция (проникваща способност на АО), ъглова компонента (форма и ориентация в пространството).
3. **Енергия на АО в едно и многоелектронни атоми:** Ред на енергетичните нива в многоелектронен атом, израждане по магнитно квантово число, принципи и правила за построяване на електронната обвивка в основно състояние (принцип на минималната

енергия, принцип на Паули, правило на Хунд, зависимост на енергията на АО от главното квантово число). Възбудени състояния и връзка с атомните спектри.

4. **Периодична система:** структура на периодичната система на основата на строежа на електронната обвивка на атомите (периоди и групи; s-, p-, d- и f- елементи). Периодично изменящи се свойства на атомите: атомни и йонни радиуси, йонизационна енергия, електронно сродство, електроотрицателност. Тенденции в изменението на химичните свойства на елементите по периоди и групи на периодичната система, особености в свойствата на елементите от II-ри период.

В. Теория на химичната връзка

5. **Теория на валентните връзки (ТВВ):** същност, симетрична и антисиметрична вълнови функции - енергия и разпределение на електронната плътност. Видове припокриване на АО, σ -, π - и δ - връзки. Хибридизация на АО - определение, условия за реализирането ѝ, видове хибридизация с участие на s-, p- и d- АО, хибридизация и пространствен строеж на молекулите. Кратни връзки. Донорно-акцепторен механизъм за образуване на ковалентна връзка. Трудности пред ТВВ. Представа за теорията на резонанса. Делокализирани π -връзки.
6. **Теория на молекулните орбитали (ТМО):** произход и същност, свързващи и антисвързващи МО - енергия и разпределение на електронната плътност. Електронна структура на двуатомните молекули и молекулни йони на елементите от I и II период (енергетичен ред на МО, порядък на връзката, стабилност и магнитни свойства на частиците).
7. **Координативна връзка съгласно ТВВ:** хибридизация на АО на комплексобразувателя и пространствена структура на комплексите, Класификация на комплексите на “ковалентни” и “йонни”; “вътрешно”- и “външно”- орбитални. σ - и π -връзка в комплексните съединения. Номенклатура на координационните съединения.
8. **Междумолекулни взаимодействия:** Електрични свойства на молекулите: диполен момент (постоянен и индуциран), поляризуемост (електронна, ориентационна); ван-дер-Ваалсови сили – произход и видове (ориентационно, индукционно, дисперсионно взаимодействие). Енергия на взаимодействие между молекулите - уравнение на Ленард-Джоунс. Водородна връзка: експериментални доказателства (аномалии във физичните свойства на водата), същност, условия за образуване, видове (вътрешно- и междумолекулна), енергия и дължина, значение.

II. Равновесна и неравновесна термодинамика

9. **Феноменологична термодинамика.** Основни понятия: система, термодинамични параметри, уравнение на състоянието, функции на състоянието. Първи принцип на термодинамиката. Вътрешна енергия. Енталпия. Топлина и работа. Втори принцип на термодинамиката. Ентропия. Трети принцип на термодинамиката. Метод на Гибс на характеристичните функции. Енергия на на Гибс и енергия на Хелмхолц. Условия за термодинамично равновесие. Посока на природните процеси. Топлини на химичните реакции. Закони на Хес и Кирхов. Термодинамика на многокомпонентните системи. Химичен потенциал.
10. **Статистическа термодинамика.** Закон на Болцман за ентропията - статистически характер на втория термодинамичен принцип. Статистика на Болцман за идеалния газ.

Разпределение на Болцман. Статистическа сума. Разпределение на Максвел за идеалния газ. Разпределение на Гибс. Намиране на термодинамични величини с помощта на статистически методи.

11. **Химично равновесие.** Закон за действие на масите – равновесна константа K_p , K_c и K_x при хомогенни и хетерогенни процеси. Влияние на концентрацията на реагиращите вещества, външното налягане и температурата върху равновесните системи: реакционна изотерма, уравнения на реакционната изобара и на реакционната изохора. Химичен афинитет.
12. **Фазови равновесия. Фазови превръщания.** Правило на фазите на Гибс. Фазови преходи от първи и втори род. Уравнения на Клапейрон - Клаузиус и тяхното интегриране. Топлина на фазов преход. Фазови диаграми (вода, сяра и желязо, въглероден диоксид, въглерод).
13. **Химична кинетика и катализа.** Скорост на химичните реакции. Молекуленост и порядък. Активираща енергия. Кинетика на простите реакции (нулев, първи и втори порядък). Кинетика на обратимите реакции. Успоредни и последователни реакции – скоростопределящ етап. Кинетика на верижните реакции. Кинетика на ензимните реакции. Катализа (катализатори, промотори, отрови): същност на каталитичното действие, хомогенна и хетерогенна катализа.
14. **Електрохимия.** Електрохимична термодинамика. Уравнение на Нернст – извод и приложение. Електродни потенциали. Галванични елементи. Електролиза.
15. **Окислително-редукционни процеси (ОРП):** видове (междумолекулни, вътрешномолекулни, диспропорциониране, копропорциониране); степен на окисление, окислител, редуктор; директни и индиректни редокс-процеси.
16. **Теория на фазовите граници,** метод на Гибс. Повърхностно и линейно напрежение. Температурна зависимост на повърхностното напрежение. Капилярно налягане, формула на Лаплас.
17. **Хомогенно и хетерогенно зародишообразуване.** Работа за образуване на зародиш, формула на Гибс. Уравнение на Фолмер.
18. **Адсорбция.** Модели на молекулна адсорбция: изотерми на Хенри, Лангмюир, Фрумкин и Брунауер-Емет-Телер (БЕТ). Адсорбционна изотерма на Гибс. Повърхностно активни вещества. Уравнение на Шишковски. Уравнение на състоянието на повърхностен монослой. Двумерно налягане.
19. **Явления на омокряне, контактен ъгъл.** Уравнение на Янг. Хистерезис на контактния ъгъл. Супер-хидрофобни повърхности, уравнения на Каси-Бакстер и Венцел. Електрични свойства на фазовите граници. Двоен електричен слой. Теория на Гуи-Чапмен, уравнение на Греам. Електрокинетични явления. Дзета-потенциал.

III. Разтвори

20. **Истински разтвори.** Обща характеристика. Изразяване състава на разтвори-концентрационни единици. Разтварянето като физикохимичен и равновесен процес (промяна на енталпията и ентропията при разтваряне; ненаситен, наситен и преситен разтвор; кристализация). Разтворимост и фактори, влияещи върху разтворимостта на веществата (природа на веществото и разтворителя, температура, налягане –закон на Хенри, киселинност, излишък на собствени йони, протичане на процеси на окисление, редукция и комплексообразуване).

21. **Общи (колигативни) свойства на разтвори и течни смеси.** Идеални разтвори. Закони на Раул и закон на Бекман. Осмотично налягане – закон на Вант Хоф. Реални разтвори. Течни смеси. Диаграми на състоянието налягане – състав и температура – състав. Дестилация и ректификация. Колигативни свойства при разтвори на електролити: изотоничен коефициент.
22. **Разтвори на електролити.** Теория на електролитната дисоциация: степен на дисоциация и фактори, които я определят. Дисоциация на слаби и умерено силни електролити (дисоциационна константа). Закон на Оствалд. Теория на силните електролити: Теория на Дебай – Хюкел. Концентрация, активност, коефициенти на активност. Йонна сила на разтвор на електролит. Йонообменни взаимодействия: изразяване с молекулно-йонни и йонни уравнения; обратими и необратими процеси. Хидролиза на соли: същност, механизъм (поляризиращо действие на йоните върху водните молекули), степенна хидролиза, степен на хидролиза, хидролизна константа. Влияние на различни фактори върху хидролизния процес.
23. **Киселинно-основни равновесия във водни разтвори.** Автопротолиза, йонно произведение на водата. Сила на протолитите. Изчисляване на рН в разтвори на протолити (силни и слаби протолити, соли, амфолити, смеси). Буферни разтвори и значението им за аналитичната практика, буферен капацитет.
24. **Равновесия при малко разтворими съединения:** разтваряне на твърди вещества и утаяване. Произведение на разтворимост. Фактори, определящи разтворимостта на утайките. Влияние на странични вещества върху разтворимостта, влияние на чужди йони, влияние на общ йон, влияние на киселинността, влияние на комплексообразуващи агенти. Условно произведение на разтворимост.

IV. Свойства на някои елементи и съединения

25. **Въглерод:** алотропни модификации (връзка хибридизация-структура-свойства). Въглероден диоксид: строеж на молекулата, физични и химични свойства, равновесие в системата $\text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Въглеродна киселина, карбонати на елементите от I и II групи (разтворимост, хидролиза, термична устойчивост).
26. **Азот:** просто вещество: молекула, физични и химични свойства. Амониак: строеж на молекулата съгласно ТВВ, физични свойства, химична активност (характерни типове реакции), равновесие в системата $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$. Амониеве соли – разтворимост, хидролиза, термична устойчивост. Оксиди на азот (I) (свойства), азот (II) (молекула, получаване в природата, свойства), азот (III) (молекула, получаване, свойства), азот (IV) (молекула, свойства), азот (V) (молекула, свойства). Азотиста киселина (тавтомерия, свойства, соли). Азотна киселина (физични и химични свойства, структура на нитратния йон), царска вода, термично разпадане на нитрати.
27. **Фосфор:** структура на алотропните модификации, оксиди и киселини на P(I), P(III), P(V) (хипофосфориста, фосфориста, фосфорна - основност, най-важни свойства), метафосфорни и полифосфорни киселини.
28. **Сяроводород и кислородсъдържащи киселини на сярата.** Сяроводород: физични свойства, равновесие във воден разтвор, химични свойства, сулфиди. Кислородсъдържащи киселини на сярата в различни степени на окисление. Сярна киселина: физични свойства, киселинни и окислителни свойства; соли на сяратата и серистата киселини: разтворимост, хидролиза, свойства, стипци.

V. Органична химия

29. **Електронни ефекти в органичните съединения** - индукционен и мезомерен ефект. **Видове реагенти и химични реакции.** Електрофилни и нуклеофилни реагенти. Механизъм на органичните реакции, енергетичен профил, преходно състояние. Порядък и молекулност на реакциите.
30. **Пространствен строеж на органичните съединения.** Стереохимични формули - проекционни формули на Фишер и Нюман. СтереоиЗОмерия – конфигурация и конформация. Енантиомерия при съединения с хирален център. σ -Диастереомерия при молекули с два стереоцентъра. π -Диастереомерия.
31. **Алкани и циклоалкани.** Механизъм на свободнорадикаловото заместване - халогениране. Стабилност на радикалите (първични, вторични, третични, алилови, бензилови). Структура и стабилност на пръстените. Циклохексан, моно- и дизаместени циклохексани – конформационни изомери.
32. **Алкени и алкини.** Електрофилни присъединителни реакции – присъединяване на халогени, на халогеноводород, на вода (стабилност на междиннообразуващите се карбениеви йони). СН-кисели свойства на алкините – получаване на натриеви ацетилениди и тяхното алкилиране. **1,3-Диени.** π -Диастереомерия. Реакции на електрофилно присъединяване на халогени, на халогеноводород (1,2- и 1,4-присъединяване).
33. **Ароматни въглеродороди (арени).** Ароматен характер – структура на бензена. Механизъм на електрофилно заместване в ароматно ядро (π - и σ -комплекси). Реакции на халогениране, нитриране, сулфониране, алкилиране и ацилиране по Фридел-Крафтс. Ориентиращ ефект на заместителите при реакциите на електрофилно заместване (електронни ефекти, стабилност на σ -комплексите). Реакции в страничната верига на алкиларени – халогениране, окисление.
34. **Монохалогенопроизводни на алканите.** Реакции на нуклеофилно заместване. Механизъм на моно- и бимолекулно заместване (зависимост на скоростта и механизма на реакцията от структурата на субстрата, от нуклеофилността на атакуващия реагент, от напускащата група). Стереохимичен ход на реакциите на нуклеофилно заместване. Превръщане на алкилхалогениди в алкохоли, етери, нитрили. Реакции на елиминиране (дехидрохалогениране). Региоселективност на β -елиминирането.
35. **Едновалентни алкохоли и феноли.** Киселинно-основни свойства (влияние на заместителите). Получаване на етери и естери. Реакции на елиминиране (дехидратация) на алкохоли – региоселективност. Окисление на алкохоли до карбонилни съединения и карбоксилни киселини.
36. **Алдехиди и кетони.** Реакции на нуклеофилно присъединяване към карбонилна група – механизъм. Взаимодействие с кислородни нуклеофили – образуване на полуацетали и ацетали. Взаимодействие със серни нуклеофили – образуване на тиоацетали. Реакции с азотни нуклеофили – образуване на азометини, оксими, хидразони. Реакции с въглеродни нуклеофили – присъединяване на циановодород, Гринярови реактиви и фосфорни илиди (реакция на Витиг). Редукция на карбонилните съединения.
- Реакции на заместване при α -въглероден атом в карбонилни съединения. СН-кисели свойства на алдехиди и кетони – енолизация под действието на киселини и основи. Алдолна реакция. Реакции на Кнъовенагел, на Михаел.
37. **Монозахариди и дизахариди.** Монозахариди – номенклатура, структура и стереоиЗОмерия. Циклична структура на монозахаридите: глюкоза и рибоза – образуване

на полуацетали. Формули на Хауърд, конформационни формули. Аномери и епимери. Реакции на монозахаридите – редукция, окисление, образуване на цианхидрини, гликозиди, етери и естери. Дизахариди – номенклатура и структура. Класификация в зависимост от типа на свързване на монозахаридните звена.

38. **Монокарбоксилни киселини.** Киселинно-основни свойства. Влияние на заместителите във въглеродния остатък върху силата на киселините. Реакции на ацилно нуклеофилно заместване – получаване на киселинни халогениди, анхидриди, естери, амиди. **Функционални производни на киселините.** Механизъм на реакциите на ацилно нуклеофилно заместване. Сравнение на реакционната способност на функционалните производни киселините. **Киселинни хлориди и анхидриди.** Реакции – хидролиза, взаимодействие с алкохоли, с амоняк и амини. **Естери.** Реакции – хидролиза в кисела и основна среда, преестерификация. Редукция. Реакции на енолатни аниони (Клайзенова кондензация). Малонови синтези. Ацетоцетови синтези. **Амиди.** Реакции – хидролиза в кисела и основна среда. **Нитрили.** Реакции – хидролиза в кисела и основна среда.
39. **Мастни и ароматни амини.** Основност на алифатни и ароматни амини. Влияние на заместителите във въглеродния остатък върху основността на амините. Реакции на алкилиране и ацилиране. Получаване и свойства на diaзониеви соли. Заместване на diaзогрупата с водороден атом, с хидроксилна група, с халогенен атом, нитро- и цианогрупа (реакция на Зандмайер).
40. **Хетероциклени съединения.** Пирол, фуран, тиофен – структура и ароматен характер. Киселинни и основни свойства на пиrola. Реакции на електрофилно ароматно заместване при пирол, фуран, тиофен. **Пиридин** - структура и ароматен характер. Основност. Реакции на електрофилно и нуклеофилно ароматно заместване.

VI. Органични химични технологии

41. Суровинни източници на промишления органичен синтез. Добиване и преработка на въглища. Газификация на въглищата и деструктивно хидрогениране. Получаване на суровини от летливите продукти при коксуването на каменни въглища. Методи за преработка на нефта. Атмосферно-вакуумна дестилация на нефтопродукти. Термичен и каталитичен крекинг. Риформинг. Пречистване (рафинация) на нефтопродуктите.
42. Технология на основния органичен синтез. Производство на основата на въглероден оксид. Промислени източници на въглероден оксид. Производство на мастни въглеродороди (Фишер-Тропшов синтез). Производство на метанол. Производство на формалдехид чрез окислително дехидриране на метанол.
43. Производства на основата на парафинови въглеродороди. Източници за получаване на парафинови въглеродороди. Производство на хлорни производни на метана и етана. Производство на алкилсулfoxлориди. Производство на мастни киселини, алдехиди и алкохоли чрез окисление.
44. Производства на основата на олефинови въглеродороди. Източници за получаване на олефини. Производство на етилов алкохол чрез сярно кисела и директна хидратация. Производство на дихлоретан и етиленхлорхидрин. Производство на етиленов окис и етиленгликол. Производство на ацеталдехид и акрилонитрил.

VII. Неорганични химични технологии

45. Амоняк. Синтез на амоняк. Получаване и пречистване на синтезен газ. Характеристика на каталитичната реакция. Синтезна колона – принципно устройство и режим на работа.

46. Сяра и сярна киселина. Метод на Клаус за производство на сяра. Сярна киселина. Получаване на сярна киселина по контактния метод. Скорост и равновесие на каталитичината реакция. Абсорбция на SO₃ до сярна киселина и олеум.
47. Соли на сярната киселина: разтворимост, хидролиза, термична устойчивост. Получаване на калцинирана сода по метода на Солвей.
48. Желязо. Получаване на желязо във висока пещ. Процеси във високата пещ. Рафинация по конверторния метод.

VIII. Полимери

49. Молекулни маси и молекулно-масови разпределения на полимерите: дефиниране, видове, методи за определяне и регулиране.
50. Полимеризация: дефиниция, видове, елементарни реакции, кинетика и термодинамика. Съполимеризация.
51. Поликондензация: дефиниция, видове, управляващи параметри и основни зависимости при равновесната бифункционална и полифункционална поликондензация. Полимераналогични превръщания.
52. Полимерни разтвори: особености, теория на Флори-Хагинс за разредени полимерни разтвори; полиелектролитни разтвори; полимерни гелове.

IX. Методи за анализ

A. Електроаналитични методи

53. **Електрохимични методи за количествен анализ** – принципи и класификация. Електрохимични дефиниции и терминология – фарадееви и нефарадееви процеси; електрохимичен масов пренос; уравнение на Нернст.
54. **Електрохимични процеси върху капещ живачен електрод.** Полярографска вълна. Потенциал на полу вълна ($E_{1/2}$). Критерий за обратимост на електродната реакция. Определяне на ($E_{1/2}$) и n . Определяне на дисоциационната константа и брой лиганди в комплексното съединение. Развитие на класическите полярографски методи: импулсна, диференциална импулсна и инверсна полярография; волтамперометрия с линейно сканиране и инверсна волтампелометрия – аналитично приложение.
55. **Кондуктометрия.** Теоретични основи и приложение. Еквивалентна електропроводност. Кондуктометрично титруване.

Б. Инструментални методи за анализ

56. **Атомно спектрален анализ.** Атомни спектри. Класификация на атомно спектралните методи. Атомноабсорбционен анализ. Принцип, атомноабсорбционен спектрометър – основни компоненти. Пламъков и електротермичен атомизатор. Пречения (спектрални и неспектрални) и варианти за елиминирането им. Приложение на метода
57. **Емисионен спектрален анализ.** Източници на възбуждане. Емисионен спектрален анализ с индуктивно свързана плазма - основни компоненти на спектрометъра. Пречения (спектрални и неспектрални) и варианти за елиминирането им. Приложение на метода
58. **Масспектрометрия с индуктивно свързана плазма.** Същност на метода. Общи сведения за масспектрална апаратура. Пречения в масспектрометрия с индуктивно

свързана плазма - начини за коригиране и отстраняване на преченията. Приложение на метода.

59. **Принцип на хроматографското разделяне**. Характеристики на задържане – време на задържане, фактор на задържане (k'). Фазовото отношение (β) и коефициент на разпределение (K). Относително задържане (α), и критерий за разделяне (R_s). Ефективност на хроматографската система. Инжектори, детектори и колони за ГХ. Детектори, колони и подвижни фази за ВЕТХ. Количествен хроматографски анализ – метод на външния стандарт, метод на стандартната добавка, метод на вътрешния стандарт.
60. **Методи на молекулната спектроскопия** и приложение в структурния и количествен анализ. Основни характеристики на електромагнитното лъчение; области и единици. Ефект на молекулната структура върху абсорбцията и емисията на електромагнитното лъчение. Абсорбционен и емисионен спектър. Място и интензитет на сигнала (ивицата) в спектрите.

Специална част за ИХСМ

I. Съвременни материали

A. Термодинамика на промишления неорганичен синтез

1. Пресмятане на равновесни константи по стандартни термодинамични данни. Приблизени методи за пресмятане на химични равновесия в хомогенна газова фаза. Примери и приложения: равновесия при реакции без и с промяна на броя на молекулите, синтез на амоняк, получаване на SO_3 , дисоциация на азотни оксиди, горене на CO , реакция на водния газ.
2. Термодинамичен анализ на реакции в хетерогенни системи. Реални системи. Диаграми на Елингхъм (Ellingham). Горене на въглерод. Дисоциация на карбонати, оксиди и сулфиди. Редукция на железните оксиди.

B. Фазови равновесия и фазови превръщания в едно- и в многокомпонентни системи

3. Условие за равновесие в хетерогенна многокомпонентна система (без химична реакция). Закон за фазите на Гибс Алотропия и полиморфизъм - определение, примери (въглерод, фосфор, кислород, сяра, желязо).
4. Равновесие “течно-твърдо” и “твърдо-твърдо”. Равновесни диаграми на състоянието на двойни системи и експериментални методи за построяването им. Диаграми на състоянието с разслояване на компонентите.
5. Диаграми на състоянието с пълна и частична разтворимост в твърдо състояние. Евтектични и перитектични диаграми на състоянието.
6. Фазови диаграми на бинерни системи, образуващи интерметални съединения. Равновесие между твърди фази. Фазови диаграми на системи с полиморфизъм на компонентите. Равновесни диаграми на състоянието на тройни системи.
7. Фазови преходи от първи род. Изпарение, сублимация, стапяне, полиморфно превръщане. Уравнения на Клапейрон-Клаузиус. Термодинамична характеристика на фазовите преходи и методи за изследването им. Фазови преходи без изменение на състава.
8. Фазови преходи от втори род. Термодинамична характеристика на фазовите преходи и методи за изследването им. Примери: порядък-безпорядък, магнитни преходи (феромагнитно-парамагнитно състояние), λ -преходи.

9. Фазови преходи с образуване на зародиши на новата фаза. Фазови преходи, съпроводени с дифузия на компонентите. Спинодален разпад.

В. Приложна Електрохимия

10. Електрохимичен потенциал и условия за електрохимично равновесие. Електродни потенциали. Електрохимична поляризация. Кинетика на електродни реакции. Електрохимично отлагане на метали.
11. Електрохимична корозия. Спрегнати реакции на разтваряне на метал с водородна и кислородна деполяризация. Механизъм на корозия на чисти метали. Термодинамика и корозионна устойчивост на метали. Диаграми „Потенциал-рН“ (Пурбе диаграми). Корозионен ток и корозионен потенциал. Методи за определяне на скоростта на корозия. Методи за защита от корозия. Механизъм на отделяне на водород върху метали (напр. Fe).
12. Електрохимични източници. Li-йонни и Ni / MN акумулатори. Горивни елементи.

Г. Основи на материалознанието

13. Материалознание - връзка между структура и свойства на материалите. Икономически и екологични аспекти на материалознанието. Класификация на материалите. Метали и метални сплави. Полимерни материали. Интерметални съединения. Керамични материали. Стъкловидни материали. Композиционни материали. Монокристали. Полупроводникови материали. Нанокристални и нанофазни материали.
14. Кристална структура. Химични връзки и кристална структура на материалите. Кристалографски направления и равнини. Структура на металите. Структура на керамичните материали. Структура на полимерите. Микроструктура. Елементи на микроструктурата: точкови дефекти, дислокации и дефекти на опаковка. Равновесна и неравновесна структура. Фазови граници. Граници между кристални и аморфни фази. Обемни дефекти.
15. Атомен транспорт в материалите. Дифузия. Самодифузия и химична дифузия. Многокомпонентна дифузия. Вискозно течене. Кинетика на фазовите превръщания. Химико-термична обработка на материалите. Теория на термообработката и на закалката.
16. Механични свойства на материалите. Пластична и еластична деформация. Механизми на заякчаване на материалите. Рекристализация и растеж на кристални зърна.
17. Физични (електрични, магнитни, оптични) и термични свойства на материалите. Химични свойства на материалите.
18. Метали и метални сплави. Стомани и чугуни. Легирани стомани. Корозионноустойчиви, топлоустойчиви и инструментални стомани. Електротехнически стомани за магнитни приложения. Сплави на цветните метали. Мед и медни сплави. Месинги и бронзи. Алуминий и сплави на алуминия. Силумини, дурали. Магнезий и неговите сплави. Титан и цирконий и техните сплави. Суперсплави. Метали с памет на формата. Интерметални съединения. Свръхпроводящи интерметалиди. Магнитни интерметалиди. Аморфни метални сплави. Материали с приложение във водородната енергетика.
19. Керамични материали. Оксидна, нитридна, карбидна керамика. Силикатна керамика. Огнеупорни материали (корунд, борнитрид, карборунд). Ферити (мекомагнитни и твърдомагнитни ферити). Нови керамични материали. Стъкловидни материали. Стъкла на оксидна основа. Метални стъкла.
20. Композиционни материали. Естествено и изкуствено армирани композити. Композити на метална, полимерна и керамична основа; дисперсионно заякчени, усилен с къси и дълги нишки, структурни композити. Нанокристални и нанофазни материали.

II. Инженерна химия

A. Химична кинетика

1. Кинетика на съставни реакции. Обратими, паралелни и последователни реакции. Квазистационарно приближение.
2. Теория на ударите за реакции в газова фаза и разтвори. Плътност и честота на ударите, активни удари, активизираща енергия, стеричен фактор, сечение на реакцията. Определяне на скоростната константа на химична реакция по броя на ударите. Модел на Линдеман. Плътност и честота на ударите между разтворени молекули, кафезен ефект, активни удари. Дифузионно-контролирани реакции в разтвори и суспензии. Реакции между йони. Изчисляване скоростта на реакция в разтвори съгласно теорията на ударите.
3. Теория на активирания комплекс (преходното състояние) за реакции в газова фаза и разтвори. Уравнение на Ейринг. Уравнение на Брьонстед-Бьерум. Кинетика на реакции между два йона, йон-дипол и дипол-дипол (влияние на йонната сила и на диелектричната константа на средата). Влияние на заместителите и на разтворителя при реакции с участието на органични молекули (уравнения на Хамет и Тафт).

Б. Дисперсни системи и повърхностни явления

4. Повърхностно-активни вещества (ПАВ). Нискомолекулни ПАВ (анионни, катионни, нейонни, амфотерни). Полимерни ПАВ (синтетични, природни, модифицирани природни). Влияние на ПАВ върху повърхностното напрежение на разтвори. Адсорбционна изотерма на Гибс. Мицелообразуване в разтвори на ПАВ. Моделни адсорбционни изотерми - изотерми на Хенри, Лангмюр, Фрумкин.
5. Кинетика на адсорбция. Динамика на дифузионно-лимитирана адсорбция при малко начално смущение. Формула на Съдърланд за адсорбцията. Асимптотика на адсорбцията и повърхностното напрежение при малки и големи времена. Барьерно-лимитирана адсорбция.
6. Подход на Гибс за описание на хетерогенни системи и междуфазови граници. Уравнения на Лаплас и Томсън-Гибс. Термодинамика на тънките течни филми. Разклинящо налягане. Повърхностно напрежение, линейно напрежение – дефиниции.
7. Повърхностни сили на взаимодействие. Ван дер Ваалсови сили между повърхности и частици. Микроскопичен и макроскопичен подход. Електростатично взаимодействие между повърхности и частици в течности. Разпределение на електричния потенциал в плосък филм и електростатична компонента на разклинящото налягане. Теория на Дерягин-Ландау-Фервей-Овербек (DLVO).
8. Кинетични свойства и коагулация на колоидни частици. Брауново движение и дифузия. Кинетика на перикинетичната коагулация. Фактор на Фукс. Скорост на седиментация. Осмотично налягане. Колоидни кристали.
9. Основни методи за получаване и охарактеризиране на пени. Получаване на пени чрез кондензация и чрез диспергиране. Основни процеси при пенообразуване. Роля на ПАВ. Охарактеризиране на пенливостта на разтворите и на пенната стабилност. Основни фактори, влияещи върху процесите на пенообразуване.
10. Типове емулсии и методи за получаване. Типове емулсии. Емулгиране в ламинарен и турбулентен поток. Основни апарати (хомогенизатори). Влияние на ПАВ за типа на получената емулсия, правило на Банкрофт, хидрофилно-липофилен баланс (HLB). Фазово обръщане при промяна на температурата или на обемната част на фазите.

Спонтанно емулгиране, микроемулсии и миниемулсии.

В. Преносни явления и механика на непрекъснати среди.

11. Кинематика на непрекъснати среди. Скорост и преместване. Производна на локална величина по времето; ускорение. Материални и локални координати; „картини” на Лагранж и Ойлер. Несвиваем флуид и уравнение за непрекъснатост. Баланс на масата в многокомпонентна система. Закон на Фик и уравнение на конвективната дифузия.
12. Механика на идеални флуиди. Пълната система уравнения. Видове флуиди и течения: хомогенен, изоентропиен, изотермичен и баротропен флуид. Форма на уравнението на Ойлер за стационарно и за безвихрово (потенциално) течение.
13. Механика на вискозни флуиди. Пълната система уравнения. Плоско стационарно течение на несвиваем флуид (плоско течение на Кует). Течение на Поазьой: стационарно ламинарно течение в цилиндрична тръба.
14. Закон за подобие. Числа и критерии на Рейнолдс, Струхал и Фруд. Опростяване на моделите в зависимост от стойностите на безразмерните числа. Безразмерни комбинации породени от граничните условия. Понятие за автомоделност на процесите.
15. Движение на флуиди при малки числа на Рейнолдс. Линейност на хидродинамичните взаимодействия за нютониви флуиди. Задача на Стокс и формула на Стокс. Връзка с формулата на Айнщайн.
16. Приближение на смазката. Тънки течни филми и приложение на теорията за подобие и размерност. Изтичане на течност от пространството между два приближаващи се твърди диска; уравнения на Рейнолдс и Тейлор (връзка между притискащата сила и скоростта на изтъняване).
17. Баланс на количеството топлина. Закон на Фурие за топлинния поток и уравнение на топлопроводността. Коефициенти на топлопроводност и температуропроводност. Теплопроводност в твърди тела. Теплопроводност в неограничени среди. Теплопроводност в ограничена среда. Гранични задачи от I, II, III и IV род.
18. Топлообмен в конвективен поток. Числа на Пеклè, Прандтъл и Нуселт. Стационарно разпределение на температурата при течение на Поазьой по цилиндрична тръба и топлообмен. Конвективен топлопренос при течение на ненютонива течност в тръба. Свободна конвекция.
19. Уравнение на дифузията; дифузионен коефициент и коефициент на подвижност. Едномерна дифузия по тръбичка; вероятностна интерпретация на формулата за разпределението на концентрацията и формула на Айнщайн-Смолуховски за средното квадратично отклонение. Формула на Стокс-Айнщайн за дифузионния коефициент. Брауново движение и дифузия. Теория на дифузията в разреждени газове и течности.
20. Разпределения на концентрациите в твърди тела и ламинарни потоци. Система уравнения описващи дифузия при наличие на обратима химична реакция. Дифузия при хетерогенна химична реакция. Дифузия в стичащ се течен слой; масообмен при принудена конвекция. Дифузия и химична реакция в порьозен катализатор.

Литература

1. Лазаров Д., *Неорганична химия*, Унив. изд. "Св. Кл. Охридски", София, 5^{-то} изд., 2014.
2. Киркова Е., *Обща химия*, Унив. изд. "Св. Кл. Охридски", София, 2013.
3. Киркова Е., *Химия на елементите и техните съединения*, Унив. изд. „Св. Кл. Охридски”, София, 2013.
4. Панайотов И., *Увод в биофизикохимията*, Унив. изд. "Св. Кл. Охридски", София, 2000.
5. Atkins P., *Physical Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 2001.
6. Соколова Е., *Химична термодинамика*, Унив. изд. "Св. Кл. Охридски", София, 2001.
7. Бончев П. Р., *Увод в аналитичната химия*, III изд., Наука и изкуство, София, 1985.
8. Борисова Р., *Основи на химичния анализ*, Водолей, София, 2009.
9. Петров Г., *Органична химия*, Унив. изд. "Св. Кл. Охридски", София, 2009.
10. McMurry J., *Organic Chemistry*, Brooks, 1992.
11. Solomons T. W. G., *Organic Chemistry*, Wiley, 2007.
12. Крисчън Г., О'Рейли Дж., *Инструментален анализ*, Унив. изд. "Св. Кл. Охридски", 1998.
13. Л. Ландау, Е. Лифшиц, "Хидродинамика," Наука и изкуство, София, 1978.
14. R.V. Bird, W.E. Steward, E.N. Lightfoot, "Transport Phenomena," John Wiley & Sons, Inc., 2006.
15. "Intermolecular and Surface Forces", J. Israelachvili, Elsevier, Amsterdam, 2011.
16. "Surface activity", K. Tsujii, Academic Press, San Diego, 1998.
17. Увод в химията на твърдото тяло, С. Будуров, Т. Спасов, Университетско изд. "Н.Рилски", Благоевград, 1997.
18. Теоретическое и прикладное материаловедение, Л. Флек, Москва 1975.
19. Materials Science and Engineering, W. Callister, Wiley & Sons, 1994.
20. Физическая химия неорганических материалов, под ред. В. Ерменко, Киев, 1988.
21. Thermodynamics of materials, D.V. Ragone, Wiley & Sons, 1995.
22. Материалознание и технология на материалите, К. Стаевски, Т. Авджиева, Унив. Изд. "Св. Кл. Охридски", София, 1998.
23. И.Костов, Кристалография, Наука и изкуство, София, 1978
24. Андрей Апостолов - Физика на кондензираната материя - Университетско издателство "Св. Климент Охридски", София 2000г.
25. M.J. Richardson, Thermal analysis. National physical laboratory, Teddington, 1995.