



## **ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ "ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ"**

### **ПРОГРАМА ЗА ДЪРЖАВЕН ИЗПИТ**

за специалност ХИМИЧЕН АНАЛИЗ И КОНТРОЛ НА КАЧЕСТВОТО  
за придобиване на образователно-квалификационна степен Бакалавър

- I. СТРОЕЖ НА АТОМА
- Предпоставки за развитието на съвременната теория за строежа на атома.
  - Квантови числа и атомни орбитали. Принципи и правила за изграждане на електронна обвивка на атома. Начини за изразяване на електронната конфигурация на атомите на химичните елементи. Основно и възбудено състояние на атома.
  - Съвременни теории за строежа на атома.
  - Атомно ядро. Строеж на атомното ядро. Химичен елемент, масово число, изотопи, изобари и изотони.
- II. ПЕРИОДИЧЕН ЗАКОН И ПЕРИОДИЧНА СИСТЕМА
- Периодична система на химичните елементи – структура на периодичната система. Класическа и съвременна формулировка на периодичния закон.
  - Връзка между строежа на електронната обвивка на атомите на химичните елементи и мястото им в периодичната система.
  - Периодичност в изменението на свойствата на атомите на химичните елементи. Изменение на химичния характер на елементите по групи и периоди.
- III. ХИМИЧНИ РЕАКЦИИ
- Реакции, протичащи без промяна степента на окисление на атомите на химичните елементи (неутрализационни, хидролизни, утаечни и др. реакции).
  - Реакции, протичащи с промяна степента на окисление на атомите на химичните елементи. Степен на окисление, окислител, редутор, окисление и редукция. Видове окислително-редукционни реакции.
  - Ред на относителната активност на металите (РОАМ). Взаимодействие на металите с разредени и концентрирани разтвори на солна, сярна и азотна киселини.
- IV. ХИМИЧНИ СВОЙСТВА НА СЪЕДИНЕНИЯ НА s-, p- и d-елементи.
- s-елементи. Обща характеристика, свойства. Изменение на химичния характер на съединенията им. Примери.
  - p-елементи. Обща характеристика, свойства. Изменение на химичния характер на съединенията им. Примери.
  - d-елементи. Обща характеристика, свойства. Изменение на химичния характер на съединенията им. Примери.
- V. ХИМИЧНА ТЕРМОДИНАМИКА
- Първи принцип на термодинамиката. Вътрешна енергия. Енталпия. Топлина и работа.
  - Втори принцип на термодинамиката. Ентропия. Изменението на ентропията – критерий за посоката на спонтанните процеси и условията за установяване на термодинамично равновесие в изолирани системи.
  - Термодинамични потенциали. Енергия на Гибс и енергия на Хелмхолц. Изменението на термодинамичните потенциали ( $\Delta F$  и  $\Delta G$ ) – критерий за посоката на спонтанните процеси и условията за установяване на термодинамично равновесие в неизолирани системи. Химичен потенциал.
  - Топлинни ефекти на химичните реакции. Закон на Хес и неговите следствия. Температурна зависимост на топлинния ефект на реакцията. Уравнения на Кирхоф.

## VI. 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.

## VII. ХИМИЧНА КИНЕТИКА И ПОВЪРХНОСТНИ ЯВЛЕНИЯ

- Скорост на химичните реакции. Молекулност и порядък. Активираща енергия. Кинетика на простите реакции (нулев, първи и втори порядък).
- Катализа. Същност на каталитичното действие. Специфични особености на катализаторите и на каталитичните процеси. Активиране на хомогенно и хетерогенно каталитични процеси.
- Адсорбция върху твърда и течна повърхност. Величини, количествено характеризиращи адсорбцията. Адсорбционни изотерми на Лангмюир, Фройндлих и Брунауер-Емет-Телер (БЕТ).
- Повърхностно напрежение. Зависимост на повърхностното напрежение на течности и разтвори от температурата, концентрацията и природата на разтвореното вещество. Повърхностно активни вещества. Уравнение на Шишковски. Адсорбционна изотерма на Гибс.

## VIII. ЕЛЕКТРОХИМИЯ

- Разтвори на електролити. Електропроводимост на електролитни разтвори. Закони на Колрауш.
- Галваничен елемент. Електродвижещо напрежение (ЕДН) на галваничен елемент и връзката му с други величини. Термодинамика на галваничен елемент.
- Електроден потенциал. Уравнение на Нернст - приложение.
- Видове електроди – електроди от I-ви и II-ри род и редокселектроди.

## IX. ВЪГЛЕВОДОРОДИ

- Строеж и реактивоспособност на въглеродородите. Структурна и стереоизомерия. Химични свойства: заместителни и присъединителни реакции - механизъм.  $CN$ -киселинни свойства при алкини. Окисление на въглеродородите. Методи за получаване на въглеродороди. Полимеризация.
- Ароматни въглеродороди - критерии за ароматност - правило на Хюкел. Механизъм на електрофилни заместителни реакции: халогениране, нитриране, сулфониране. Алкилиране и ацилиране по Фридел-Крафтс. Ориентиращ ефект на заместителите при реакции на електрофилно заместване.

## X. КИСЛОРОДСЪДЪРЖАЩИ ПРОИЗВОДНИ НА ВЪГЛЕВОДОРОДИТЕ

- Структура и сравнителна реактивоспособност на алкохоли, феноли, ди- и триоли. Химични свойства: киселинно-основни свойства, реакции на нуклеофилно заместване и елиминиране. Получаване на естери на неорганични и органични киселини. Окисление до карбонилни съединения и карбоксилни киселини. Методи за получаване на хидроксилни производни.
- Алдехиди и кетони. Структура и реактивоспособност. Реакции на нуклеофилно присъединяване към карбонилна група – механизъм на взаимодействие с вода, амоняк, алкохоли, амини, циановодород, Гринярови реактиви и др.  $CN$ -киселинни свойства на алдехиди и кетони – енолизация. Реакции, касаещи карбонилната група – алдолна кондензация, Каницарова реакция и др. Редукция и окисление на карбонилни съединения. Методи за получаване.
- Масни и ароматни карбоксилни киселини. Структура и реактивоспособност. Киселинно-основни свойства. Реактивоспособност на карбоксилната група - механизъм на

реакциите на ацилно нуклеофилно заместване за получаване на киселинни халогениди, анхидриди, естери, амиди. Реакции на декарбоксилиране. Реакции във въглеродородната верига. Методи за получаване.

- Функционални производни на карбоксилните киселини - киселинни халогениди и анхидриди, амиди и естери. Сравнение на реакционната способност на функционалните производни на карбоксилните киселини. Характерни химични свойства: хидролиза, алкохолиза, амонолиза, преестерификация, преацилиране. Клайзенова кондензация, реакцията на Кновенагел, реакцията на Перкин. Методи за получаване.

## XI. ОРГАНИЧНИ СЪЕДИНЕНИЯ НА АЗОТА

- Амини - структура и реактивоспособност. Основност на алифатни и ароматни амини. Реакции на алкилиране и ацилиране. Образуване и химични свойства на diaзониеви соли – реакции на diaзотиране и купелуване. Реакцията на Зандмайер. Методи за получаване на амини.
- Аминокарбоксилни киселини - структура, изомерия. Химични свойства на аминокиселините. Пептидна връзка. Строеж, свойства и получаване. Строеж и конформация на белтъчната молекула – видове връзки и сили на взаимодействие. Денатурация.
- Азотсъдържащи хетероциклени съединения - структура и химични свойства на пирол, индол, пиридин и хинолин. Алкалоиди.

## XII. БИООРГАНИЧНА ХИМИЯ

- Въглехидрати - класификация и номенклатура. Монозахариди - структура и стереоизомерия. Циклична структура на монозахаридите: глюкоза, рибоза и фруктоза – образуване на полуацетали. Формули на Хауърт. Аномери и епимери. Реакции за доказване на карбонилната група. Дизахариди. Начини на свързване на монозахаридните остатъци. Свойства. Представители. Полизахариди – видове и представители.

## XIII. ПРИЛОЖНА НЕОРГАНИЧНА ХИМИЯ И ЕКОЛОГИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА

- Сярна киселина. Суровини. Получаване на сярна киселина по контактния метод. Технология на свързания азот. Производство на амоняк. Пречистване на замърсени газове от аерозоли, газообразни и парообразни компоненти.
- Получаване на метали. Производство на цинк по хидрометалургичния метод и на мед по пирометалургичния метод. Пречистване на промишлени отпадъчни води: механични, физикохимични и химични методи.

## XIV. ПРИЛОЖНА ОРГАНИЧНА ХИМИЯ И ХИМИЯ НА ПОЛИМЕРИТЕ

- Нефт. Физични методи за преработка - атмосферно-вакуумна дестилация. Химични методи за преработка – термичен и каталитичен крекинг. Пречистване (рафинация) на нефтопродуктите. Характеристика на горивата и смазочните масла и основни изисквания спрямо тях.
- Производство и преработка на продукти от растителен произход. Производство на захар – структура, суровини и получаване на захар. Производство и преработка на целулоза – структура, суровини и методи за добиване от дървесина.
- Поликондензация – определение, равновесна и неравновесна, основни зависимости при равновесната поликондензация. Полимеризация – видове, механизъм на радикаловата полимеризация.

## XV. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ И ПРИНЦИПИ НА КЛАСИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ

- Киселинно-основни равновесия. Протолитна теория. Протолитни константи. Водороден експонент - рН. Буферни разтвори и буферен капацитет.
- Протонометрия - принцип и класификация. Стандартни разтвори. Титрувални криви при определяне на силни и слаби протолити, влияние на свойствата и концентрацията на

анализираното вещество върху профила на титрувалната крива. Киселинно-основни индикатори – принцип на действие и критерии за избор на индикатор.

- Комплексообразователни процеси. Стабилност на комплексите и фактори, от които зависи. Влияние на странични реакции върху стабилността на комплексите,  $\alpha$ -коефициенти и условни стабилитетни константи.
- Комплексометрично титруване. Влияние на рН върху стабилността на комплексите и определяне на оптимални условия за титруване. Криви на титруване - особености. Металохромни индикатори – принцип на действие и изисквания към индикаторите.
- Утаечно титруване. Принцип и изисквания към реакциите. Стандартни разтвори. Криви на титруване, влияние на условията за анализ върху профила на титрувалната крива. Видове индикатори.
- Окислително-редукционно титруване (Редоксиметрия). Изисквания към реакциите. Принцип на действие на редокс-индикаторите. Перманганометрия и йодометрия - стандартни разтвори, криви на титруване, особености и приложение.

#### XVI. ИНСТРУМЕНТАЛЕН АНАЛИЗ – АТОМНА СПЕКТРОМЕТРИЯ

- Електронни преходи в атомите и атомни спектри.
- Атомно-абсорбционен анализ – принцип на метода. Правила на Уолш, Закон на Буге-Ламберт-Беер за светлинната абсорбция. Аналитични характеристики на атомно-абсорбционните методи с пламъков и електротермичен атомизатор. Пречения – спектрални и неспектрални.
- Емисионен спектрален анализ – източници на възбуждане. Оптико емисионен анализ с индуктивно свързана плазма – принцип, пречещи влияния (спектрални и неспектрални) и аналитични характеристики.
- Масспектрометрия с индуктивно свързана плазма. Същност и приложение на метода. Пречещи влияния и подходи за тяхното отстраняване или коригиране.

#### XVII. ИНСТРУМЕНТАЛЕН АНАЛИЗ – МОЛЕКУЛНА СПЕКТРОСКОПИЯ

- Вибрационна спектроскопия. Принципи на инфрачервената и Рамановата спектроскопия – подборни правила, интензитет на ивиците.
- Вибрационен спектър на двуатомна и многоатомна молекула – видове и брой молекулни трептения. Характеристични трептения и фактори, влияещи върху тях.
- Електронна абсорбционна спектроскопия. Подборни правила, видове преходи, интензитет на ивиците.
- Спектроскопия на ядрения магнитен резонанс (ЯМР), физични основи. Химично отместване и спин-спиново взаимодействие в протонния ЯМР.

#### XVIII. СТАТИСТИЧЕСКА ОБРАБОТКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДАННИ

- Представяне на резултати от измерване – средна стойност, стандартно отклонение, относително стандартно отклонение и доверителен интервал.
- Калибриране в количествения анализ – метод на външна калибрация, метод на стандартната добавка и метод на вътрешния стандарт.
- Неопределеност и метрологична проследимост на резултат от изпитване.
- Валидиране на изпитвателна процедура – чувствителност, работна област, граница на откриване и определяне.

#### XIX. СПЕЦИАЛИЗИРАЩИ ДИСЦИПЛИНИ

- *Набиране на проби за анализ.* Цел и задачи на пробонабирането. Създаване на план за набиране на проби. Научна надеждност и законова защитимост на процеса на събиране на проби. Изисквания към пробата - представителност и хомогенност. Стратегии и основни правила за вземане на течни, твърди и газови проби. Методи за консервиране и съхранение на проби.
- *Подготовка на проби за анализ.* Методи за предварителна обработка на първичната проба. Пробна константа. Разделяне на пробата на фракции – филтруване,

центрофугиране, преситване. Предварителна термична обработка на пробите. Методи за разтваряне със и без химични реакции, микровълново третиране. Количествено охарактеризиране на ефективността на методите за разтваряне.

- *Методи за разделяне и концентриране в химичния анализ.* Количествена оценка на ефективността на методите – аналитичен добив, степен на екстракция, фактори на обогатяване и разделяне. Принципи на екстракционните методи (течно-течна и твърдофазна екстракция). Фактори, влияещи върху екстракционното равновесие. Нови колекторни фази и миниатюризация на методите.
- *Анализ на храни.* Състав, качество и безопасност на хранителните продукти. Основни свойства, определящи качеството на хранителните продукти. Фактори, оказващи влияние върху качеството.
- *Анализ на храни.* Методи за анализ на протеини, въглехидрати и липиди в хранителни продукти. Качествено и количествено определяне на протеини и аминокиселини. Методи за определяне на общи въглехидрати и на моно-, олиго- и полизахариди. Определяне на общо липидно съдържание на храните и фракционния състав на липидите.
- *Органичен анализ.* Разтворимост на органичните съединения. Класификация на съединения по тяхната разтворимост. Връзка между структура и разтворимост.
- *Органичен анализ.* Алкени. Химични реакции с разтвор на бром в тетрачлорометан и с разтвор на калиев перманганат. ИЧ-характеристики на двойната С=C връзка. Цис- и транс-изомери. ЯМР-спектрални характеристики на алкени. Мас-спектрална фрагментация на алкени – пример за прегрупировка на Маклаферти.
- *Хроматографски анализ.* Същност и класификация на хроматографските методи в зависимост от вида на неподвижната и подвижната фаза, и от механизма на разделяне. Хроматографско задържане. Уравнение на задържането. Хроматографско размиване. Мярка и причини за размиването на зоната. Ефективност на колоната. Брой теоретични тарелки. Уравнения за ВЕТТ. Хроматографско разделяне. Селективност. Степен на разделяне.
- *Хроматографски анализ.* Особенности на газовата хроматография. Видове колони и неподвижни фази. Детектори и инжектори в газовата хроматография. Високоэффективна течна хроматография (ВЕТХ) (HPLC) – видове и характерни особености. Видове колони и неподвижни фази. Принципи на хроматографията с обратна фаза. ВЕТХ на йонизиращи се органични съединения. Видове детектори за ВЕТХ - характеристика, предимства и недостатъци. Идентификация и количествено определяне при хроматографските методи.
- *Електрохимични методи за анализ.* Електроден потенциал – измерване. Равновесни електрохимични методи. Потенциометрия – директна (рН - метрия) и индиректна. Йонноселективни електроди.
- *Електрохимични методи за анализ.* Неравновесни електрохимични методи: потенциодинамични методи (полярография, волтамперометрия). Потенциостатични електрохимични методи (кулонометрия, амперометрия, кондуктометрия).
- *Контрол и управление на качеството на химичните изпитвания.* Вътрешно-лабораторен качествен контрол – контролни карти, анализ на сертифицирани сравнителни материали.
- *Контрол и управление на качеството на химичните изпитвания.* Външна оценка на качеството на аналитичните резултати – междулабораторни сравнения и тестове за пригодност.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Димитров А., Неорганична химия I част, изд. ПУ, Пловдив, 1998.

2. Лазаров Д., Неорганична химия”, Университетско издателство «Св. Климент Охридски», София, С. 2006.
3. Киркова Е., Химия на елементите и техните съединения, Университетско издателство «Св. Климент Охридски», София, С. 2007
4. Лекова В., Гавазов К., Димитров А., Ръководство за решаване на задачи по обща и неорганична химия, изд. ПУ, Пловдив, 2008
5. Третьяков Ю. Д., Мартыненко Л. И., Григорьев А. Н., Цивадзе А. Ю., Неорганическая химия , Химия элементов, том 1 и том 2, Академкнига, Москва, 2007
6. Дамянов Д., Физикохимия I и II част, изд. СУБ Бургас, 1994 г.
7. Моллов Н., Учебник по Органична химия, ПУ, 1993 г., 1996 г.
8. Петров Г., Органична химия, изд. СУ, 1996, 2006 г.
9. Димитров Р., Б. Боянов Неорганична химична технология, изд. ПУ, Пловдив, 2001 г.
10. Иванов Ст., Органична химична технология, Пловдив, изд. ПУ, 1993, 1998 г.
11. Хокинг М., Съвременни химически технологии и контрол на емисиите, УИ „Св. Кл. Охридски”, София, 2002 г.
12. Магаева Сн., Ст. Караиванов, Екологична химия и опазване на околната среда, Булвест 2000, София, 2002 г.
13. Панайотов Ив., Ст. Факиров, Химия и физика на полимерите, УИ „Св. Кл. Охридски”, София, 2005 г.
14. Бончев П., Увод в аналитичната химия, III изд. Наука и изкуства, София, 1985 г.
15. Борисова Р., Основи на химичния анализ, Водолей 2009
16. Пеков Г., Аналитична химия. Равновесия в разтвор, УИ „Св. Кл. Охридски”, 2008 г.
17. Г. Кристиан, Аналитическая химия, 2 тома, изд. Бином, Лаборатория знания, 2012
18. D. Skoog, D. West, F. Holler, S. Crouch, Fundamentals of Analytical Chemistry, 10th ed, Cengage, 2022;
19. T. Bruno, J. Robinson, E. Frame, and G. Frame II, Undergraduate Instrumental Analysis, 8th ed., CRC Press, 2023;
20. Андреев Г., Молекулна Спектроскопия, изд. ПУ, Пловдив, 2010 г.
21. Harvey D. Modern analytical chemistry, Chapter 7 Obtaining and Preparing Samples for Analysis pp 195-246, McGraw-Hill Higher Education, 2000,
22. E. Prichard, Превод на български С. Ганева, QUACHA training course book, Quality assurance for chemical analysis 6-th FP, SWIFT-WFD scientific report, 2006.
23. Janusz Pawliszyn, Editor, Comprehensive sampling and sample preparation. Volume 2. Theory of extraction techniques, Elsevier, 2012
24. Колева Л., Биохимичен анализ на храни, УХТ-Пловдив, 2006 г.
25. Шрайнер, Р., Фьюзон, Р., Кертин, Д., Моррилл, Т. Идентификация органических соединений (перев с англ.). М., Мир, 1983.
26. Спасов, С., Каменов, Л. Ядрен магнитен резонанс в органичната химия, С., Наука и изкуство, 1973.
27. Scott W. P. R., Chrom-ed Book Series, Libraryforscience, 2003.
28. High performance liquid chromatography. Fundamental principles and practice, Edited by Lough J. W. and Weiner W. I., Blackie Academic&Professional (Електронно копие).
29. Snyder R. Lloyd, J. J. Kirkland, J. W. Dolan, Introduction to modern liquid chromatography, 3rd Edition, Wiley&Sons, Inc., publication, 2010, ISBN 978-0-470-16754-0.
30. Лекционни материали по: Основи на химията, Неорганична химия, Физикохимия, Органична химия, Биоорганична химия, Приложна органична химия, Приложна неорганична химия, Химия на полимерите, Екология и опазване на околната среда, Аналитична химия, Инструментални методи за анализ, Анализ на храни, Органичен анализ, Хроматографски анализ, Електрохимични методи за анализ, ПСППА, Методи за разделяне и концентриране в химичния анализ, Статистика и метрология в химията, Контрол и управление на качеството на химичните изпитвания.