

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Медичний факультет
Кафедра хімії та фармації

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректорка з навчальної та науково-педагогічної роботи, голова науково-методичної ради
Дар'я МАЛЬЧИКОВА

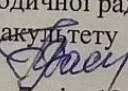


ПРОГРАМА
АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН З ХІМІЇ

- Модуль 1. Теоретичні основи неорганічної хімії
- Модуль 2. Теоретичні основи органічної хімії
- Модуль 3. Основи аналітичного контролю
- Модуль 4. Хімія природних, стічних вод та хімія атмосфери

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Галузь знань | <u>10 Природничі науки</u> |
| Спеціальність | <u>102 Хімія</u> |
| Освітня програма | <u>Хімія</u> |
| Рівень вищої освіти | <u>перший (бакалаврський)</u> |
| Форма навчання | <u>денна</u> |

ПОГОДЖЕНО
на засіданні
науково-методичної ради
медичного факультету
Голова НМР  Наталія ВАСИЛЬСВА
протокол № 7 від 12.04.2022 р.

Херсон-2022

Затверджено на засіданні кафедри
хімії та фармації
Протокол № 7 від 11.04. 2022р.
в.о. завідувача Тетяна ПОПОВИЧ

Пояснювальна записка

Атестація здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти - це визначення фактичної відповідності його освітньої (кваліфікаційної) підготовки вимогам освітньої (кваліфікаційної) характеристики та здійснюється на підставі Стандарту вищої освіти (Наказ МОН № 563 від 24.04.2019). Випускники першого (бакалаврського) рівня вищої освіти складають атестаційний екзамен, до якого входять модулі з дисциплін професійної та практичної підготовки:

1. Теоретичні основи неорганічної хімії.
2. Теоретичні основи органічної хімії.
3. Основи аналітичного контролю.
4. Хімія природних, стічних вод та хімія атмосфери.

Атестаційний екзамен проводиться за білетами, тестами або завданнями, складеними головами атестаційної комісії у повній відповідності до програми комплексного екзамену з атестації здобувача рівня вищої освіти.

Програмні компетентності, які формуються при вивченні модулів дисциплін даної програми атестації здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти:

ЗК1.Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК 3.Здатність працювати у команді.

ЗК 4.Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 5.Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 6.Здатність спілкуватися державною та іноземною мовами як усно, так і письмово.

ЗК 7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 8.Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК 9.Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК 10.Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 11.Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК13.Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

СК1.Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

СК 2.Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані (чи доцільні) методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

СК 3.Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

СК 4.Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.

СК 5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

СК 6.Здатність оцінювати ризики.

СК 10.Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання.

СК 11.Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

Програмні результати навчання

- P14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.
- P18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.
- P20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.
- P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

Модуль 1 «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ»

ВСТУП

Модуль з теоретичних основ неорганічної хімії передбачає перевірку знань здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 102 Хімія з освітніх компонент: загальна хімія, неорганічна хімія, фізична хімія.

Здобувачі повинні володіти поглибленими і розширеними знаннями основних законів і теорій хімічної науки, закономірностей хімічних процесів на основі теоретичних положень термодинаміки та кінетики, систематику неорганічних речовин, способи їх добування та галузі застосування.

Атестаційний екзамен повинен показати глибоке розуміння здобувачем основних теоретичних положень з неорганічної хімії, уміння зв'язувати окремі і загальні питання та вільно оперувати прикладами із різних областей хімії, вільно орієнтуватися в питаннях зв'язку хімії з життям.

При визначенні кола питань, які виносяться на державний екзамен, рекомендується враховувати специфіку навчального плану.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Основні закони хімії

Основні положення атомно-молекулярного вчення. Основні хімічні поняття – елемент, атом, молекула. Прості речовини, алотропія. Складні речовини, відносна атомна і молекулярна маси. Закон Авогадро. Число Авогадро. Моль. Молярна маса. Молярний об'єм газоподібної речовини.

Закон збереження маси і енергії і його значення в хімії. Основні закони хімії. Взаємозв'язок маси і енергії. Поняття про дефект мас. Закон сталості складу. Дальтоніди і бертоліди. Закон еквівалентів. Сучасна номенклатура неорганічних сполук.

2. Будова атома

Корпускулярно-хвильовий дуалізм випромінювання. Рівняння. Фотоефект. Спектри атома. Теорія атома Гідрогену по Бору. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Хвилі де Бройля. Принцип невизначеності Гейзенберга.

Квантові числа. Атомні орбіталі (АО). Фізичний зміст квантових чисел.

Багатоелектронні атоми. Характеристичні рентгенівські спектри атомів. Закон Мозлі. Ядро атома як динамічна система протонів і нейтронів. Заряди ядер атомів. Ізотопи. Три принципи заповнення АО: принцип найменшої енергії, принцип Паулі, правило Гунда. Порядок заповнення АО. Електронні формули. Деякі властивості атомів. Атомні радіуси. Потенціали іонізації. Спорідненість до електрону. Відносна електронегативність. Умовні іонні радіуси.

3. Періодичний закон Д.І. Менделєєва

Сучасне формулювання періодичного закону. Періодичність змін властивостей елементів як прояв періодичності змін електронних конфігурацій.

Періодична система як вираження періодичного закону. Структура періодичної системи. Періоди і групи. Взаємозв'язок між номерами періоду і групи періодичної системи і електронною будовою атомів. Особливості електронних конфігурацій атомів елементів А груп (головних) і В груп (побічних підгруп).

Зміна атомних радіусів, потенціалів іонізації і величин спорідненості до електрона в групах і періодах. Зв'язок положення елемента в періодичній системі з властивостями його атомів і утворених ним простих і складних речовин. Значення періодичного закону Д.І. Менделєєва.

4. Хімічний зв'язок

Основні характеристики хімічного зв'язку: довжина зв'язку, енергія зв'язку. Основні типи хімічного зв'язку: ковалентний і йонний. Ефективний заряд атома в молекулі.

Полярність зв'язку. Дипольний момент зв'язку і молекули в цілому. Електронегативність елементів. Ступінь окиснення. Координаційне число.

Валентність. Ковалентність атома. Ковалентний зв'язок. Метод валентних зв'язків (ВЗ).

Два механізми утворення ковалентних зв'язків: взаємодія неспарених електронів і донорно-акцепторна взаємодія.

Ковалентності атомів елементів 1-го, 2-го і 3-го періодів. Насиченість, направленість і поляризованість ковалентного зв'язку. Гібридизація АО. Типи гібридизації і стереохімія молекул в світлі уявлень метода ВЗ. σ - і π - зв'язки.

Теорія молекулярних орбіталей. Наближення МО ЛКАО. Двоатомні молекули в методі МО. Хімічний зв'язок в сполуках перехідних елементів. Теорія кристалічного поля.

Йонний зв'язок. Властивості сполук з йонним і ковалентним зв'язком. Міжмолекулярні взаємодії. Конденсований стан речовин. Атомні, молекулярні і йонні кристалічні ґратки.

5. Хімічна термодинаміка

Основні поняття. Тіло, система, стан, процес. Робота розширення. Фактори інтенсивності і екстенсивності.

Перший закон термодинаміки. Вічність руху матерії. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Часткові випадки рівняння першого закону термодинаміки для різних процесів.

Внутрішня енергія, теплота. Ентальпія. Часткові випадки роботи в різних процесах. Теплоємність. Середня і істинна теплоємність. Теорія теплоємності газів і твердих тіл.

Емпіричне рівняння залежності теплоємності від температури

Теплові ефекти хімічних реакцій. Теплоти утворення хімічних сполук. Закон Гесса та наслідки з нього. Зміна внутрішньої енергії системи.

Залежність теплового ефекту хімічної реакції від температури. Рівняння Кірхгофа.

Оборотні і необоротні процеси. Другий закон термодинаміки, його математичне вираження. Самочинні і несамоочинні процеси.

Цикл Карно і максимальний коефіцієнт корисної дії.

Ентропія як функція стану. Поняття про термодинамічну ймовірність. Статистичний характер другого закону термодинаміки.

Термодинамічні потенціали. Ентропія і зв'язана енергія. Ізохорно-ізотермічний потенціал або вільна енергія Гельмгольца. Ізобарно-термічний потенціал, або вільна енергія Гіббса. Хімічний потенціал. Термодинамічні потенціали як, критерії оцінювання самотинного перебігу процесу та його межі.

Рівняння Гіббса-Гельмгольца.

Хімічна спорідненість. Максимально корисна робота.

6. Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага

Істина і середня швидкість хімічних реакцій. Фактори, які впливають на швидкість хімічної реакції. Закон дії мас. Поняття про активні молекули. Енергія активації. Поняття про ланцюгові реакції. Роботи академіка Н.Н. Семенова. Константи швидкості реакції. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Рівняння Вант-Гоффа і Арреніуса.

Кінетика гетерогенних процесів. Стадійність, визначальна стадія, роль дифузії. Перший і другий закони Фіка. Дифузійна і кінетична області реакції. Внутрішня дифузійна область. Особливості протікання процесів в дифузійній області. Каталіз. Гомогенний, гетерогенний і мікрогетерогенний каталіз. Поняття про механізм дії каталізаторів. Каталіз на комплексних каталізаторах.

Кінетика гетерогенного каталіза. Стадійність. Вплив зовнішньої і внутрішньої дифузії, пориста структура каталізаторів. Адсорбція. Фізична і хімічна адсорбція. Фактори, які впливають на адсорбцію. Ізотерма адсорбції Ленгмюра. Йонообмінна адсорбція. Біологічне значення вибіркової адсорбції.

Зворотні і незворотні реакції. Умови хімічної рівноваги. Константа хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє і його застосування.

7. Вода. Розчини

Вода в природі. Проблема чистої води. Склад і будова молекул води. Фізичні властивості води. Аномалії води і їх пояснення. Вода як розчинник. Хімічні властивості води. Роль води в біологічних процесах. Промислове значення води.

Дисперсні системи. Їх класифікація. Вчення Д.І.Менделєєва про розчини. Механізм процесу розчинення речовин. Тепловий ефект розчинення, зміна об'єму при розчиненні.

Розчинність твердих речовин у воді. Розчинність рідин і газів у воді. Розчини насичені і ненасичені. Способи вираження концентрації розчинів. Властивості розбавлених розчинів. Явище осмосу. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Тиск насиченої пари над розчинами і його залежність від концентрації і температури. Температура кипіння і замерзання розчинів. Закони Рауля. Кріоскопія та ебуліоскопія.

Колоїдні розчини. Будова колоїдних частинок. Основні властивості колоїдних систем. Значення колоїдів в біології.

8. Електролітична дисоціація

Основні положення теорії електролітичної дисоціації. Механізм процесу електролітичної дисоціації. Механізм гідратації іонів. Ізотонічний коефіцієнт Вант-Гоффа. Ступінь дисоціації. Слабкі і сильні електроліти. Коефіцієнт активності. Зворотність процесу дисоціації. Застосування закону діючих мас до процесу дисоціації слабких електролітів, константа дисоціації.

Кислоти, основи і солі в світлі теорії електролітичної дисоціації. Амфотерні електроліти. Вода як слабкий електроліт, рН-середовища. Методи визначення рН-середовища. Індикатори. Буферні розчини. Біологічне значення буферних розчинів. Гідроліз солей. Ступінь і константа гідролізу. Добуток розчинності. Умови утворення і розчинення осадів. Спрямованість хімічних реакцій в розчинах електролітів. Протонна теорія кислот і основ Бренстеда.

9. Окисно-відновні реакції

Окисно-відновні реакції. Окисники і відновники. Класифікація окисно-відновних реакцій. Роль середовища в протіканні окисно-відновних реакцій. Гальванічний елемент. Електрична рівновага. Виникнення електродного потенціалу. Рівняння Нернста, його аналіз. Рівноважний електродний потенціал. Стандартний (нормальний електродний потенціал). Класифікація електродів. Електроди першого і другого роду, окисно-відновні електроди. Електрохімічні ланцюги. Хімічні ланцюги, концентраційні ланцюги з переносом і без переносу. Електрохімічний ряд напруг. Поняття про окисно-відновний потенціал. Направленність окисно-відновних процесів. Закон Фарадея. Електроліз. Електроліз в промисловості. Характеристика і класифікація процесів корозії металів. Електрохімічна корозія металів. Методи захисту металів від корозії.

Елементи А груп періодичної системи та їх сполуки

1. Гідроген

Положення Гідрогену в періодичній системі. Будова атома. Ізотопи. Характеристика молекули водню. Промислові і лабораторні способи одержання водню. Фізичні і хімічні властивості водню. Гідрогенвмісні сполуки металів і неметалів.

2. Елементи VIIA групи періодичної системи.

Загальна характеристика властивостей елементів VIIA групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Хлор. Знаходження Хлору в природі. Одержання хлору. Фізичні і хімічні властивості хлору. Хлоридна кислота, її властивості і одержання. Застосування хлоридної кислоти і її солей. Оксигенвмісні кислоти Хлору і їх солі.

3. Елементи VIA групи періодичної системи.

Загальна характеристика властивостей елементів VIA групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Оксиген. Знаходження в природі. Повітря. Одержання кисню. Роль кисню в природі і техніці. Електронна будова молекули кисню. Фізичні і хімічні властивості кисню. Гідрогенвмісні сполуки Оксигену - вода і гідроген пероксиду. Окисні і відновні властивості гідроген пероксиду, його кислотні властивості. Алотропія Оксигену. Озон, його фізичні і хімічні властивості.

Сульфур. Знаходження в природі. Одержання. Фізичні і хімічні властивості сірки. Гідрогенвмісні і оксигенвмісні сполуки Сульфуру. Оксиди та кислоти Сульфуру. Електронна будова, геометрія молекули. Властивості сульфатної кислоти. Одержання сульфатної кислоти в промисловості. Застосування сульфатної кислоти і її солей.

4. Елементи VA групи періодичної системи

Загальна характеристика властивостей елементів VA групи на основі їх знаходження в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Нітроген. Нітроген в природі. Фізичні і хімічні властивості азоту. Сполуки Нітрогену з Гідрогеном - амоніак, гідазин. Солі амонію. Оксиди Нітрогену. Властивості нітратної (III) кислоти. Нітрати (III), їх властивості. Нітратна кислота. Електронна будова і геометрія молекули. Властивості нітратної кислоти. Одержання нітратної кислоти. Солі нітратної кислоти, їх властивості. Азотні добрива. Роль Нітрогену в розвитку живих організмів.

Фосфор. Знаходження в природі, одержання, властивості, застосування. Найважливіші сполуки Фосфору. Фосфатна кислота, її солі. Фосфорні добрива.

5. Елементи IVA групи періодичної системи

Загальна характеристика властивостей елементів IVA групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Карбон. Карбон в природі. Алотропні відозміни Карбону: алмаз, графіт, карбін, їх структура, фізичні і хімічні властивості, застосування. Оксиди Карбону. Карбонатна кислота, карбонати.

Силіцій. Знаходження в природі. Фізичні і хімічні властивості. Оксид Силіцію. Силікатні кислоти. Силікати. Скло, цемент, кераміка.

6. Загальні властивості металів

Положення в періодичній системі елементів, які утворюють прості речовини металічного характеру. Природа металічного стану.

Загальні фізичні властивості металів. Загальна характеристика хімічних властивостей металів. Метали як відновники. Найважливіші методи одержання металів із руд. Сплави, їх властивості. Електрохімічний ряд напруг металів. Взаємодія металів з водою, водними розчинами кислот і солей.

7. Елементи IA групи періодичної системи

Загальна характеристика властивостей елементів IA групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Натрій і Калій. Їх одержання, фізичні і хімічні властивості. Одержання і властивості їх гідридів, оксидів і гідроксидів. Найважливіші солі.

8. Елементи IIA групи періодичної системи

Загальна характеристика властивостей елементів IIA групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Лужноземельні метали. Знаходження в природі. Одержання. Фізичні і хімічні властивості металів. Оксиди і гідроксиди лужноземельних металів. Солі. Твердість води і способи її усунення.

9. Елементи IIIA групи періодичної системи

Загальна характеристика властивостей елементів IIIA групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів.

Алюміній. Знаходження в природі. Виробництво алюмінію. Фізичні і хімічні властивості. Алюмінотермія. Сплави алюмінію. Оксид і гідроксид Алюмінію, їх властивості. Практичне значення Алюмінію і його сполук.

Елементи V груп періодичної системи та їх сполуки

1. Елементи IV групи періодичної системи

Загальна характеристика елементів IV групи на основі їх положення в періодичній системі та електронних конфігурацій атомів.

Властивості простих речовин, оксидів, гідроксидів і солей Купруму, Аргентуму і Ауруму. Фізіологічна дія йонів Аргентуму.

2. Елементи V групи періодичної системи

Загальна характеристика властивостей елементів V групи на основі їх положення в періодичній системі і електронних конфігурацій атомів. Властивості простих речовин, оксидів, гідроксидів і солей Цинку, Кадмію і Гідраргеруму.

3. Елементи VI групи періодичної системи

Загальна характеристика атомів елементів: Скандій, Ітрій, Лантан, Актиній. Поширення елементів у природі, фізичні та хімічні властивості простих речовин.

Найважливіші сполуки: оксиди, гідроксиди, солі.

Порівняльна характеристика властивостей елементів III A і III B груп.

Елементи f – родини (лантаноїди і актиноїди). Особливості електронних структур атомів елементів f – родин. Зміна радіусів атомів, лантаноїдне та актиноїдне стиснення. Можливі валентні стани і ступені окиснення атомів.

Лантаноїди. Знаходження в природі. Загальна характеристика фізичних та хімічних властивостей простих речовин. Найважливіші сполуки: оксиди, гідроксиди, солі.

Актиніоїди. Коротка характеристика властивостей простих речовин. Найважливіші сполуки лантаноїдів, характер зміни властивостей гідроксидів. Солі. Здатність лантаноїдів до комплексоутворення. Практичне застосування лантаноїдів.

4. Елементи VII групи періодичної системи

Загальна характеристика атомів елементів. Титан, Цирконій, Гафній у природі. Фізичні властивості простих речовин. Добування. Практичне застосування Титану, Цирконію, Гафнію та їх сплавів.

Хімічні властивості простих речовин. Найважливіші сполуки: оксиди, гідроксиди, солі. Комплексні сполуки цих металів. Порівняльна характеристика властивостей IV A і IV B груп.

5. Елементи VIII групи періодичної системи

Загальна характеристика атомів елементів. Ванадій, Ніобій, Тантал у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості простих речовин і найважливіших сполук елементів :оксидів, гідроксидів, солей. Титанати. Ванадати.

6. Елементи IX групи періодичної системи

Загальна характеристика атомів елементів. Хром у природі. Фізичні властивості простої речовини. Хімічні властивості хрому. Сполуки Хрому (II,III,VI): оксиди, гідроксиди, солі. Характер гідроксидів та окисно-відновні властивості сполук Хрому. Хроміти. Залежність кислотно-основних властивостей оксидів і гідроксидів Хрому від умовних зарядів і радіусів відповідних йонів. Пероксид хрому. Пероксохромати.

Молібден, Вольфрам. Фізичні властивості простої речовини. Хімічні властивості простих речовин та складних сполук. Молібденова і вольфрамова кислоти, здатність цих кислот до утворення гетерополікислот. Добування молібдену і вольфраму із природних сполук. Застосування молібдену і вольфраму та їх сплавів.

7. Елементи X групи періодичної системи

Загальна характеристика атомів: електронна будова, зміна радіусів атомів, енергій іонізації зі збільшенням протонного числа елемента.

Манган. Природні сполуки Мангану. Фізичні та хімічні властивості простої речовини. Добування марганцю. Застосування марганцю і його сплавів. Властивості сполук Мангану (II, IV, VI, VII). Залежність кислотно-основних та окисно-відновних властивостей оксидів і гідроксидів від ступеня окиснення атомів Мангану. Марганцеві кислоти. Манганати і перманганати, їх окислювальні властивості. Залежність окисних властивостей перманганатів від рН середовища.

8. Елементи VIII групи періодичної системи

Загальна характеристика елементів родини Феруму та платинових металів. Електронна конфігурація атомів, потенціали йонізації, валентні можливості, ступені окиснення, координаційні числа.

Положення металів у електрохімічному ряду напруг.

Елементи родини Феруму. Поширення у природі, найважливіші природні сполуки. Фізичні та хімічні властивості заліза.

Сполуки Феруму (II). Оксид, гідроксид, солі. Соль Мора. Комплексні сполуки. Гексоціано - (II) – ферати.

Сполуки Феруму (III). Оксид, гідроксид, кислоти, солі (ферити). Комплексні сполуки Феруму (III) катіонного та аніонного типів. Гексаціано - (III) – ферати. Пара- та діамангітні комплекси Феруму (II) та (III).

Сполуки Феруму (VI). Окисно-відновні властивості Феруму у різних ступенях окиснення.

Найважливіші сплави Феруму: чавун і сталь. Хімізм добування чавуну і сталі. Добування чистого заліза. Виробництво чавуну і сталі в нашій країні.

Порівняльна характеристика простих речовин та сполук Кобальта, Ніколу (II) і (III). Комплексні сполуки Кобальту (II) та (III). Комплексні сполуки Ніколу: ціаніди, галогеніди, аміакати. Добування та використання сполук Ніколу та Кобальту.

Елементи родини Платини. Поширення у природі, історія відкриття. Особливості фізичних та хімічних властивостей простих речовин, їх практичне застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні:

1. Степаненко О. М., Рейтер А. Г., Ледовський В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник в 2-х ч. Київ : Педагогічна преса, 2000. Ч. I. 568 с. Ч. II. 783 с.
2. Телегуз В. С. Основи загальної хімії : навч. посіб. для студентів хімічних спеціальностей вузів. К. : Новий світ, 2000. 424 с.
3. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студ. вищ. навч. закладів. Київ : Перун, 1998. 480 с.
4. Бондарчук Ю. В. Посібник з загальної та неорганічної хімії : метод. вид. Херсон : Айлант, 2001. 100 с.
5. Попович Т. А. Неорганічна хімія : практикум для студентів денної, заочної та екстернатної форм навчання напряму підготовки Хімія*. Херсон : Гринь Д. С., 2013. 210 с.
6. Неділько С. А., Попель П. П. Загальна та неорганічна хімія. Задачі та вправи : навч. посіб. Київ : Либідь, 2001. 400 с.
7. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов. 12-е изд. Санкт-Петербург : Лань, 2021, 744 с.
8. Слободяник М. С., Улько Н. В., Бойко К. М., Самойленко В. М. Загальна та неорганічна хімія. Практика : навч. посіб. для студ. хім. і нехім. спец. вищих навч. закладів. Київ : Либідь, 2004. 336 с.

Додаткові:

9. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія. Практикум : навч. посіб. Київ : Либідь, 2003. 208 с.
10. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посіб. Київ : Вища шк., 2005. 639 с.
11. Скопенко В. В., Савранський Л. І. Координаційна хімія : підручник. Київ : Либідь, 2004. 424 с.
12. Вступ до хімічної номенклатури : навч. посіб. / О.А. Голуб та ін. Київ : Школяр, 1997. 48 с.
13. Григор'єва В. В., Самійленко В. М., Сич А. М. Голуб О. А. Загальна хімія : підручник / за ред. О. А. Голуб. Київ : Вища шк., 2009. 471 с.
14. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник. Вінниця: Нова книга, 2016. 448 с.

Інтернет-джерела

15. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія. Практикум : навч. посіб. Київ : Либідь, 2003. 208 с.
URL: https://www.studmed.ru/romanova-nv-zagalna-neorganchna-hmya_effb416e94e.html
16. Степаненко О. М., Рейтер А. Г., Ледовський В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник в 2-х ч. К. : Педагогічна преса, 2000. Ч. I. 568 с.
URL: https://www.studmed.ru/stepanenko-om-zagalna-ta-neorganchna-hmya-1-tom_4baba54bf75.html
17. Степаненко О. М., Рейтер А. Г., Ледовський В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія : підручник в 2-х ч. К. : Педагогічна преса, 2000. Ч. II. 783 с.
URL: https://www.studmed.ru/stepanenko-om-zagalna-ta-neorganchna-hmya-u-2-h-tomah_f96100db9e5.html
18. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М. : Высшая школа, 1997. 527 с.
URL: http://www.newlibrary.ru/download/ugai_ja_a_/obshaja_i_neorganicheskaja_himija.html
19. Книги та монографії з хімії.
URL: <http://www.rushim.ru/books/books.htm>
20. Либрус. Гора знань. Химические науки.
URL: <http://librus.ru/natural-sciences/chemical-sciences>
21. Книги з хімії.
URL: <http://www.nehudlit.ru/books/cat352.html>
22. Хімічна бібліотека.
URL: http://www.fptl.ru/Chem%20block_Biblioteka.html
23. Термодинаміка розчинів.
URL: <http://physchem.chimfak.sfedu.ru/Source/PCC/index.html>
24. Новая электронная библиотека.
URL: www.newlibrary.ru/genre/nauka/himija/
25. Статті з журналів. Наука. Хімія.
26. Публичная электронная библиотека Прометей.
URL: lib.prometey.org/?sub_id=40
27. Основні підручники, практикуми та довідники з хімії.
URL: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
28. Хімічний каталог. URL : <http://www.ximicat.com/ebook.php>
29. Книги та підручники з хімії. URL : <https://obuchalka.org/knigi-po-himii/>
URL: <https://www.rulit.me/tag/chemistry>
30. Академічна і спеціальна література з хімії та хімічної промисловості.
URL: <https://www.twirpx.com/files/science/chidnustry/>
31. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України.

- URL: <http://dspace.nbuu.gov.ua/>
32. Періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва.
URL: <https://www.ptable.com/?lang=uk#>
33. Интерактивная периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева.
URL: <https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>

Модуль 2. «ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ»

ВСТУП

Модуль з теоретичних основ органічної хімії передбачає перевірку знань здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 102 Хімія з освітньої дисципліни – органічна хімія.

Здобувачі повинні володіти поглибленими і розширеними знаннями з сучасних уявлень про будову органічних сполук, визначати особливості їх складу, будови і властивостей, пояснювати механізми реакцій, визначати типові методи одержання органічних сполук і галузей їх застосування.

Атестаційний екзамен повинен показати глибоке розуміння здобувачем основних теоретичних положень з органічної хімії, уміння зв'язувати окремі і загальні питання та вільно оперувати прикладами із різних областей хімії, вільно орієнтуватися в питаннях зв'язку хімії з життям.

При визначенні кола питань, які виносяться на атестаційний екзамен, рекомендується враховувати специфіку навчального плану.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Реакційна здатність органічних сполук та напрямок проходження органічних реакцій

Ковалентний зв'язок: механізми утворення та параметри ковалентного зв'язку. Теорія гібридизації. Типи гібридизації: sp -, sp^2 -, sp^3 -гібридизації.

Механізми передачі впливу замісників в органічних речовинах. Електронні зміщення. Індукційний та мезомерний електронні ефекти. Визначення знака та величини ефектів. Гіперкон'югація. Теорія резонансу.

Термодинамічний і кінетичний методи визначення напрямку реакції. Визначення швидкості хімічної реакції. Механізм реакції. Напрямок проходження органічних реакцій. Залежність реакційної здатності і напрямку реакції органічних речовин від стійкості проміжної частинки або перехідного стану. Вплив електронних факторів на стійкість проміжної частинки або перехідного стану (алгоритм визначення стійкості проміжної частинки або перехідного стану).

Синтез органічних речовин

Одностадійні та багатостадійні синтези. Планування синтезу: від цвілевого продукту та від вихідного препарату. Правила складання схем синтезу органічних речовин. Синтез органічних речовин без зміни і зі зміною вуглеводневого скелету вихідних речовин. Джерела наукової інформації. Комп'ютерний синтез. Основні прийоми органічного синтезу

Реакції радикального заміщення (S_R)

Радикальне заміщення в алканах. Основні типи реакцій. Загальний механізм реакції. Умови утворення радикалів. Галогенування алканів. Механізм галогенування. Напрямок реакції. Фактори, що впливають на напрямок реакції радикального заміщення: умови реакції, будова алільного радикалу (будова алкану, швидкість утворення алільного радикалу, характер атома гідрогену, що заміщується, стійкість алкільного радикалу, швидкість утворення алкілгалогеніду), реакційна здатність реагенту. Реакції сульфохлорування і сульфохлорування та їх механізми.

Радикальне заміщення в алкенах в алільне положення. Фактори, що впливають на напрямок реакції.

Радикальне заміщення в алкілбензенах в боковому ланцюгу. Фактори, що впливають на напрямок реакції.

Реакції приєднання за карбон-карбон кратними зв'язками

Реакції електрофільного приєднання

Реакції електрофільного приєднання (A_E) алкенів. Основні типи A_E реакцій. Загальні механізми A_E реакцій: приєднання кислого реагенту (HZ) (правило В. Марковнікова), приєднання біполярних молекул $X^{\delta+}Y^{\delta-}$ (A_{E2}), погоджена взаємодія алкену та двох молекул реагенту (A_{E3}).

Реакції гідрогенгалогенування. Механізм реакції. Напрямок реакції та фактори, що його визначають. Реакційна здатність карбокатионів. Реакційна здатність алкенів. Перегрупування

Реакції гідратації (A_E) алкенів. Механізм реакції. Напрямок реакції.

Реакції галогенування (A_{E2}) алкенів. Механізм реакції. Напрямок реакції

Реакції електрофільного приєднання (A_E) заміщених алкенів $X-CH=CH_2$. Електронний вплив замісника X. Приєднання проти правила В. Марковнікова. Приєднання за правилом В. Марковнікова.

Реакції електрофільного приєднання (A_E) алкенілбензенів. Фактори, що впливають на напрямок реакції.

Реакції електрофільного приєднання (A_E) 1,3-дієнів. Реакції гідрогенгалогенування. Напрямок реакції та фактори, що впливають на напрямок реакції.

Реакції електрофільного приєднання (A_E) ненасичених карбонових кислот та їх похідних. Механізм реакції. Напрямок реакції.

Реакції електрофільного приєднання (A_E) алкінів. Основні типи A_E реакцій. Реакції галогенування та гідрогенгалогенування і їх механізми.

Реакції нуклеофільного приєднання

Реакції нуклеофільного приєднання (A_N) алкінів. Основні типи реакцій. Реакція гідратації (приєднання води). Загальна схема реакції. Механізм реакції.

Реакції нуклеофільного приєднання (A_N) ненасичених карбонових кислот та їх похідних. Загальна схема реакції. Основні типи реакцій. Механізм реакції. Напрямок реакції.

Реакції радикального приєднання (A_R)

Радикальне приєднання HBr до алкенів в присутності пероксидів. Пероксидний ефект М. Хараша і Ф. Майо. Механізм реакції. Напрямок реакції.

Радикальне приєднання HBr до алкенілбензенів в присутності пероксидів. Пероксидний ефект М. Хараша і Ф. Майо. Механізм і напрямок реакції.

Реакції радикального приєднання (A_R) за карбон-карбон кратними зв'язками. Механізм і напрямок реакції.

Реакції елімінування (E)

Основні типи реакцій (дегалогенування, дегідрогенгалогенування, дегідратація). Мономолекулярне елімінування $E1$. Загальний механізм реакції. Бімолекулярне елімінування $E2$. Загальний механізм реакції. Фактори, що впливають на механізм та напрямок реакції: тип розчинника, будова вихідної сполуки, будова алкену, що утворюється, температура.

Дегідрогенгалогенування галогеналканів. Механізм реакції $E1$ та $E2$.

Дегалогенування віцинальних дигалогенопохідних.

Дегідратація спиртів. Механізм реакції. Механізм реакції $E1$ та $E2$. Фактори, що впливають на механізм та напрямок реакції. Легкість дегідратації спиртів. Правило Зайцева.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N)

у насиченого атома карбону

Основні типи реакції. Механізм нуклеофільного заміщення: мономолекулярне нуклеофільне заміщення (S_N1) та його механізм, побічні реакції; бімолекулярне нуклеофільне заміщення (S_N2) та його механізм. Просторовий перебіг реакції нуклеофільного заміщення. Фактори, що визначають механізм та напрямок реакції: вплив

розчинників та каталізаторів, вплив замісників та субстрату, вплив групи, заміщується, полярні та просторові впливи в реагенті. Зв'язок між типом реакції (S_N1 та S_N2) і продуктами реакцій.

Нуклеофільне заміщення в алкілгалогенідах. Реакція гідролізу. Механізми гідролізу алкілгалогенідів у кислому та лужному середовищах. Фактори, що впливають на механізм та напрямок реакції. Синтези етерів та естерів (реакція Вільямсона). Алкілування амоніаку та амінів (реакція Гофмана). Обмін одних галогенів на інші (реакція Фінкельштейна). Заміщення галогенів на ціан-групу. Одержання нітроалканів (взаємодія з нітратами(III) металів).

Нуклеофільне заміщення в спиртах. Загальна схема та механізм каталізу в присутності мінеральних кислот. Оборотноість реакції та її побічні процеси. Реакції нуклеофільного заміщення гідроксигрупи в спиртах на гідроген галогенідних кислот, галогенангідридів неорганічних кислот на аніони неорганічних кислот (окрім гідроген галогенідних), на аміногрупу та алкоксианіон (механізми реакцій, вплив різних факторів, способи зміщення рівноваги реакцій, побічні процеси)

Нуклеофільне заміщення в етерах. Розщеплення етерів кислотами (нуклеофільне заміщення алкоксигрупи). Механізм реакції. Фактори, що впливають на розщеплення етерів кислотами

Реакції нуклеофільного приєднання (A_N) за карбон-оксиген кратних зв'язків

Реакційна здатність сполук по відношенню до нуклеофільної атаки

Реакції нуклеофільного приєднання до альдегідів та кетонів. Загальна схема реакції. Загальний механізм реакції. Основні типи реакцій. Фактори, що впливають на швидкість реакції.

Реакції конденсації карбонільних сполук. Альдольна та кротонова конденсація альдегідів та кетонів. Характеристика альдольної конденсації, роль каталізаторів (основ та кислот). Механізми альдольної та кротонової конденсації в лужному та кислому середовищах. Конденсація кетонів. Перехресна альдольно-кротонова конденсація Механізм конденсації ароматичних альдегідів з аліфатичними альдегідами та кетонами в лужному середовищі (реакція Кляйзена-Шмідта) (синтез бензальацетону та дибензальацетону, фурфуральацетону).

Реакції нуклеофільного приєднання (A_N) з відщепленням. Загальна схема реакції. Загальний механізм реакції. Основні типи реакцій.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) (приєднання-відщеплення) карбонових кислот та їх похідних

Загальна схема реакцій. Загальний механізм реакції. Кислотний каталіз. Основний каталіз. Фактори, що впливають на проходження реакції.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) карбонових кислот. Основні типи реакцій. Реакція естерифікації. Загальна схема реакції. Загальний механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції. Способи зміщення хімічної рівноваги реакції естерифікації в бік синтезу естеру. Одержання галогеноангідридів. Загальна схема реакції. Загальний механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції. Одержання амідів. Загальна схема реакції. Загальний механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) естерів. Основні типи реакцій. Гідроліз естерів. Загальна схема реакції. Механізм кислотного та лужного гідролізу. Фактори, що впливають на проходження реакції. Переестерифікація естерів (алкоголіз). Загальна схема реакції. Механізм кислотного та лужного каталізу. Фактори, що впливають на проходження реакції. Амоноліз. Загальна схема реакції. Механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції. Ацидоліз. Механізм реакції. Конденсація Кляйзена (естерна конденсація). Загальна схема реакції. Механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції. Перехресна конденсація Кляйзена.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) галогеноангідридів. Основні типи реакцій.

Механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції. Ацилювання спиртів та фенолів. Механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції. Ацилювання амоніаку та амінів. Механізм реакції.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) ангідридів. Основні типи реакцій. Механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) амідів. Основні типи реакцій. Механізм реакції. Фактори, що впливають на проходження реакції.

Деякі реакції C–H кислот

Кето-енольна таутомерія. Механізм кислотного та лужного каталізу. Фактори, що впливають на проходження реакції. Кето-енольна таутомерія. 1,3-дикарбонільних сполук. Ацетооцтовий етер. Синтези кетонів та кислот за допомогою ацетооцевого естеру. Малоновий естер. Синтези карбонових кислот за допомогою малонового естеру.

Реакції заміщення ароматичних сполук

Реакції електрофільного заміщення (S_E) ароматичних сполук. Загальна схема реакції. Основні типи реакцій. Загальний механізм електрофільного заміщення. Фактори, що впливають на напрямок реакцій електрофільного заміщення (S_E) ароматичних сполук. Орієнтація у монозаміщених ароматичних сполуках: активуюча та дезактивуюча групи, *орто*-, *пара*-орієнтанти, *мета*-орієнтанти, замісники першого та другого роду. Резонансні структури σ -комплексу при *орто*-, *пара*- і *мета*-заміщенні. Вплив природи електрофільного реагенту та будови ароматичного субстрату (електронодонорні та електроноакцепторні замісники) на напрямок реакцій S_E -типу (вплив електронодонорних та електроноакцепторних замісників на стійкість проміжної частинки). Вплив активності електрофільного реагенту на вибірність реакцій електрофільного заміщення в ароматичному ядрі. Вплив будови субстрату та реагенту на співвідношення *орто*- та *пара*-ізомерів. Вплив стеричних факторів на дезактивацію *орто*-заміщення. Орієнтація в дизаміщених ароматичних сполуках. Збіжна орієнтація та незбіжна орієнтація в дизаміщених ароматичних сполуках.

Реакції нітрування. Нітрувальні агенти. Нітрувальна суміш. Будова катіону нітронію, механізм електрофільного заміщення в реакціях нітрування ароматичних сполук. Нітрування бензену та його похідних. Нітрування нафталену та антрацену (будова граничних структур σ -комплексів при α - та β -заміщенні). Нітрування похідних ароматичних вуглеводнів. Особливості нітрування фенолів та ароматичних амінів. Приклади та практичне значення синтезів ароматичних нітросполук.

Реакції сульфування. Сульфуючі агенти. Механізм утворення катіону гідрогенсульфонію. Механізм реакцій сульфування бензену сульфур(IV) оксидом та катіоном гідрогенсульфонію (утворення π - та σ -комплексів). Фактори, що впливають на швидкість і напрямок реакції. Способи зміщення хімічної рівноваги реакції сульфування в бік збільшення виходу арилсульфоокислоти. Побічні реакції при сульфуванні (гідроліз арилсульфоокислот, окиснення та утворення сульфонів). Методи виділення арилсульфоокислот з реакційної маси. Вплив умов на напрямок реакцій сульфування (вплив температури, каталізаторів). Сульфування бензену, толуену, фенолів, нафталену, антрахінону. Сульфування первинних ароматичних амінів методом запікання.

Реакція сульфохлорування. Десульфування. Особливість реакцій заміщення сульфогруп в ароматичних сполуках на нітрогрупи (синтез пікринової кислоти) та на гідроксильну групу (синтез фенолів та нафтолів). Приклади та значення синтезів арилсульфоокислот.

Реакції галогенування. Механізм реакцій галогенування (хлорування та бромовання) в ароматичне ядро. Фактори, що впливають на швидкість і напрямок реакції. Способи поляризації (активування) молекул галогену (дія каталізаторів – кислот Льюїса, йоду та ін., дія полярних розчинників). Пряме та непряме галогенування ароматичних сполук. Особливості галогенування похідних бензену з замісниками I та II роду. Умови

введення галогену в ароматичне ядро і в боковий ланцюг, різниця у властивостях цих арилгалогенідів. Особливості реакцій галогенування бензену, толуену, нафталену, антрацену фенолу, аніліну, нітробензену, сульфокислот та ін., їх промислове значення.

Реакції алкілювання ароматичних сполук за Фріделем-Крафтсом. Алкілюючі реагенти (алкілгалогеніди, спирти, алкени). Каталізатори (апротонні кислоти Льюїса та протонні кислоти), їх активуюча роль. Схеми утворення електрофільного реагенту. Механізм електрофільних реакцій алкілювання (S_E2). Фактори, що впливають на швидкість і напрямок реакції. Оборотноість реакції алкілювання. Побічні процеси при алкілюванні (деалкілювання, переалкілювання, поліалкілювання, ізомеризація алкілюючого реагенту). Просторові ускладнення при алкілюванні третинними алкілгалогенідами. Значення промислових синтезів методом алкілювання. Приклади синтезів: ізопропілбензен; дифенілметан; трифенілхлорометан (із чотирьохлористого карбону і бензену).

Реакції ацилювання ароматичних сполук за Фріделем-Крафтсом. Ацилюючі реагенти електрофільного заміщення (хлорангідриди та ангідриди карбонових кислот, альдегіди, кетони та інші сполуки), їх порівняльна реакційна здатність. Каталізатори реакцій ацилювання і механізм їх дії. Фактори, що впливають на швидкість і напрямок реакції. Особливість реакції ацилювання. Реакція ацилювання фенолів та її особливість.

Формілювання ароматичного ядра.

Карбоксилування фенолів карбон(IV) оксидом (реакція Кольбе-Шмітта). Механізм реакції електрофільного заміщення в молекулах фенолів дією формальдегіду (утворення π - та σ -комплексів), при синтезі фенолформальдегідних смол. Промислове значення реакцій ацилювання ароматичних сполук.

Фактори, що впливають на швидкість і напрямок реакції електрофільного заміщення (S_E) гетероциклічних сполук.

Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) ароматичних сполук

Загальна схема реакції Основні типи реакцій. Механізм бімолекулярного нуклеофільного заміщення в ароматичному ряду. Загальний механізм приєднання-відщеплення. Фактори, що впливають на напрямок реакції нуклеофільного заміщення (S_N) ароматичних сполук Орієнтація при нуклеофільному заміщенні. Вплив замісника на реакційну здатність (вплив електронодонорних та електроноакцепторних замісників на стійкість проміжної частинки). Загальний механізм елімінування-приєднання. Реакції нуклеофільного заміщення (S_N) гетероциклічних сполук. Основні типи реакцій. Механізм приєднання-відщеплення (первісне приєднання реагенту з наступним відщепленням гідрид-йона) та напрямок реакції. Механізм відщеплення-приєднання (гетариновий механізм) та напрямок реакції.

Окисно-відновні реакції

Реакції окиснення. Загальна характеристика реакцій окиснення органічних сполук.

Окиснення вуглеводнів. Окиснення насичених вуглеводнів. Легкість окиснення за атомом карбону. Окиснення ненасичених вуглеводнів. Озоноліз та епоксидування (Прилєжаєва). Окиснення ненасичених сполук калій перманганатом в м'яких та жорстких умовах. Окиснення ароматичних вуглеводнів. Окиснення аренів з розщепленням ядер, окиснення бокових ланцюгів алкілароматичних сполук (одержання фенолу та карбонових кислот). Окиснення багатоядерних аренів з конденсованими ядрами.

Окиснення спиртів. Реакції окиснення спиртів до карбонільних сполук: утворення альдегідів та кетонів (окиснення сполуками хрому(VI), дегідрування). Механізм реакції окиснення первинних спиртів в карбонові кислоти.

Окиснення альдегідів та кетонів. Окиснення альдегідів м'якими окисниками (реактив Толлєнса – реакція срібного дзеркала, реактив Фелінга), жорсткими окисниками (нітратною кислотою, бромом, калій перманганатом, хромовою сумішшю та іншими окисниками. Механізми реакцій окиснення кетонів в лужному та кислому середовищах, правила О.Н. Попова. Галоформна реакція.

Реакції відновлення. Загальна характеристика реакцій відновлення органічних сполук.

Відновлення за подвійним зв'язком. Гідрування кратних карбон-карбон зв'язків (каталітичне та хімічне відновлення). гідрування алкенів, дієнів, алкінів. Фактори, впливають на проходження реакції.

Гідрування ароматичних сполук. Гідрування алкіларенів, алкеніларенів та ароматичних сполук з конденсованими ядрами. Фактори, що впливають на напрямок реакції.

Відновлення оксигеновмісних сполук. Загальна характеристика реакцій.

Відновлення спиртів. Реакції відновлення спиртів аліфатичного та ароматичного рядів: водень йодидною кислотою, натрієм у спирті, цинком в оцтовій кислоті.

Відновлення карбонільних сполук. Каталітичне та хімічне (реакція Кіжнера-Вольфа, метод Клемменсена) відновлення альдегідів та кетонів.

Відновлення похідних карбонових кислот. Відновлення хлороангідридів кислот (відновлення за Розенмундом), каталітичне та хімічне відновлення естерів, відновлення амідів та нітрилів.

Реакції диспропорціювання (самоокиснення-самовідновлення). Загальна схема реакції та механізм реакції: реакція Кляйзена-Тищенко, реакція Канніццаро.

Реакції відновлення ароматичних нітросполук. Реакція М.М. Зініна. Схеми реакцій відновлення нітрогрупи в кислому та лужному середовищах. Особливості промислових методів одержання ароматичних амінів.

Одержання та синтези з використанням магнійорганічних сполук

Синтез реактивів Грін'єра, Нормана, Іоцича. Синтези з використанням магнійорганічних сполук. Приєднання до полярних подвійних та потрійних зв'язків. загальний механізм реакції. Основні типи реакцій: одержання первинних, вторинних та третинних спиртів, кетонів та кислот.

Реакції діазотування та азосполучення.

Будова діазосполук. Різні форми існування діазосполук в кислому, нейтральному та лужному середовищах. Будова діазокатіону, резонансні структури та мезоформула катіону бензендіазонію. Вплив електроноакцепторних та електронодонорних замісників на електрофільність катіону діазонію. Будова солей діазонію. Просторові ізомери *цис-* (*син-*) та *транс-* (*анти-*) діазогідратів та їх солей (діазотатів).

Реакція діазотування. Електрофільні діазотуючі агенти, схеми їх утворення та порівняльна активність. Механізм реакції діазотування. Фактори, що впливають на напрямок реакції (мінеральної кислоти, розчинності амінів та їх солей, температури) на умови здійснення реакції діазотування, контроль за її протіканням.

Побічні реакції при діазотуванні ароматичних амінів, способи їх усунення. Пряме та зворотне діазотування, особливості діазотування амінів, що мають слабкі основні властивості. Способи осадження солей арилдіазонію з розчинів.

Реакція діазосполук з виділенням азоту. Загальна схема реакції. Механізм мономолекулярного нуклеофільного заміщення (S_N1) реакцій заміщення діазонієвої групи на гідроксильну, алкоксильну групи та флуор (реакція Шимана). Механізм заміщення діазогрупи на водень. Механізми реакцій заміщення діазогрупи на йод та на хлор, бром, ціан-, нітро- і інші замісники (реакція Зандмейєра).

Реакції діазосполук без виділення азоту.

Відновлення до арилгідразинів солей діазонію з метою одержання фенілгідразину, 2-хлорофенілгідразину та ін. при взаємодії діазосполук з натрій гідрогенсульфатом(IV).

Реакція азосполучення. Поняття про азосполуки, азо- та діазоскладові азобарвників. Механізм реакції азосполучення - електрофільне заміщення S_E2 -типу в ароматичному ядрі. Вплив електроноакцепторних та електронодонорних замісників на реакційну здатність електрофільного реагенту - катіону діазонію. Механізм азосполучення з фенолами і амінами (вплив кислотності середовища та температури). Кислотно-основні

рівноваги, що супроводжують таутомірні азогідразонні перетворення (залежність від рН, природи розчинника, типу замісника). Пояснення на цій основі індикаторної дії азобарвників: метилового оранжового та конго червоного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні:

1. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992. 503 с.
2. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2009. 868 с.
3. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Львів: Інтеллект-захід, 2004. 557 с.
4. Речицький О.Н. Реакційна здатність органічних сполук та напрямок проходження деяких органічних реакцій. Херсон: Видавництво ХДУ, 2002. 76 с.
5. Речицький О.Н., Решнова С.Ф. Органічна хімія. Херсон: ХДУ, 2014. т. 1. 438 с. т. 2. 442 с. т. 3. 274 с.
6. Речицький О.Н., Решнова С.Ф. Органічна хімія. Практикум до лабораторних занять з органічної хімії для студентів II-III курсів спеціальностей Хімія*, Біологія*. Херсон: Видавництво ХДУ, 2010. 136 с.
7. Речицький О.Н., Решнова С.Ф. Індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів з органічної хімії. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. 134 с.
8. Толмачова В.С., Ковтун О.М., Корнілов М.Ю. та ін. Сучасна термінологія та номенклатура органічних сполук. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2008. 172 с.
9. Чирва В.Я., Ярмолук С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія. Львів: Бак, 2009. 996 с.

Додаткові:

10. Веселовская Т.К., Мачинская И.В., Прижилголовская Н.М. и др. Вопросы и задачи по органической химии. М.: Высшая школа, 1988. 256 с.
11. Беккер Г. Введение в электронную теорию органических реакций. М.: Мир, 1977. 658 с.
12. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир, 1973. 1056 с.
13. Матье Ж., Панико Р. Курс теоретических основ органической химии М.: Мир, 1975. 556 с.
14. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974. 1132 с.
15. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. М.: Химия, 1974. т.1. 623 с., т.2. 744 с.
16. Потапов В.М. Стереохимия. М.: Химия, 1976. 695 с.
17. Речицький О.Н., Решнова С.Ф. Індивідуальні завдання з органічної хімії. Херсон: ХДУ, 2011. 120 с.
18. Решнова С.Ф., Речицький О.Н. Методичні рекомендації до самостійної роботи з органічної хімії. Херсон: Видавництво ХДУ, 2002. 92 с.
19. Речицький О.Н., Решнова С.Ф., Бачківський І.П. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму. Херсон: Айлант, 2000. 28 с.
20. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1991. 448 с.
21. Сильверстейн Р., Басслер Г., Морил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Мир, 1977. 590 с.
22. Смит В., Бочков А., Кейпл Р. Органический синтез. Наука и искусство. М.: Мир, 2001. 573 с.
23. Смолина Т.А., Васильева Н.В., Куплетская Н.Б. Практические работы по органической химии. М.: Просвещение, 1986. 304 с.

Інтернет-ресурси

24. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992. 503 с.
URL: <https://ua1lib.org/book/2039699/21e7f5>
25. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2009. 868 с.
URL: https://www.studmed.ru/lastuhin-yuo-voronov-sa-organchna-hmya-pdruchnik-dlya-vischih-navchalnih-zakladv_4549c3f4e38.html
26. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук. Львів: Інтелект-захід, 2004. 557с.
URL: <https://www.studmed.ru/lastuhn-yuo-hmya-prirodnih-organchnihspolu3b9f3150a7a.html>
27. Вопросы и задачи по органической химии / Т.К. Веселовская и др. М.: Высшая школа, 1988. 256 с.
URL <https://ru.djvu.online/file/vfIcCdrqORYAY>
28. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. М.: Мир, 1973. 1056 с.
URL: https://www.studmed.ru/ingold-k-teoreticheskie-osnovy-organicheskoy-himii_9a4a2b5110a.html
29. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974. 1132 с.
URL <https://s.11klasov.net/8001-organicheskaja-himija-morrison-r-bojd-r.html>
30. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. М.: Химия, 1974. т.1. 623 с., т.2. 744 с.
URL: http://www.newlibrary.ru/book/nesmejanov_a_n_nesmejanov_n_a/nachala_organicheskoi_himii_kn_1.html
31. Потапов В.М. Стереохимия. М.: Химия, 1976. 695 с.
URL http://www.newlibrary.ru/book/potapov_v_m/stereohimija.html
32. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1991. 448 с.
URL <http://padaread.com/?book=115709>
33. Смит В., Бочков А., Кейпл Р. Органический синтез. Наука и искусство. М.: Мир, 2001. 573 с.
URL: http://www.newlibrary.ru/book/smit_vbochkov_akeipl_r/organicheskii_sintez_nauka_i_iskusstvo.html

Модуль 3. «ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОГО КОНТРОЛЮ»

ВСТУП

Модуль з основ аналітичного контролю передбачає перевірку знань здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 102 Хімія з освітніх компонент: аналітична хімія та фізико-хімічні методи дослідження.

Здобувачі повинні володіти поглибленими і розширеними знаннями з теоретичних основ якісного і кількісного методів хімічного аналізу, фізико-хімічних методів аналізу, можливостей їх застосування та практичним виконанням аналізів.

Атестаційний екзамен повинен показати глибоке розуміння здобувачем основних теоретичних положень з аналітичної хімії, уміння зв'язувати окремі і загальні питання та вільно оперувати прикладами із різних областей хімії, вільно орієнтуватися в питаннях зв'язку аналітичної хімії з життям.

При визначенні кола питань, які виносяться на атестаційний екзамен, рекомендується враховувати специфіку навчального плану.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Теоретичні основи якісного аналізу

Вступ в якісний аналіз

Предмет і задачі аналітичної хімії. Місце аналітичної хімії в системі природничих наук. Найважливіші етапи розвитку аналітичної хімії. Значення аналітичної хімії в розвитку природознавства, техніки, вирішенні екологічних проблем. Сучасні вимоги до хімічного аналізу. Контроль якості хімічної продукції; екологічна експертиза. Основні аналітичні проблеми: підвищення точності та селективності аналізу, зниження межі виявлення, забезпечення експресності, аналіз без руйнування та інші. Державні стандарти. Основні етапи та сучасні тенденції розвитку аналітичної хімії. Методи аналізу: хімічні, фізико-хімічні, фізичні.

Якісний аналіз, його предмет і задачі. Наукове і практичне значення якісного аналізу. Класифікація методів якісного аналізу. Грам-аналіз, сантиграм-аналіз, мікрограм-аналіз, нанограм-аналіз. Мікрокристалоскопічний та краплинний аналіз. Способи проведення аналітичної реакції: «сухий» і «мокрый».

Аналітичні групи йонів

Типи аналітичних реакцій та вимоги до них. Чутливість та селективність реакцій, специфічні, вибіркові або селективні реакції. Реакції ідентифікації. Вимоги до реактивів, що використовуються в якісному аналізі. Систематичний та дробний методи аналізу катіонів.

Поділ йонів на аналітичні групи. Групові реагенти. Найбільш поширені системи класифікацій катіонів: сульфідна, фосфатна та кислотна-основна. Аналітичні групи катіонів за кислотна-основною класифікацією.

Класифікація аніонів за аналітичними групами. Загальна характеристика груп. Групові реагенти. Аніони-окисники та аніони-відновники. Систематичний і дробний аналіз аніонів.

Аналіз сухої речовини. Підготовка речовини до якісного аналізу. Переведення сухої речовини в розчин. Схеми розділення катіонів і аніонів на групи. Виявлення катіонів та аніонів у складних сумішах систематичним та дробним методами.

Розчини як різновид дисперсних систем. Розчини електролітів

Способи вираження концентрації речовин в розчині: молярна концентрація, молярна концентрація еквівалента, титр. Визначення еквівалентного числа та фактору еквівалентності речовин у різних типах хімічних реакцій. Способи вираження складу розчинів. Електролітична дисоціація. Сильні й слабкі електроліти. Теорія сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Характеристика розчинів сильних електролітів. Активність.

Коефіцієнт активності. Правило йонної сили. Розрахунки йонної сили розчину, активності йонів.

Закон діючих мас як теоретична основа якісного аналізу

Хімічна рівновага. Константа рівноваги. Застосування закону діючих мас до оборотних процесів. Застосування закону діючих мас до процесів дисоціації слабких електролітів. Взаємозв'язок між константою та ступенем дисоціації слабких електролітів. Залежність ступеня дисоціації від концентрації електроліту та температури. Розрахунки ступеня дисоціації та констант дисоціації кислот і основ. Умови зміщення йонних рівноваг. Вплив однойменних йонів.

Застосування закону діючих мас до процесу дисоціації води

Йонний добуток води, рН розчинів. Кислотно-основні рівноваги. Протолітична теорія Бренстедта-Лоурі. Порівняльна характеристика сили кислот і основ. Розрахунки концентрації йонів H^+ , OH^- і рН розчинів кислот та основ.

Теорія амфотерності. Константи йонізації амфотерних гідроксидів. Використання амфотерності в аналізі.

Застосування закону діючих мас до процесів гідролізу солей

Механізм гідролізу. Ступінь та константа гідролізу. Виведення формул для розрахунку ступеня та константи гідролізу. Розрахунки концентрацій гідроген-іонів та рН розчинів солей, що гідролізуються за катіоном, за аніоном, за катіоном і аніоном. Залежність константи гідролізу від константи дисоціації кислот або основ, температури та розведення розчину. Використання процесів гідролізу для визначення і розділення йонів.

Застосування закону діючих мас до буферних розчинів.

Буферні розчини, їх роль в аналізі. Типи буферних систем, їх класифікація. Механізм дії буферних систем. Буферна ємність. Розрахунки концентрації йонів H^+ , OH^- , рН і рОН буферних систем.

Хімічна рівновага в гетерогенних системах.

Застосування закону діючих мас до системи «осад-насичений розчин». Рівновага між розчином та твердою фазою (осадам). Добуток розчинності (ДР). Правила добутку розчинності та обмеження в його застосуванні. Добуток активності йонів. Розрахунки добутку розчинності за розчинністю речовини і навпаки. Застосування правила ДР в аналізі. Вплив однойменних та інших йонів на розчинність малорозчинних електролітів. Вплив сольового ефекту на розчинність малорозчинного електроліту. Розчинність малорозчинного осаду сильного електроліту за рахунок пептизації. Вплив на розчинність рН розчину, комплексоутворення, окисно-відновних процесів. Переведення одних малорозчинних сполук в інші.

Осадження. Фактори, що впливають на повноту осадження: розчинність сполуки, кількість та природа осаджувача, йонна сила, рН розчину. Фракційне осадження.

Окисно-відновні процеси.

Сутність окисно-відновних процесів. Окисники та відновники. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій та розрахунки коефіцієнтів в них. Окисно-відновні потенціали. Використання окисно-відновних потенціалів для визначення напряму окисно-відновних реакцій. Рівняння Нернста для розрахунку потенціалу електрода та електрорушійної сили гальванічного елемента. Фактори, що впливають на значення окисно-відновних потенціалів: йонна сила, рН середовища, концентрації окисненої та відновленої форм. Використання реакцій окиснення-відновлення в аналізі.

Комплексоутворення в хімічному аналізі.

Комплексні сполуки, їх характеристика та номенклатура. Типи найбільш поширених комплексів. Ізомерія комплексних сполук. Природа зв'язку в комплексних сполуках. Ступінчаста дисоціація комплексних сполук. Константа нестійкості та константа стійкості комплексної сполуки. Розрахунки концентрації продуктів дисоціації комплексних сполук. Руйнування комплексних йонів. Використання процесів комплексоутворення для відкриття, відокремлення і маскуванню йонів. Органічні реагенти

в аналізі. Положення елемента в періодичній системі та його здатність до комплексоутворення.

Колоїдні системи.

Колоїдні розчини в аналітичній хімії. Загальні відомості про колоїди. Електрокінетичні властивості колоїдних систем. Методи отримання колоїдних систем. Коагуляція колоїдних систем. Колоїдоутворення в хімічному аналізі.

Хімічні методи в кількісному аналізі.

Вступ в кількісний аналіз.

Предмет, задачі і методи кількісного аналізу, його наукове і практичне значення. Технічний контроль. Стандарти. Хімічні методи аналізу, їх характеристика. Похибки кількісного аналізу: систематичні, випадкові і грубі. Статистична обробка результатів аналізу.

Гравіметричний аналіз.

Гравіметричний аналіз, його суть, галузі застосування. Основні етапи та операції аналізу. Аналітичні терези та зважування. Підготовка речовини до аналізу. Середня проба. Вибір наважки. Операція осадження. Вибір та вимоги до осаджування. Осаджувана та гравіметрична форми. Умови отримання чистих осадів. Умови осадження кристалічних та аморфних осадів. Вплив різних факторів на повноту осадження. Процеси, що призводять до забруднення осадів: співосадження, адсорбція, оклюзія. Фільтрування та промивання осадів методом декантації. Фільтри для гравіметричного аналізу. Вибір промивної рідини. Перетворення осаджуваної форми у гравіметричну. Розрахунки в гравіметричному аналізі. Фактор перерахунку. Причини похибок. Переваги та недоліки гравіметричних визначень.

Титриметричний аналіз.

Титриметричний аналіз як різновидність об'ємного аналізу. Суть титриметричного аналізу. Вимоги до реакцій у титриметричному аналізі. Концентрація розчинів: молярна, молярна концентрація еквівалента, масова концентрація (титр). Титр за досліджуваною речовиною. Мірний посуд. Вимірювання об'ємів розчинів. Стандартні, робочі та установчі розчини, їх приготування. Фіксанали, державні стандартні зразки. Поправочний коефіцієнт. Операція титрування. Прийоми титрування: пряме титрування, зворотне титрування, титрування по методу заміщення. Способи титрування: метод піпетування та метод окремих наважок. Точка еквівалентності. Закон еквівалентів. Розрахунки в титриметричному аналізі. Відмінність гравіметричних та титриметричних визначень.

Метод кислотно-основного титрування.

Метод кислотно-основного титрування (метод нейтралізації). Основна реакція методу. Суть методу нейтралізації. Ацидиметрія, алкаліметрія. Робочі розчини. Установчі речовини. Криві титрування. Стрибок титрування. Точка еквівалентності. Кінцева точка титрування.

Індикатори методу кислотно-основного титрування. Теорія індикаторів: йонна, хромофорна, йонно-хромофорна. Інтервал переходу забарвлення індикаторів. Показник переходу забарвлення індикатора pK , показник титрування pT . Принципи вибору індикатора при титруванні. Індикаторні похибки.

Розрахунки зміни pH в ході титрування сильною кислотою сильною основою, слабкої основи сильною кислотою, слабкої кислоти сильною основою. Особливості кривих титрування в різних випадках. Титрування багатоосновних кислот. Вибір індикаторів у різних випадках титрування. Застосування кислотно-основного титрування.

Методи окисно-відновного титрування.

Методи окисно-відновного титрування (методи редоксиметрії). Загальна характеристика окисно-відновних методів, їх класифікація. Окисно-відновні реакції, придатні для титриметричних визначень. Зміна окисно-відновного потенціалу системи в процесі титрування. Криві титрування. Стрибок титрування. Константа рівноваги редокс-

реакції. Розрахунки редокс-потенціалу в точці еквівалентності. Визначення точки еквівалентності. Редокс-індикатори. Еквівалент окиснювача і відновника.

Перманганатометрія, основні поняття і суть методу. Перманганат як окиснювач. Титрування перманганатом у кислому, лужному та нейтральному середовищах. Приготування робочого розчину перманганату. Приклади визначень методом перманганатометрії.

Йодометрія, суть методу, умови застосування. Робочі і допоміжні розчини в йодометрії, їх приготування і стандартизація. Індикатори методу. Приклади визначення окисників і відновників методом йодометрії.

Теоретичні основи та області застосування хроматометрії, броматометрії, нітритометрії, цериметрії, йодхлориметрії, аскорбінометрії.

Методи осаджувального титрування.

Теоретичні основи методів осадження, їх класифікація. Метод аргентометрії. Способи фіксування точки еквівалентності: безіндикаторні методи, метод Мора, метод Фаянса, метод Фольгарда. Робочі і вихідні речовини методу аргентометрії. Криві титрування. Фактори, що впливають на величину стрибка титрування. Галузі застосування методів осадження. Меркурометрія та її практичне застосування.

Методи комплексометрії та комплексонометрії.

Сутність методу комплексометрії, приклади. Теоретичні основи методів комплексонометрії. Комплексонометрія. Амінополікарбонові кислоти як ліганди в комплексоутворенні. Утворення і стійкість комплексів. Способи комплексонометричного титрування. Підвищення вибіркової визначення у комплексонометричному титруванні.

Трилонометрія. Індикатори методу, теоретичне обґрунтування їх використання. Галузі застосування методів комплексонометрії. Меркуриметрія та її практичне застосування.

Фізико-хімічні методи кількісного аналізу

Загальна характеристика інструментальних методів аналізу.

Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу. Загальна характеристика інструментальних методів, їх класифікація та характеристика. Значення інструментальних методів в сучасному виробництві, в наукових дослідженнях.

Фотометричні методи аналізу.

Фотометричні методи як різновидність оптичних методів. Фотометричний аналіз, його теоретичні основи. Закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера. Основні критерії використання закону світлопоглинання, причини відхилення. Фотоелектроколориметри. Спектрофотометри. Калібрувальний графік. Фотоелектрична колориметрія. Чутливість і точність методу.

Люмінесцентний аналіз. Рефрактометричний аналіз. Поляриметричний аналіз. Інтерферометрія. Емісійний спектральний аналіз. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз. Полум'яна фотометрія. Турбідиметрія, нефелометрія. Загальна характеристика цих методів та область застосування.

Електрохімічні методи аналізу.

Потенціометричний метод. Теоретичні основи потенціометричного титрування. Індикаторний електрод та електрод порівняння. Залежність електродного потенціалу від концентрації іонів, що визначаються. Стрибок потенціалу. Практичне використання потенціометрії. Потенціометричне титрування.

Кондуктометричний метод. Кондуктометрія та кондуктометричне титрування. Амперометричне титрування. Кулонометричний аналіз. Полярографія. Електрофоретичні методи аналізу.

Хроматографічні методи аналізу.

Теоретичні основи хроматографії, основні поняття та класифікація методів. Адсорбційна, розподільна, газова, газорідинна, йонообмінна, молекулярно-ситова

хроматографія. Теоретичні основи, апаратура та області застосування цих видів хроматографії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні:

1. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с.
2. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Іванищук С. М., Повстяний М. В. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. Херсон : Олді-плюс, 2017. 516 с.
3. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів хімічних та фармацевтичних спеціальностей закладів вищої освіти. Вид. 2-е доп. та пер. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304с.
4. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Рябініна Г. О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. Херсон : Олді-плюс, 2012. 208 с.
5. Речицький О. Н., Решнова С. Ф., Попович Т. А. Збірник завдань з органічної, біологічної, аналітичної та фармацевтичної хімії для самостійної студентів : практикум для студентів закладів вищої освіти спеціальності 226 Фармація, промислова фармація денної та заочної форми навчання. Херсон : Вид-во ФОП Вишнімирський В.С., 2020. 132 с.
6. Сегеда А. С., Галан Р. Л. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Якісний аналіз : навч. посіб. / за заг. ред. А. С. Сегеди. Київ : ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2002. 429 с.

Додаткові:

7. Більченко М. М., Пшеничний Р. М. Аналітична хімія. Задачі та вправи: навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2019. 205 с.
8. Аналитическая химия : учебник / Н. И. Мовчан и др. М. : ИНФРА-М, 2016. 394 с.
9. Аналітична хімія. Якісний аналіз : навч.-метод. посіб. / Т. Д. Рева та ін. К. : Медицина, 2017. 280 с.
10. Аналітична хімія: підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» вищих навч. закладів / Н. К. Федущак та ін. Вінниця : Нова Книга, 2012. 640 с.
11. Циганок Л. П., Бубель Т. О., Вишнікін А. Б., Вашкевич О. Ю. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу : навч. посіб. / за ред. Л. П. Циганок. Дніпропетровськ : ДНУ ім. О.Гончара, 2014. 252 с.

Інтернет-джерела

12. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с.
URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/12092>
13. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів хімічних та фармацевтичних спеціальностей закладів вищої освіти. Вид. 2-е доп. та пер. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304с.
URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/10717>
14. Речицький О. Н., Решнова С. Ф., Попович Т. А. Збірник завдань з органічної, біологічної, аналітичної та фармацевтичної хімії для самостійної студентів : практикум для студентів закладів вищої освіти спеціальності 226 Фармація,

- промислова фармація денної та заочної форми навчання. Херсон : Вид-во ФОП Вишнімирський В.С., 2020. 132 с.
URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/10716>
15. Циганок Л. П., Бубель Т. О., Вишнікін А. Б., Вашкевич О. Ю. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу : навч. посіб. / за ред. Л. П. Циганок. Дніпропетровськ : ДНУ ім. О.Гончара, 2014. 252 с.
URL: http://library.dnu.dp.ua/Metodichki/analit_chimija.pdf
16. Основні підручники, практикуми та довідники з хімії.
URL : <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
17. Хімічний каталог.
URL : <http://www.ximicat.com/ebook.php>
18. Книги та підручники з хімії.
URL : <https://obuchalka.org/knigi-po-himii/>
19. Академічна та спеціальна література.
URL : <https://www.twirpx.com/files/science/>
20. Книги та підручники з хімії.
URL: <https://www.rulit.me/tag/chemistry>
21. Науковий журнал категорії А. *Методи та об'єкти хімічного аналізу* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка.
URL: <http://www.moca.net.ua/>
22. Науковий журнал категорії А. *Питання хімії та хімічної технології* / ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет».
URL: <http://www.vhht.dp.ua/uk/opis-zhurnalu/>
23. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* (Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України).
URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
24. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Хімія* / Київський національного університету імені Тараса Шевченка.
URL: <http://visnyk.chem.univ.kiev.ua/arhiv.htm>
25. Науковий журнал категорії Б. *Вісник Одеського національного університету. Хімія* / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова.
URL: <http://heraldchem.onu.edu.ua/issue/archive>
26. Науковий журнал категорії Б. *Хімія, технологія речовин та їх застосування* / Національний університет «Львівська політехніка».
URL: <https://science.lpnu.ua/uk/schmt/vsi-vypusky>
URL: <https://science.lpnu.ua/uk/ctas/arhiv-vypuskiv>
27. Науковий журнал категорії Б. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка (хімічні науки)* / Наукове товариство ім. Шевченка, Західний науковий центр НАН України та МОН України.
URL: <https://ntsh-chem.github.io/ua/archive.html>
28. Бутченко Л. І., Хохотва О. П., О.М. Терещенко О. М. Методичні вказівки до розв'язку типових задач з курсу «Аналітична хімія» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» К. : «Політехніка», 2010. 56 с.
URL: http://ecopaper.kpi.ua/images/documents/metodichki/eco/2k/analit_xim_typ_zadachi.pdf

Модуль 4. «ХІМІЯ ПРИРОДНИХ, СТІЧНИХ ВОД ТА ХІМІЯ АТМОСФЕРИ»

ВСТУП

Модуль з основ аналітичного контролю передбачає перевірку знань здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 102 Хімія з курсу «Хімія природних, стічних вод та хімія атмосфери». Курс спирається на такі фундаментальні дисципліни, як неорганічна, органічна та аналітична хімія (кількісний аналіз), фізична та колоїдна хімія, основи хімічної технології, при вивченні яких здобувачі отримують знання про технологічні схеми та механізми очистки стічних вод та газових викидів промислових об'єктів. Також даний модуль тісно пов'язаний із геохімією, особливо при вивченні складу та умов формування природних вод та атмосферного повітря; з екологією при розгляді питань запобігання забруднення природних вод, очищення стічних вод та захисту атмосфери від забруднень.

Здобувачі повинні оволодіти знаннями про сучасні методи хімічного та фізичного аналізу природних та стічних вод, атмосферного повітря, вміннями проводити планування хімічного експерименту та математичної обробки отриманої інформації, здійснювати якісну та кількісну оцінку екологічної ситуації гідросфери і атмосфери та прогнозувати екологічний стан навколишнього середовища.

Атестаційний екзамен повинен показати глибоке розуміння здобувачем основних теоретичних положень з хімія природних, стічних вод та хімія атмосфери, уміння зв'язувати окремі і загальні питання та вільно оперувати прикладами із різних областей хімії, вільно орієнтуватися в питаннях зв'язку хімії з життям.

При визначенні кола питань, які виносяться на атестаційний екзамен, рекомендується враховувати специфіку навчального плану.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Основи хімії природних вод.

Вступ. Мета і завдання курсу. Загальна характеристика природних вод: класифікація, хімічний склад, властивості. Класифікація природних вод за мінералізацією, за співвідношенням головних йонів і вмістом аніонів; фізико-географічними умовами формування хімічного складу. Основні хімічні компоненти природних вод.

Поверхневі води суші: хімічний склад (розчинні гази – O_2 , CO_2 , H_2S ; головні йони, біогенні елементи, мікроелементи органічні речовини), основні властивості (рН, окисно-відновний потенціал). Залежність склад природних вод – властивості. Основні держстандарти щодо методів аналізу природних вод.

Підземні води: хімічний склад (розчинні гази – O_2 , CO_2 , H_2S ; головні йони, біогенні елементи, мікроелементи органічні речовини), основні властивості (рН, окисно-відновний потенціал). Залежність склад природних вод – властивості. Загальна характеристика мінеральних вод. Мінеральні води України. Їх хімічний склад та властивості. Геотермальні гейзери. Поширеність. Хімічний склад та властивості. Артезіанські води. Хімічний склад, особливості.

Морські та океанські води: хімічний склад, основні властивості. хімічний склад (розчинні гази – O_2 , CO_2 , H_2S ; головні йони, біогенні елементи, мікроелементи органічні речовини), основні властивості (рН, окисно-відновний потенціал). Залежність склад природних вод – властивості.

Атмосферні опади: хімічний склад, основні властивості. хімічний склад (розчинні гази – O_2 , CO_2 , H_2S ; головні йони, біогенні елементи, мікроелементи органічні речовини), основні властивості (рН, окисно-відновний потенціал). Залежність склад природних вод – властивості.

Проблема хімічного забруднення природних вод, організація природоохоронних заходів, контроль за станом природних вод України.

Основи хімії стічних вод. Методи очистки стічних вод.

Загальна характеристика складу і властивостей стічних вод. Зміна якості води. Класифікація вод за цільовим призначенням. Контроль якості води. Споживання та використання води. Технологічна та стічна вода.

Основні забруднювачі стічних вод в залежності від галузі виробництва. Паливна та добувна промисловість. Електроенергетика. Металургійний комплекс. Машинобудівний комплекс. Хімічна промисловість. Лісова, деревопереробна та целюлозно-паперова промисловість. Промисловість будівельних матеріалів. Легка промисловість. Агропромисловий комплекс. Транспорт. Житлово-комунальне господарство.

Класифікація та загальна характеристика методів очистки стічних вод. Загальна схема методів очистки стічних вод. Недоліки та переваги різних методів.

Механічні методи очистки стічних вод. Очищення від грубодисперсних сполук. Видалення спливаючих домішок. Фільтрування. Відокремлення плаваючих частинок під дією відцентрових сил.

Термічні методи очистки стічних вод. Концентрування стічних вод. Випарні установки. Установки виморожування. Кристалогідратні установки. Видалення речовин з концентрованих розчинів. Термоокисні методи знешкодження: рідиннофазне та парафазне каталітичне окиснення. Вогневий метод.

Фізико-хімічні методи очистки стічних вод. Сутність та особливості методів. Коагуляція та флокуляція. Флотація. Адсорбція. Йонний обмін. Екстракція. Зворотний осмос та ультрафільтрація.

Біохімічні методи очистки стічних вод. Сутність та особливості методів. Закономірності розпаду органічних речовин. Вплив різних факторів на біохімічне окиснення. Очищення в природних умовах. Очищення в штучних спорудах. Анаеробні методи біохімічної очистки. Утилізація осаду.

Хімічні методи очистки стічних вод. Сутність методу, хімізм. Нейтралізація. Окиснення. Очистка відновленням. Видалення йонів важких металів. Очищення від сполук Арсену. Очищення від сполук Феруму.

Сучасні високоефективні методи очищення стічних вод.

Методи очищення стічних вод підприємств текстильної промисловості. Методи очищення стічних вод від барвників.

Основи хімії атмосфери. Методи очистки.

Хімічний склад атмосферного повітря. Загальні властивості атмосфери. Хімічний склад компонентів атмосфери природного та антропогенного походження.

Джерела та рівні забруднення атмосферного повітря. Основні забруднювачі атмосфери в залежності від галузі виробництва. Паливна та добувна промисловість. Електроенергетика. Металургійний комплекс. Машинобудівний комплекс. Хімічна промисловість. Лісова, деревопереробна та целюлозно-паперова промисловість. Промисловість будівельних матеріалів. Легка промисловість. Агропромисловий комплекс. Транспорт. Житлово-комунальне господарство. Допустимі санітарні норми інгредієнтів-забруднювачів атмосферного повітря. Нормування домішок атмосфери.

Захист атмосферного повітря від виробничих викидів. Загальна характеристика методів очистки відпрацьованих газів. Проблема забруднення атмосферного повітря та шляхи попередження. Адсорбція. Хемосорбція. Адсорбція, Термічна нейтралізація. Біохімічні методи.

Пристрої для очистки промислових газів. Фільтри. Мокрі пиловловлюючі апарати. Електрофільтри. Вловлювання туманів. Фільтри для вловлювання масла.

Адсорбційні методи очистки промислових газів. Теоретичні основи адсорбції. Очищення газів від SO₂, оксидів нітрогену, хлору та його сполук, карбон оксиду. Нерекупераційні та рекупераційні методи. Основні пристрої для очищення. Мідно-аміачна очистка. Очищення рідким азотом. Рівновага при адсорбції. Кінетичні закономірності. Десорбція поглинутих домішок. Адсорбція пари розчинників. Методи каталітичної та

термічної очистки. Кінетичні закономірності реакції гетерогенного каталізу. Високотемпературне знешкодження.

Пил у атмосферному повітрі. Методи очистки повітря від пилу. Основні властивості пилу. Змочуваність, коагуляція та волого поглинання. Потенційна небезпека пилу. Методи і пристрої знешкодження і використання пилу. Сухі механічні пиловловлювачі. Рекуперація пилу. Використання пилу як цільового продукту. Повернення пилу у виробництво.

Використання нових технологій при очищенні газових викидів промислових об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основні:

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : Підручник. К. : Вища школа, 2005. 671 с.
2. Шевряков М. В. Лекції з геохімії для студентів спеціальності 6.07081 «Екологія та охорона навколишнього середовища» денної і заочної форм навчання. Херсон : Вид-во ХДУ, 2004. 60 с.
3. Заграй Я. М. Хімія навколишнього середовища : конспект лекцій. К. : КНУБА, 2002. 98 с.
4. Сухарев С. М., Чундал С. Ю., Сухарев О. Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища : навч. пос. для студ. ВНЗ. Львів : Новий світ, 2008. 256 с.
5. Зубик С. В. Техноекологія. Джерела забруднення та захист навколишнього середовища : навч. посібник. Львів : Оріяна-Нова, 2007. 400 с.
6. Фізико-хімічні основи очищення стічних вод : підручник / А.К. Запольський та ін. К. : Лібра, 2000. 552 с.
7. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с.
8. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Іванищук С. М., Повстяний М. В. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. Херсон : Олді-плюс, 2017. 516с.
9. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів хімічних та фармацевтичних спеціальностей закладів вищої освіти. Вид. 2-е доп. та пер. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304с.
10. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Рябініна Г. О. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз навч. посіб. для студентів вищих навч. закладів. Херсон : Олді-плюс, 2012. 208 с.
11. Богатиренко А.А., Чорний І. Б., Нестеровський В.А. Хімія Землі. К. : Кондор-Видавництво, 2018. 568 с.
12. Набіванець Б. Й, Сухан В. В., Калабіна Л. В. Аналітична хімія природного середовища : підручник. К. : Либідь, 1996. 304 с.
13. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія : Підручник. К. : Либідь, 1997. 384 с.

Додаткові:

14. Хімія та екологія атмосфери : навч. пос. для аграрних навч. зал. освіти II-IV рівнів акр. з напрямків «Екологія», «Агрохімія» / за ред. Б. М. Федина. К. : Алеута, 2003. 272 с.

15. Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підручник. К. : Видавничий центр «Академія», 2006. 360 с.
16. Другов Ю. С., Беликов А. Б., Дьякова Г. А., Тульчинський В. М. Методи аналізу забрудненого повітря. М. : Хімія, 1984. 384 с.
17. Мітрасова О. П. Хімічні основи екології. К. : Перун, 1999. 192 с.
18. Радьо Т. В. Динаміка Землі та глобальні екологічні проблеми. К. : Основа, 2003. 256 с.
19. Клименко Л. П. Техноекотолія : посіб. для студ. ВНЗ зі спец. «Екологія та охорона навколишнього середовища». Сімферополь : «Таврія», 2000. 542 с.
20. Унифицированные методы анализа вод / под общ. ред. Ю. Ю. Лурье. М. : Хімія, 1971. 375 с.
21. Линник П. Н., Набиванец Б. И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Л. : Гидрометиздат, 1986. 370 с.
22. Юрков Г. К., Сафонова И. Н. Вода. М. : Вузовская книга, 2016. 84 с.
23. Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д. Фізико-хімічні методи доочищення води : підручник. К. : Кондор-Видавництво, 2018. 264 с.

Інтернет-джерела

24. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 12.10.2018 р., документ № 1264-ХІІ.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
25. Водний кодекс України : документ № 213/95-ВР від 18.12.2017 р.
URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/Z950213.html
26. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 01.05.2019 р., документ № 2918-ІІІ.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14#Text>
27. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення : Закон України від 04.10.2018 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
28. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення : Наказ № 316 від 01.12.2017 р.; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.01.2018 р., № 56/31508.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
29. Шевряков М. В., Повстяний М. В., Яковленко Б. В., Попович Т. А. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу : навч.-метод. посіб. Херсон : Атлант, 2013. 404 с.
URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/12092>
30. Шевряков М. В., Рябініна Г. О., Попович Т. А. Практикум з аналітичної хімії. Кількісний аналіз неорганічних та органічних речовин : навч. посіб. для студентів хімічних та фармацевтичних спеціальностей закладів вищої освіти. Вид. 2-е доп. та пер. Херсон : Олді-плюс, 2020. 304с.
URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/handle/123456789/10717>
31. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 27. / Головний редактор А.М. Кравчук. К. : КНУБА, 2016. 451 с.
URL: <http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/17/201627.pdf>
32. Державне агенство водних ресурсів України.
URL: <https://www.davr.gov.ua/>
33. Асоціація водоканалів України.
URL: <https://ukrvodokanal.in.ua/>
34. Справочники. Хімія води.
URL: <https://wwtec.ru/index.php?id=206>
35. Энциклопедия Кругосвет. Хімія гидросферы.

- URL: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/HIMIYA_GIDROSFERI.html
36. Класифікація методів очистки води.
URL: <http://voda-proekt.narod.ru/fiz-him.html>
 37. Water news Europe.
URL: <https://www.waternewseurope.com/>
 38. Water Technology.
URL: <https://www.water-technology.net/>
 39. Журнал Химиков-Энтузиастов. Химия и химики.
URL: chemistry-chemists.com/forum/index.php
 40. Хімічний каталог.
URL: <http://www.ximicat.com/ebook.php>
 41. Електронні бібліотеки.
URL: <http://www.lib.wall.ru/>
 42. Публичная электронная библиотека Прометей.
URL: lib.prometey.org/?sub_id=40
 43. Новая электронная библиотека.
URL: www.newlibrary.ru/genre/nauka/himija/
 44. Либрус. Гора знаний. Химические науки.
URL: <http://librus.ru/natural-sciences/chemical-sciences>
 45. Електронна бібліотека ZLibrary.
URL: <https://ua1lib.org/category/6/Chemistry/s/?order=title&page=10>
 46. Науковий журнал категорії А. *Journal of water chemistry and technology (Ukraine). Хімія і технологія води* / Національна академія наук України, Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАН України).
URL: <http://jwct.org.ua/uk/home-uk.html>
 47. Наукова електронна бібліотека періодичних видань НАН України.
URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/>