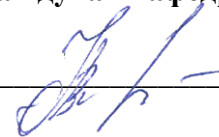


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри



(Протокол 1 від «29» серпня 2019 року)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВФП-01 Органічний та неорганічний синтез
(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь 01 Освіта /Педагогіка
(шифр галузі і назва галузі знань)
спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
(код і назва спеціальності)
предметна спеціальність 014.06 Середня освіта (Хімія)
(код і назва спеціальності (предметної спеціальності))
поєднана предметна спеціальність 014.05 Середня освіта (Біологія)
освітня програма Середня освіта (Хімія)
(назва освітньої програми)
рівень вищої освіти перший (бакалавр)
(назва рівня вищої освіти)
факультет природничо-географічний
(назва інституту, факультету, відділення)
Форма навчання денна
(денна, заочна)

2019–2020 навчальний рік

Робоча програма _____ з органічного та неорганічного синтезу для студентів

(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

предметна спеціальність 014.06 Середня освіта (Хімія)

поєднана предметна спеціальність 014.05 Середня освіта (Біологія)

освітня програма «Середня освіта (Хімія)» на першому (бакалавр) рівні вищої освіти

Розробники: Терещенко Оксана Василівна, к.н.х., доцент кафедри природничих наук та

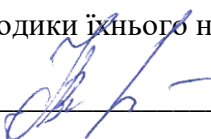
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

методики їхнього навчання.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри природничих наук та методики їхнього навчання

Протокол № 1 від 29 серпня 2019 року

Завідувач кафедри природничих наук та методики їхнього навчання

 / Подопрігора Н.В.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів (ECTS) – 7	Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка	Нормативна
Модулів – 3	Спеціальність 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметна спеціальність 014.06 Середня освіта (Хімія) поєднана предметна спеціальність 014.05 Середня освіта (Біологія)	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		3-й
Індивідуальне науково- дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 120/90 5-й семестр 45/75 6-й семестр 17/73 (аудиторна/самостійна)		5-й, 6-й
Кількість навчальних тижнів – 18/17 Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5/1 ; самостійної роботи студента – 4/4	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	Лекції
		8/4 год.
		Практичні, семінарські
		0 год.
		Лабораторні
		24/8 год.
		Самостійна робота
		75/73 год.
Консультації		
13/5 год.		
		Вид контролю: 5-й семестр – диф.залік , 6-й семестр – екзамен

***Примітка.**

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%): 57,1%/42,9 %. Кількість годин самостійної роботи збільшено відповідно: 5-й семестр -29 год., 6-й семестр – 14 год, у зв'язку з малокомплектними групами.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс органічного та неорганічного синтезу для студентів вищих педагогічних навчальних закладів передбачає вдосконалення й покращення знань з курсів загальної й неорганічної хімії. Вивчення курсу передбачає розгорнуте вивчення особливостей добування неорганічних речовин, їх методів очищення, хімічної ідентифікації, основних лабораторних та промислових методів отримання кислот та основ, оксидів, металів та неметалів. Програма курсу спрямована на формування у майбутніх вчителів навиків самостійної роботи з лабораторного синтезу неорганічних речовин та їх очищення, ідентифікації.

Крім того, лекційний курс передбачає вивчення особливостей отримання і будови сполук на підставі знань студентів про будову атому й хімічний зв'язок, ознайомлення із особливостями обчислення основних термодинамічних характеристик синтезу, складання теоретичного й практичного балансу процесу.

Вивчення цього курсу надасть студентам можливість навчитися самостійно проводити синтези, самостійно їх розробляти, правильно користуватися лабораторним обладнанням, посудом та реактивами.

Дисципліна «органічний та неорганічний синтез» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти професійних компетентностей. Засвоївши програму навчальної дисципліни за відповідними напрямками підготовки студенти зможуть вирішувати професійні завдання з урахуванням вимог до професійної діяльності та мають здобути компетентності з хімії:

- готовність застосовувати сучасні методи дослідження і аналізу при виконанні хімічних досліджень та проведення експериментів;
- здатність поставити завдання та організувати наукові дослідження з визначення складу та основних властивостей хімічних речовин;
- обґрунтування і розробка сучасних безпечних хімічних технологій (в галузі діяльності);
- участь у проведенні та визначення складу та властивостей простих та складних речовин;
- розробка методів та проведення лабораторних досліджень;
- володіння актуальними питаннями в області органічного та неорганічного синтезу для конкретної галузі господарської, економічної та науково-дослідної діяльності з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності, а також досягнень науково-технічного прогресу; вміння формування теоретичних знань та практичних навичок у майбутніх фахівців.
- інтегральна: здатність розв'язувати типові та складні задачі та практичні проблеми у професійній діяльності із застосуванням положень, теорій та методів загальної та неорганічної хімії; інтегрувати знання та вирішувати складні питання, формулювати судження за недостатньої або обмеженої інформації; ясно і недвозначно доносити свої висновки та знання, розумно їх обґрунтовуючи, до фахової та не фахової аудиторії.

Завдання вивчення дисципліни

Курс неорганічного синтезу повинен сприяти:

1. Закріпленню знань студентів, одержаних в курсах загальної і неорганічної, техніки хімічного експерименту;
2. Оволодінню навичками і професійному вмінню самостійно розробляти синтези неорганічних сполук;
3. Проводити літературні синтези через прописи способів добування сполук на основі літературних джерел;
4. Умінню складати теоретичні і практичні матеріальні баланси синтезів;
5. Умінню працювати на різних контрольно- вимірвальних приладах, користуватися необхідними реактивами, посудом, апаратурою.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- особливості способів виділення неорганічних речовин,
- механізми осушування та методи сушки речовини,
- методи очищення неорганічних речовин,
- специфіку добування металів та неметалів;
- методи добування галогенідів, халькогенідів, нітридів, карбідів
- способи отримання оксидів та гідроксидів,
- методи добування кислот,
- особливості добування комплексних сполук,
- методи ідентифікації неорганічних сполук.

вміти:

- самостійно розробляти синтези неорганічних сполук;
- проводити літературні синтези через прописи способів добування сполук на основі літературних джерел;
- складати теоретичні і практичні матеріальні баланси синтезів;
- працювати на різних контрольно- вимірвальних приладах;
- користуватися необхідними реактивами, посудом, апаратурою.

Результати навчання (компетентності)

Сформовані/закріплені компетентності:

Засвоївши програму навчальної дисципліни «Органічний та неорганічний синтез» студенти зможуть вирішувати професійні завдання з урахуванням вимог до професійної діяльності та мають здобути компетентності з фізичної та аналітичної хімії:

інтегральна:

- здатність розв'язувати типові та складні задачі та практичні проблеми у професійній педагогічній діяльності із застосуванням положень, теорій та основ синтезу речовин;
- інтегрувати знання та вирішувати складні питання, формулювати судження за недостатньої або обмеженої інформації;
- ясно і недвозначно доносити свої висновки та знання, розумно їх обґрунтовуючи, до фахової та не фахової аудиторії. здатність і готовність спрямувати дії на розв'язання складних непередбачуваних задач і проблем дослідницьких і практичних задач;
- здатність до організації пошуку способів виконання наукових дій за зразком або алгоритмом;

загальні:

-здатність і готовність спрямувати дії на розв'язання складних непередбачуваних задач і проблем дослідницьких і практичних задач;

- здатність до організації пошуку способів виконання наукових дій за зразком або алгоритмом;

-здатність і готовність здійснювати перевірку достовірності фактів, інформаційних повідомлень та адекватності моделей сучасного стану та розвитку природничих наук;

- здатність і готовність аналізувати та моделювати застосування хімічних і педагогічних знань у повсякденному житті та у широкому діапазоні можливих місць роботи.

1. здатність до використання знань для рішення природоохоронних завдань.

– здатність до здійснення саморегуляції та ведення здорового способу життя, здатність до адаптації та дії в новій ситуації;

– здатність до вибору стратегії спілкування, здатність працювати в команді, навички міжособистісної взаємодії;

– здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово, здатність спілкуватися другою мовою;

– навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;

– здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим;

– здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

спеціальні (фахові, предметні):

- здатність використовувати хімічні знання про властивості та способи добування речовин органічної та неорганічної природи;

- здатність проводити синтез речовин із застосуванням відповідних методик, хімічних і фізико-хімічних методів аналізу, хімічного обладнання, посуду та реактивів.

-здатність здійснювати розрахунки і графічну обробку отриманих результатів, формулювати висновки.

- здатність дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічних лабораторіях.

-здатність проводити пошукові дослідження, пов'язані зі синтезом речовин і оприлюднювати їх результати.

-здатність до самостійного підвищення рівня своєї теоретичної і практичної підготовки з хімії шляхом ознайомлення з сучасними фаховими і хімічними науковими джерелами.

-здатність готувати реактиви для проведення хімічного аналізу за допомогою хімічних і фізико-хімічних методів.

-здатність інтерпретувати і оцінювати результати хімічного аналізу.

Програмними результатами навчання є:

Інтегративні кінцеві програмні результати навчання, формуванню яких сприяє навчальна дисципліна.

ПРН 1. *Знає* основні історичні етапи розвитку предметної області.

ПРН 5. *Уміє оперувати* базовими категоріями та поняттями спеціальності.

ПРН 6. *Уміє використовувати* інструменти демократичної правової держави у професійній та громадській діяльності.

ПРН 7. *Уміє застосовувати* міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

ПРН 11. *Здатний* цінувати різноманіття та мультикультурність, керуватися в педагогічній діяльності етичними нормами, принципами толерантності, діалогу й співробітництва.

ПРН 13. *Знає* хімічну термінологію і сучасну номенклатуру.

ПРН 14. *Знає та розуміє* основні концепції, теорії та загальну структуру хімічних наук.

ПРН 16. *Знає* головні типи хімічних реакцій та їхні основні характеристики, а також провідні термодинамічні та кінетичні закономірності й умови проходження хімічних реакцій.

ПРН 17. *Знає* класифікацію, будову, властивості, способи одержання неорганічних і органічних речовин, розуміє генетичні зв'язки між ними.

ПРН 19. *Знає* методи хімічного та фізико-хімічного аналізу, синтезу хімічних речовин, зокрема лабораторні та промислові способи одержання важливих хімічних сполук.

ПРН 20. *Добирає* міжпредметні зв'язки курсів хімії в базовій середній школі з метою формування в учнів природничо-наукової компетентності.

ПРН 21. *Уміє* застосовувати знання сучасних теоретичних основ хімії для пояснення будови, властивостей і класифікації неорганічних і органічних речовин, періодичної зміни властивостей хімічних елементів та їхніх сполук, утворення хімічного зв'язку, направленості (хімічна термодинаміка) та швидкості (хімічна кінетика) хімічних процесів.

ПРН 23. *Уміє* аналізувати склад, будову речовин і характеризувати їхні фізичні та хімічні властивості в єдності якісної та кількісної сторін.

ПРН 24. *Володіє* різними методами розв'язання розрахункових і експериментальних задач з хімії та методикою навчання їх школярів; *здатний* виконувати хімічний експеримент як засіб навчання.

ПРН 25. *Уміє* переносити систему наукових хімічних знань у площину навчального предмета хімії, чітко і логічно розкривати основні теорії та закони хімії.

ПРН 37. *Розуміє і характеризує* стратегію сталого розвитку та розкриває сутність взаємозв'язків між природним середовищем і людиною.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль I Методи очищення та виділення хімічних речовин

Змістовий модуль 1. Основні методи виділення, висушування та очищення неорганічних та органічних речовин.

Тема 1. Загальні аспекти теорії органічного та неорганічного синтезу. Основні методи виділення неорганічних речовин. Основи організації та проведення хімічного експерименту під час синтезу, виділення із сумішей, відокремлення та концентрування з об'єктів довкілля, очищення зразків органічних і природних речовин. Способи підготовки органічних і природних сполук до аналізу та проведення ідентифікації хімічними й фізико-хімічними методами досліджень. Сучасні хроматографічні і спектральні методи дослідження та їхні особливості: УФ-, ІЧ-, ЯМР-спектроскопія, мас-спектрометрія. Передбачено практичні та лабораторні заняття. Основний лабораторний хімічний посуд та прилади. Миття та сушка хімічного посуду, складання установок, правила їх використання. Найпростіші складувні операції.

Подрібнення та перемішування. Типи мішалок та їх монтаж, електродвигуни. Затвори. Нагрівання та охолодження. Нагрівачі, бані, термостати, холодильники. Контроль та регулювання температури. Охолоджуючі суміші.

Розчини. Типи розчинів. Правила приготування розчинів, теплові ефекти при розчиненні. Властивості та очищення найважливіших органічних розчинників.

Тема 2. Методи виділення неорганічних речовин. Фільтрування. Фільтрування газів, рідин. Фільтруючі матеріали, правила їх використання. Особливості фільтрування при нагріванні. Способи фільтрування (при звичайному тиску, під вакуумом та ін.). Осадження і фільтрування в потоці індиферентних газів.

Тема 3. Основні методи сушки неорганічних речовин. Висушування речовин. Висушування газів, характеристика осушувачів газів та можливості їх застосування. Особливості висушування органічних речовин (зневоднення органічних рідин), правила застосування найбільш поширених твердих осушувачів для висушування органічних сполук. Способи висушування твердих речовин. Особливості сушки кристалогідратів.

Тема 4. Методи очистки неорганічних речовин. Класифікація основних методів виділення та очистки речовин за рівноважними системами: а) розчин-тверде тіло (методи перекристалізації, йонного обміну, хімічні методи); б) конденсована фаза (розчин або тверді речовини)-пара (методи дистиляції, возгонка); в) розчин-розчин (екстракційні методи).

Кристалізація. Діаграма станів подвійних систем для домішок, що знижують або підтримують температуру плавлення основної речовини. Поняття про коефіцієнт розподілення та залежність від нього типу перекристалізації. Явище співосадження при перекристалізації (захоплення йонів, адсорбція, утворення твердих розчинів). Техніка проведення перекристалізації (підбір розчинника, виділення кристалів, висушування). Особливості перекристалізації з органічних розчинників.

Методи виділення кристалогідратів.

Різні варіанти багаторазової кристалізації: дрібна кристалізація, метод кристалізаційної колони, зонна плавка.

Хімічні методи очистки. Принципи розділення, засновані на відмінності константи рівноваги та швидкостей реакцій. Методи хімічного осадження. Очистка водних розчинів солей обробкою порошкоподібними металами, сульфідами або гідроксидами. Методи хімічних транспортних реакцій.

Методи йонного обміну. Класифікація йонітів, основні вимоги до йонообмінних смол, принципи підбору сорбентів. Хроматографічні методи. Суть хроматографічного методу розділення, очистки, виділення та ідентифікації хімічних сполук. Основні види хроматографії: адсорбційна, розподільна та йонообмінна. Хроматографічні методи (за технікою розподілу речовин): колоночна хроматографія, хроматографія на папері, тонкошарова хроматографія, газорідинна хроматографія, рідино-рідинна хроматографія..

Возгонка (сублімація). Возгонка як фізико-хімічний процес, особливості її застосування. Залежність швидкості возгонки від різних параметрів (тиску пари, площі поверхні випарюваної речовини та температури). Возгонка при атмосферному тиску та вакуумі, прилади, техніка експерименту.

Перегонка. Способи перегонки. Проста перегонка при атмосферному тиску. Фракційна (дрібна) перегонка. Діаграма склад пари і рідини-температура. Закони Д.П. Коновалова. Ректифікація, ректифікаційні колонки.

Азеотропні суміші. Діаграма склад-температура для азеотропних сумішей. Застосування азеотропії. Методи розділення азеотропних сумішей.

Перегонка з водяною парою. Закон Дальтона. Закон Рауля. Умови і випадки застосування перегонки з водяною парою.

Перегонка при зниженому тиску, випадки її застосування.

Екстракція. Закон розподілу Нернста. Екстракція рідин. Метод висолювання. Прилади для екстрагування. Безперервна екстракція розчинів в екстракторах. Екстракція твердих речовин в апараті Сокслета

Модуль II Основи органічного синтезу

Змістовний модуль 2. Основи синтезу органічних речовин із заданою будовою та властивостями

Тема 1. Ідентифікація синтезованих сполук.

Експериментальне визначення найважливіших фізичних констант хімічних сполук: температури плавлення, температури кипіння, густини рідкої речовини, показника заломлення.

Хімічні методи ідентифікації речовин. Ідентифікація неорганічних речовин: якісні реакції на катіони і аніони. Ідентифікація органічних речовин: якісні реакції на характеристичні групи та встановлення будови карбонового скелету (гетероциклічного ядра) та положення характеристичних груп.

Фізичні та фізико-хімічні методи встановлення будови хімічних сполук. Використання УФ-, ІЧ-, ЯМР- та мас-спектроскопії, хроматографічних, дифракційних та інших фізичних методів для ідентифікації синтезованих сполук.

Тема 2. Реакції нуклеофільного заміщення в органічних сполуках.

Напрямок реакції. Основні типи реакції. Механізм нуклеофільного заміщення: мономолекулярне нуклеофільне зміщення (S_N1) та його механізм, побічні реакції; бімолекулярне нуклеофільне зміщення (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.

Тема 3. Електрофільне заміщення в ароматичному ядрі (S_E). 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_E2 -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 арилсульфо кислоти. Побічні реакції при сульфуванні (гідроліз арилсульфо кислот, окиснення та утворення сульфонів). Методи виділення арилсульфо кислот 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 сульфо хлорування. Десульфування. Особливість реакцій заміщення сульфо груп в ароматичних сполуках на нітрогрупи (синтез

пiкринової кислоти) та на гiдроксильну групу (синтез фенолiвта нафтолiв). Приклади та значення синтезiварилсульфокислот.

Реакцiї галогенування. Механiзм реакцiй галогенування (хлорування та бромовання) в ароматичне ядро. Фактори, що впливають на швидкiсть i напрямок реакцiї. Способи поляризацiї (активування) молекул галогену (дiя катализаторiв – кислот Льюiса, йоду та iн., дiя полярних розчинникiв). Пряме та непряме галогенування ароматичних сполук. Особливостi галогенування похiдних бензену з замиcниками I та II роду. Умови введення галогену в ароматичне ядро i в боковий ланцюг, рiзниця у властивостях цих арилгалогенiдiв. Особливостi реакцiй галогенування бензену, толуену, нафталену, антрацену фенолу, аниліну, нiтробензену, сульфокислот та iн., iх промислове значення.

Реакцiї алкiлування ароматичних сполук за Фрiделем-Крафтсом. Алкiлюючi реагенти (алкiлгалогенiди, спирти, алкени). Катализатори (апротоннi кислоти Льюiса та протоннi кислоти), iх активуюча роль. Схеми утворення електрофiльного реагенту. Механiзм електрофiльних реакцiй алкiлування (S_E2). Фактори, що впливають на швидкiсть i напрямок реакцiї. Оборотноcть реакцiї алкiлування. Побiчнi процеси при алкiлуванні (дезалкiлування, переалкiлування, полiалкiлування, iзомеризацiя алкiлюючого реагенту). Просторовi ускладнення при алкiлуванні третинними алкiлгалогенiдами. Значення промислових синтезiв методом алкiлування. Приклади синтезiв: iзопропiлбензен; дифенiлметан; трифенiлхлорометан (iз чотирьохлористого карбону i бензену).

Реакцiї ацилювання ароматичних сполук за Фрiделем-Крафтсом. Ацилюючi реагенти електрофiльного замиcнення (хлорангiдриди та ангiдриди карбонових кислот, альдегiди, кетони та iншi сполуки), iх порiвняльна реакцiйна здатнiсть. Катализатори реакцiй ацилювання i механiзм iх дiї. Фактори, що впливають на швидкiсть i напрямок реакцiї. Особливiсть реакцiї ацилювання. Реакцiя ацилювання фенолiв та її особливiсть.

Формiлювання ароматичного ядра.

Карбоксилювання фенолiв карбон(IV) оксидом (реакцiя Кольбе-Шмiтта). Механiзм реакцiї електрофiльного замиcнення в молекулах фенолiв дiєю формальдегiду (утворення π - та σ -комплексiв), при синтезi фенолформальдегiдних смол. Промислове значення реакцiй ацилювання ароматичних сполук.

Фактори, що впливають на швидкiсть i напрямок реакцiї електрофiльного замиcнення (S_E) гетероциклiчних сполук.

Реакцiї нуклеофiльного замиcнення (S_N) ароматичних сполук

Загальна схема реакцiї Основнi типи реакцiй. Механiзм бiмолекулярного нуклеофiльного замиcнення в ароматичному ряду. Загальний механiзм приєднання-вiдщеплення. Фактори, що впливають на напрямок реакцiї нуклеофiльного замиcнення (S_N) ароматичних сполук Орiєнтацiя при нуклеофiльному замиcненнi. Вплив замиcника на реакцiйну здатнiсть (вплив електронодонорних та електроноакцепторних замиcникiв на стiйкiсть

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.

Тема 4. Реакції елімінування.

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.

Дегідрогенгалогенуваннягалогеналканів. Механізм реакції $E1$ та $E2$.

Дегалогенуваннявіцинальнихдигалогенопохідних.

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

Тема 5. Реакції приєднання в органічних сполуках.

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.

Реакцій 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.

Тема 6. Реакції окиснення. Загальна характеристика реакцій окиснення органічних сполук.

Окиснення вуглеводнів. Окиснення насичених вуглеводнів. Легкість окиснення за атомом карбону. Окиснення ненасичених вуглеводнів. Озоноліз та епоксидування (Прилежаєва). 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 Толленса – 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: гідроген 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.

Тема 7. 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).

Модуль III Основи неорганічного синтезу

Змістовий модуль 3. Основи синтезу неорганічних речовин із заданою будовою та властивостями

Тема 1. Методи добування металів та їх сплавів. Відновлення воднем та реакції гідрування. Одержання металів та деяких неметалів відновленням оксидів. Константи рівноваги реакцій відновлення. Прилад для відновлення оксидів воднем. Одержання металів відновленням відповідних галогенідів.

Металотермічні методи одержання металів, їх сплавів та неметалів. Відновлення оксидів. Алюмотермія. Використання алюмотермії для одержання металів та сплавів. Запалювальні суміші. Заповнення реактора шихтою. Проведення досліду. Розділення продуктів реакції. Виходи продуктів реакції. Магній- та кальційтермія.

Одержання металів і неметалів відновленням водних розчинів солей.

Електролітичні методи. Електроліз. Різниця потенціалів. Стрибок потенціалів. Рівняння Нернста. Полярizzaційні криві. Закони електролізу (закони Фарадея). Електролізер. Схеми підключення електролізеру.

Відновлення речовин порошкоподібними металами, амальгамами та іншими відновниками. Можливість відновлення металів або неметалів іншими металами. Фактори, що впливають на процес відновлення. Відновлення амальгамами. Особливості використання гідрозину, гідроксиламіну, сульфатної (IV) та щавлевої кислот як відновників.

Тема 2. Добування оксидів, основ та кислот. Одержання оксидів термічним розкладом речовин. Термічний розклад на повітрі. Одержання

оксидів розкладом карбонатів, нітратів, гідроксидів. Особливості термічного розкладу речовин у атмосфері індиферентних газів.

Одержання оксидів з нижчим ступенем окиснення. Відновлення оксидів вищого ступеня окиснення металом, який входить до складу цього оксиду, або воднем.

Тема 3. Добування халькогенідів, селенідів, нітридів, карбідів. Одержання сульфідів і селенідів шляхом безпосередньої взаємодії сірки і селену з металами і неметалами. Взаємодія дигідроген сульфїду та його аналогів з водними розчинами солей. Інші методи одержання сульфідів і селенідів.

Одержання нітридів

Одержання нітридів взаємодією деяких металів і неметалів з азотом або амоніаком. Одержання нітридів взаємодією оксидів металів з амоніаком. Одержання нітридів взаємодією хлоридів з амоніаком.

Одержання карбідів

Одержання карбідів взаємодією металів і неметалів з вугіллям. Одержання карбідів взаємодією метану з металами та їх оксидами. Одержання карбідів взаємодією метану з хлоридами. Одержання карбідів іншими методами.

Тема 4. Особливості добування комплексних солей. **Одержання солей оксигеновмісних кислот у водних розчинах**

Одержання солей взаємодією кислот з металами, взаємодією кислот з оксидами металів або їх гідроксидами, взаємодією кислот з солями, взаємодією солей у розчинах, взаємодією оксидів в твердій фазі.

Зневоднення кристалогідратів солей оксигеновмісних кислот.

Синтез комплексних сполук та подвійних солей. Одержання подвійних солей. Склад, будова, одержання комплексних сполук.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма (5-й семестр)							Денна форма(6-й семестр)					
	усьог о	у тому числі					ус ьог о	у тому числі					
лк		кон	лаб	інд	с.р.	лк		кон	лаб	інд	с р		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Модуль I Методи очищення та виділення хімічних речовин													
Змістовний модуль 1. Основні методи виділення, висушування та очищення неорганічних та органічних речовин (5-й семестр)													

Тема 1. Загальні аспекти теорії неорганічного синтезу. Основні методи виділення неорганічних речовин.	9	1				8							
Тема 2. Хімічний посуд та лабораторне обладнання .	10			2		8							
Тема 3. Основи техніки лабораторних робіт з органічного та неорганічного синтезу.	12		2	2		8							
Тема 4. Методи виділення і очистки хімічних речовин.	15	1	2	4		8							
Разом за змістовним модулем 1	46	2	4	4		32							
Модуль II Основи органічного синтезу													
Змістовний модуль 2. Основи синтезу органічних речовин із заданою будовою та властивостями													
Тема 1. Ідентифікація синтезованих сполук.		2		2									
Тема 2. Реакції нуклеофільного заміщення в органічних сполуках	12		1										
Тема 3. Електрофільне заміщення в ароматичному ядрі.	14		1	4		8							
Тема 4. Реакції елімінування.			2										
Тема 5. Реакції приєднання в органічних сполуках	16	2	2	2		8							
Тема 6. Реакції окиснення та відновлення. Реакції окиснення. Загальна характеристика реакцій окиснення органічних сполук. Окиснення за подвійним зв'язком. Схеми реакцій одержання α -оксидів (метод Прилежасва), α -гліколей (реакція Вагнера) та озонідів (метод Гарріеса).	14		2	2		8							
Тема 7. Реакції конденсації. Альдольна та кротонова конденсація альдегідів та кетонів. Характеристика альдольної конденсації, роль каталізаторів (основ та кислот).	14		1	2		11							

Разом за змістовним модулем 2	70	4	9	16		43						
Разом за I та II модулем (1 семестр)	120	8	13	24		75						
Модуль III Основи неорганічного синтезу												
Змістовний модуль 3. Основи синтезу неорганічних речовин із заданою будовою та властивостями (6-й семестр)												
Тема 1. Методи добування металів та їх сплавів.	23	1		2		20						
Тема 2. Добування оксидів, основ та кислот.	24	1	1	2		20						
Тема 3. Добування галогенідів, халькогенідів, нітридів, карбідів.	23	1	2	2		18						
Тема 4. Особливості добування комплексних солей	20	1	2	2		15						
Разом за змістовним модулем 3	90	4	5	8		73						
Усього годин	210	12	18	32		148						

5. Теми лекцій (5 -й семестр)

Модуль I Методи очищення та виділення хімічних речовин

Змістовний модуль 1. Основні методи виділення, висушування та очищення неорганічних та органічних речовин.

Тема 1. Способи виділення речовин з розчину і випарювання, кристалізація, висолювання. Механізми проведення і фактори, які впливають на процеси. Особливості виділення речовин що утворюють різні кристалогідрати. Способи одержання погано розчинних речовин у крупнокристалічному вигляді. Очистка речовин. Класифікація речовин за ступенем чистоти. Методи очистки: перекристалізація, возгонка(сублімація), кристалізація з розплаву, зонна плавка, хімічні транспортні реакції. Очистка неорганічних речовин шляхом їх нагрівання з порошкоподібними сульфідами і гідроксидами.

Тема 2. Загальні правила роботи в лабораторії хімічного синтезу. Хімічний посуд. Запобіжні заходи при роботі з токсичними та їдкими, горючими, легкозаймистими та вибухонебезпечними речовинами. Особливості поводження з лабораторним скляним посудом, техніка безпеки при складуваних операціях. Техніка безпеки при роботі на конкретних установках, при виконанні конкретних лабораторних операцій, тощо. Перша допомога при хімічних та термічних опіках, хімічних отруєннях та ураженнях електричним струмом. Правила дій при ліквідації пожеж в хімічній лабораторії, гасіння місцевих загорань та одягу.

Тема 3. Виділення осадів з розчину: фільтрування речовин, класифікація фільтрувальних матеріалів, способи фільтрування. Центрифугування, механізм проведення, віджимання. Осаджування.

Тема 4. Виділення осадів з розчину: фільтрування речовин, класифікація фільтрувальних матеріалів, способи фільтрування. Центрифугування, механізм проведення, віджимання. Осаджування і фільтрування у атмосфері індиферентних газів.

Тема 5. Висушування речовин. Способи сушки, механізми проведення. Висушування твердих і газоподібних речовин. Характеристики типи осушувачів. Особливості сушки кристалогідратів.

Тема 6. Ідентифікація синтезованих сполук. Методика експериментального визначення найважливіших констант: температури плавлення, температури кипіння (за Сиволобовим), густини рідкої речовини, показника заломлення. Хроматографічні методи ідентифікації речовин. Хімічні методи ідентифікації речовин.

Модуль II Основи органічного синтезу

Змістовний модуль 2. Основи синтезу органічних речовин із будовою та властивостями

Тема 1. Реакції нуклеофільного заміщення в органічних сполуках. Поняття про нуклеофільне заміщення органічних сполук. Мономолекулярне нуклеофільне заміщення в аліфатичному ряді. Реакції нуклеофільного заміщення в органічних сполуках. Вальденівське обертання конфігурації вихідного субстрату. Бімолекулярне нуклеофільне заміщення в аліфатичному ряді. Вплив замісників, групи, що відщеплюються, групи, що приєднуються, розчинників на швидкість та направленість реакції. Вплив стеричного фактору на направленість реакції. Особливості зміни оптичної активності в органічних сполуках. Інші механізми нуклеофільного заміщення в аліфатичному ряді. Кільнісний вираз нуклеофільних перетворень. Рівняння Свена та Скотта. Коефіцієнт нуклеофільності реагентів. Мономолекулярне нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі. Механізм відщеплення — приєднання механізм приєднання-відщеплення. Вплив замісників групи, що відщеплюються, групи, що приєднуються, розчинників на швидкість та направленість реакції. Вплив стеричного фактору на направленість реакції. Інші механізми нуклеофільного заміщення в ароматичному ряді. Механізм нуклеофільного заміщення з участю вільних радикалів. Механізм розкриття циклу під час приєднання нуклеофільного агента з послідовною рециклізацією ANRORC. Механізм одноелектронного переносу SET. Вплив замісників групи, що відщеплюються, групи, що приєднуються, розчинників на швидкість та направленість реакції.

Механізм нуклеофільного заміщення з участю вільних радикалів

Тема 2. Електрофільне заміщення. Загальна характеристика реакцій електрофільного заміщення в ароматичних сполуках. Механізм реакцій типу $S_{\text{E}}2$ в ароматичному ядрі. Утворення π - та σ -комплексів, енергетична діаграма. Граничні структури та мезоформула σ -комплексу. Правила орієнтації для реакцій $S_{\text{E}}2$ -типу. Орієтанти першого роду та другого роду. Індукційні (+I, -I) та мезомерні (+M, -M) ефекти в ароматичному ядрі. Характеристика орто-, пара- та мета-орієтантів (статичні та динамічні

фактори). Відносний характер правил орієнтації. Вплив природи електрофільного реагенту та будови ароматичного субстрату на напрямленість реакцій $S_{\text{E}}2$ -типу. 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. Нітрування та нітרוзування. Нітруючі агенти. Нітруюча 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. Приклади синтезів: нітробензен; м-нітробензальдегід; п-нітроанілін; м-нітробензойна кислота; α -нітронафталін; п-нітрозодиметиланілін. п-Нітрозифенол. Сульфування. Сульфуючі агенти. Механізм утворення катіону гідрогенсульфонію. Механізм реакцій сульфування бензену сульфур (IV) оксидом та катіоном гідрогенсульфонію (утворення π - та σ -комплексів). Способи зміщення хімічної рівноваги реакції сульфування в бік збільшення виходу арилсульфо кислоти. Побічні реакції при сульфуванні (гідроліз арилсульфо кислот, окиснення та утворення сульфонів). Методи виділення арилсульфо кислот 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 сульфо хлорування. Десульфування. Особливість реакцій заміщення сульфо груп в ароматичних сполуках на нітрогрупи (синтез пікринової кислоти) та на гідроксильну групу (синтез фенолів та нафтолів). Приклади та значення синтезів арилсульфо кислот. Приклади синтезів: п-толуенсульфо кислота; сульфанілова кислота; β -нафталінсульфо кислота (натрієва сіль); 2,4-диметилбензенсульфо кислота. Галогенування. Механізм реакцій галогенування (хлорування та бромовання) в ароматичне ядро. 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, сульфо кислот та ін., їх промислове значення. Приклади синтезів: бромобензен; п-бромоанізол; п-бромо-N,N-диметиланілін; п-бромоацетанлід; п-бромоанілін; 2,4,6-трибромоанілін; еозин. 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). Оборотно́сть реакції алкілювання. Побічні процеси при алкілюванні (дезалкілювання, 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). 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. Особливість реакції ацилювання. Реакція ацилювання фенолів та її особливість. Електрофільне заміщення. Вплив замісників та будови субстрату на направленість та швидкість електрофільного заміщення в ароматичному ряді. Одностадійне та бімолекулярне S_E2 . Головні характеристики. Двох стадійна реакція приєднання-відщеплення. Реакції елімінування. Вплив індуктивного, мезомерного та кон'югативного ефектів.

Тема 3. Реакції приєднання в органічних сполуках. Реакції приєднання. Механізми приєднання до подвійного C-C зв'язку. Особливості перебігу реакцій. Реакції електрофільного приєднання. Реакції радикального приєднання. Реакції нуклеофільного приєднання. Правило Марковнікова. Ефект Хараша. *транс*-Приєднання, *цис*- приєднання. Механізми приєднання по C-O подвійному зв'язку. Реакції нуклеофільного приєднання. Механізми спряженого приєднання до $\alpha\beta$ -ненасичених альдегідів та кетонів. Вплив замісників, функціональних груп, розчинників на швидкість та направленість процесів. Вплив стеричного фактору на направленість реакції. Реакції циклоприєднання Дільса-Альдера.

Тема 4. Реакції окиснення та відновлення. Реакції окиснення. Загальна характеристика реакцій окиснення органічних сполук. Окиснення за подвійним зв'язком. Схеми реакцій одержання α -оксидів (метод Прилежаєва), α -гліколей (реакція Вагнера) та озонідів (метод Гаррієса). Окиснення ненасичених сполук (з розривом кратного зв'язку), промислове значення цього методу для синтезу карбонових кислот і кетонів. Окиснення спиртів. Реакції окиснення спиртів до карбонільних сполук: утворення альдегідів та кетонів, розщеплення α -гліколей (схеми, механізм, приклади). Промислове значення реакції окиснення циклогексанолу в циклогексанон. Механізм реакції окиснення первинних спиртів в карбонові кислоти (на прикладі окиснення гліцерину в гліцеринову кислоту). Приклади синтезів: ацетон; циклогексанон; бензофенон, дибензоїл (бензил); адипінова кислота. Окиснення альдегідів та кетонів. Схеми реакцій окиснення альдегідів нітратною кислотою (синтез сахарної кислоти з глюкози), бромом та аргентум оксидом в лужному середовищі (синтез пірослизової кислоти з фурфуролу) та іншими окисниками. Реакція срібного дзеркала. Механізми реакцій окиснення кетонів в лужному та кислому середовищах, правила О.Н. Попова. Приклади синтезів: монокалієва сіль

сахарної кислоти; пірослизова кислота; слизова кислота. Окиснення ароматичних сполук. Окиснення аренів з розщепленням ядер. Механізми реакцій окиснення ароматичних сполук в хінони (одержання антрахінону, п-толухінону та ін.), окиснення бокових ланцюгів алкілароматичних сполук (синтез бензойної кислоти, діарилкетонів та ін.). Промислове значення синтезів. Приклади синтезів: п-бензохінон (з гідрохінону); антрахінон; бензойна кислота (з толуену); п-нітробензойна кислота; Реакції відновлення. Загальна характеристика реакцій відновлення органічних сполук.

Відновлення за подвійним зв'язком. Механізми реакцій відновлення гідроген йодидною кислотою, натрієм в рідкому амоніаку в присутності метанолу або етанолу, металами (натрієм, кальцієм та ін.) або їх амальгамами в протонних розчинниках. Відновлення ароматичних гетероциклів (реакція О.М. Вишнеградського). Приклади та промислове значення синтезів.

Приклади синтезів: 2-бутанол. Відновлення спиртів. Реакції відновлення первинних спиртів аліфатичного ряду (гідроген йодидною кислотою) та ароматичних спиртів (натрієм у спирті, цинком в оцтовій кислоті). Приклади та значення синтезів. Відновні реакції карбонільних сполук.

Механізм реакції Кіжнера (відновлення карбонільної групи в метиленову (метильну) дією гідразину в лужному середовищі). Реакція відновлення альдегідів та кетонів у вуглеводні амальгамованим цинком в концентрованій хлоридній кислоті (метод Клемменсена). Відновлення альдегідів та кетонів у спирті дією водню в момент виділення (одержання гідробензоїну). Механізм відновлення в спирти карбонільних сполук літій алюмогідридом.

Метод вибіркового відновлення альдегідів і кетонів у спирті із застосуванням алюміній ізопропілату. Механізм реакції Канніццаро (окисно-відновне диспропорціонування альдегідів), механізм реакції одержання естерів з альдегідів (метод Тіщенко). Приклади та промислове значення синтезів. Приклади синтезів: гідробензоїн; бензиловий спирт (фенілкарбінол) та бензойна кислота (з бензальдегіду); фурфуріловий спирт та пірослизова кислота. Відновлення карбонових кислот та їх похідних. Приклади реакцій відновлення похідних карбонових кислот в альдегіди. Механізм реакції відновлення естерів у спирти (метод Буво і Блана). Застосування реакцій відновлення вищих карбонових кислот. Реакції відновлення ароматичних нітросполук. Реакція М.М. Зініна. Схеми реакцій відновлення нітрогрупи в кислому та лужному середовищах. Особливості промислових методів одержання ароматичних амінів. Синтез аніліну, його промислове значення. Приклади синтезів: азогідроксibenzen; анілін (відновлення нітробензену ферумом); анілін (відновлення нітробензену станумом); м-нітроанілін; о-амінофенол.

Тема 5. Реакції конденсації. 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. Схеми реакцій змішаної конденсації аліфатичних альдегідів (утворення акролеїну,

гексаоксиметиленіацетону та ін.). Реакції конденсації альдегідів та кетонів з сполуками аліфатичного ряду. Метиленові компоненти, що містять рухливі атоми водню. Механізм конденсації ароматичних альдегідів з аліфатичними альдегідами та кетонами в лужному середовищі (реакція Кляйзена-Шмідта) (синтез бензальацетону та дибензальацетону, фурфуральацетону). Механізм реакції Перкіна – конденсації ароматичних альдегідів з ангідридами карбонових кислот у присутності основ (синтез β -фенілакрилової кислоти). Механізм реакції Кньовенагеля – конденсації альдегідів або кетонів з дикарбоновими кислотами та їх похідними, що містять активні метиленові групи. Конденсація естерів. Загальна характеристика реакції конденсації естерів (реакції Кляйзена). Механізм реакції естерної конденсації на прикладі синтезу ацетооцтового естеру. Механізм реакції конденсації естерів з кетонами (утворення β -дикетонів). Конденсація естерів з іншими речовинами, що містять рухливі атоми гідрогену (при взаємодії, наприклад, з о-нітротолуеном). Приклади синтезів: ацетооцтовий естер; бензоіацетон; о-нітротрофенілпіровиноградна кислота. Бензоінова конденсація. Механізм реакції бензоінової конденсації A_N -типу, роль ціанідного каталізатора. Конденсація ароматичних карбонільних сподук з ароматичними амінами та фенолами. Механізм реакції конденсації ароматичних альдегідів з третинними ароматичними амінами (одержання амінопохідних трифенілметану на прикладі синтезу барвника малахітового зеленого). Механізм реакції конденсації ангідридів ароматичних кислот з фенолами (одержання гідроксипохідних трифенілметану на прикладі синтезу фенолфталеїну). Особливість синтезу флуоресцеїну (при конденсації фталевого ангідриду з резорцином у присутності цинк хлориду). Індикаторні властивості барвників трифенілметанового ряду (фенолфталеїн, флуоресцеїн) в лужному та кислому середовищах. Приклади синтезів: бензальанілін; малахітовий зелений; фенолфталеїн; флуоресцеїн. Конденсація ненасичених аліфатичних альдегідів з ароматичними амінами. Механізм реакції конденсації ненасичених аліфатичних альдегідів з ароматичними амінами.

Модуль III Модуль III Основи неорганічного синтезу

Змістовний модуль 3. Основи синтезу неорганічних речовин із заданою будовою та властивостями

Тема 1. Методи добування металів та їх сплавів.

Тема 2. Добування оксидів та кислот.

Тема 3. Добування галогенідів, халькогенідів, ніпрідів, карбідів. Реакції галогенування. Основні принципи хлорування речовин. Добування легко кип'ячих хлоридів. Хлорування хлороводнем і хлорування оксидів. Бромовання речовин. Способи бромовання металів, неметалів, оксидів. Йодування. Добування йодидів шляхом нагрівання речовин в парах йоду. Йодування у водних розчинах та в розчинах органічних речовин.

Тема 4. Особливості добування комплексних солей.

6. Теми лабораторних занять (5-й семестр)

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Вступ. Мета, задачі та об'єкти дослідження органічного синтезу. Загальні положення органічного синтезу. Організація роботи і техніка безпеки під час проведення синтезу неорганічних речовин. Прилади, матеріали і обладнання, ведення робочого журналу, розрахунки і план синтезу.	4
2.	Реакції нуклеофільного заміщення в органічних сполуках.	4
3	Електрофільне заміщення в ароматичному ядрі. Реакції елімінування	4
4.	Реакції приєднання в органічних сполуках.	4
5	Перегрупування	4
6	Методи функціоналізації в органічному синтезі	4
	Разом	24

Теми лабораторних занять (6-й семестр)

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Електрохімічні процеси у водних розчинах. Добування металів з водного розчину їх солей методом витіснення.	2
2.	Термічні методи добування неорганічних речовин. Синтез оксидів розкладанням гідроксидів, нітратів і кисневмісних кислот. Добування гідроксиду металу реакціями обміну.	2
3	Синтез солей кисневмісних кислот, основні схеми процесу. Добування нітратів і карбонатів активних і малоактивних металів.	2
4.	Синтез комплексних сполук. Вплив властивостей вихідних речовин на вихід і чистоту продукту синтезу. Добування подвійних солей. Добування галунів.	1
5.	Класифікація і характеристика якісних та кількісних методів визначення складу неорганічної сполуки. Проведення лабораторної ідентифікації синтезованих солей та гідроксидів	1
	Разом	8

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Способи виділення речовин з розчину: випарювання, кристалізація, висолювання.	6

2	Особливості проведення кристалізації. Механізм проведення процесу. Особливості кристалізації солей.	6
3	Осаджування і фільтрування у атмосфері індиферентних газів.	6
4	Центрифугування і віджим, механізм проведення.	6
5	Вступ. Мета, задачі та об'єкти дослідження органічного синтезу. Загальні положення органічного синтезу	8
6	Реакції нуклеофільного заміщення в органічних сполуках.	8
7	Електрофільне заміщення в ароматичному ядрі. Реакції елімінування	8
8	Реакції приєднання в органічних сполуках.	8
9	Методи функціоналізації в органічному синтезі	8
10	Типові методи синтезу неорганічних речовин. Відновлення воднем оксидів і хлоридів з метою добування металів. Основні положення теорії Байкова. Загальна схема і методика проведення процесу відновлення воднем	6
11	Металотермічні методи синтезу простих речовин металів, їх сплавів та неметалів. Алюмо- і силікотермія. Обчислення температури реакції і процентного вмісту відновлюємих оксидів. Залежність чистоти і властивостей металу, що синтезується, від металу – відновника. Основні етапи металотермічного процесу	8
12	Електролітичні методи добування речовин неорганічної природи. Електроліз розплавів і розчинів, використання.	8
13	Електролітичні методи добування металів, неметалів, солей. Схема проведення електролізу, характеристика факторів, що впливають на процес	8
14	Методи добування солей у водних розчинах та їх зневоднення, характеристика і механізм проведення процесу	8
5	Термічні способи добування речовин. Методи розкладу при підвищеній температурі, термічний розклад речовин в атмосфері індиферентних газів	8
16	Особливості добування комплексних сполук. Основні принципи розрахунку теоретичного балансу. Фактори, що впливають на процес синтезу комплексних сполук. Методи одержання комплексних солей	4
17	Використання хімічної термодинаміки в неорганічному синтезі, визначення і характеристика	4

	критеріїв напруженості процесів. Розрахунки вільної енергії синтезу неорганічної речовин	
18	Хімічна ідентифікація неорганічних речовин. Основні принципи і типи хімічної ідентифікації.	4
Разом		122 год.

5. Методи навчання

При викладанні методів неорганічного та органічного синтезу використовуються методи навчання:

1. За джерелом передачі та характером сприйняття інформації:
 - словесні;
 - наочні;
 - практичні.
2. За розв'язком основних дидактичних завдань:
 - набуття знань;
 - формування вмінь та навичок;
 - застосування знань;
 - застосування творчої діяльності;
 - засвоєння знань;
 - перевірка знань.
3. За характером пізнавальної діяльності при засвоєнні змісту дисципліни:
 - пояснювально-ілюстративний;
 - репродуктивний;
 - дослідницький;
 - евристичний.
4. За поєднанням методів:
 - інформаційно-повідомлюючий і виконуючий;
 - пояснювальний і репродуктивний;
 - інструктивно-практичний і продуктивно-практичний;
 - пояснювально-спонукаючий і частково-пошуковий;
 - спонукаючий і пошуковий.

Використовуються засоби реалізації методів навчання:

- 1) загальнолюдські (інструкція, аналіз, синтез, дедукція, аналогія);
- 2) засоби хімічного дослідження (спостереження, хімічний експеримент, моделювання, опис, метод теоретичного дослідження);
- 3) загальнопедагогічні засоби (виклад, бесіда, самостійна робота).

6. Методи контролю

1. Поточний тематичний контроль

- перед лабораторною роботою – це контроль рівня теоретичної підготовки студента до проведення дослідів у формі письмової відповіді чи розв'язку задачі за 3-5 хвилин (письмовий контроль);

- після виконання лабораторної роботи – це оцінювання рівня виконання експерименту (практичний контроль).

2. Проміжний блочний контроль – це контроль за виконанням індивідуальних завдань з розв'язування задач або тестів (письмовий тестовий або усний тестовий контроль).

3. Підсумковий блочний контроль – це здача модулів у формі колоквиуму (усний контроль) чи розв'язування задач або тестів (письмовий контроль).

4. *Дисциплінарний контроль* – це перевірка засвоєння матеріалу всієї дисципліни у формі заліку або екзамену (усний або письмовий контроль).

7. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання та самостійна робота									Диф. залік Сума балів 100
Лекційно-теоретичний модуль				Практичний модуль			Самостійно-практичний модуль		
К1	К2	СР1	СР2	МКР1	МКР2	СБ	ДЗ	ІДЗ	
5	5	5	5	10	10	5	5	10	

Примітка: Оцінювання проводиться за видами навчальної діяльності: К – колоквіум з теоретичного лекційного матеріалу; СР – захист самостійно вивченого теоретичного матеріалу; МКР – модульна контрольна робота; СБ – середній бал за практичні заняття; ДЗ – виконання і захист домашніх задач; ІДЗ – виконання і захист індивідуальних завдань.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 - 100	A	відмінно	зараховано
82 - 89	B	добре	
74 - 81	C		
64 - 73	D	задовільно	
60 - 63	E		
35 - 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 - 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

- Освітньо-професійна програма;
- Опорний конспект лекцій;
- Навчально-методичні посібники та практикуми;
- Пакет індивідуальних домашніх завдань.
- Ілюстративні матеріали.

14. Рекомендована література

Список рекомендованих джерел

Основна література:

1. Алексеев В.В. Практикум з органічного синтезу. – Київ: Вища школа. – 1970. – 288 с.
2. Васильева Н.В. Теоретическое введение в органический синтез. – М.: Просвещение. – 1976.
3. Васильева Н.В., Смолина Т.В., Тимофеева В.К. и др. Органический синтез. – М.: Просвещение. – 1986. – 386 с.
4. Воскресенский А.И. Техника лабораторных работ. – М.: Химия. – 1973. – 718 с.
5. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии (органический синтез). – М.: Высшая школа. – 1991. – 304 с.
6. Днепроvский А.С., Темникова Т.И. Теоретические основы органической химии. – Л.: Химия. – 1979. – 520 с.
7. Карякин Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества. – М.: Химия. – 1974. – 408 с.
8. Ключников Н.Г. Неорганический синтез. – М.: Просвещение. – 1988. – 240 с.
9. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи. – 2009. – 868 с.
10. Матье Ж., Панико Р. Курс теоретических основ органической химии. – М.: Мир. – 1975. – 556 с.
11. Общий практикум по органической химии. – М.: Мир. – 1965. – 680 с.
12. Речицький О. Н., Решнова С.Ф. Органічна хімія. – Херсон : ХДУ, 2014. – т. 1. – 438 с. – т. 2. – 442 с. – т. 3. – 274 с.

13. Речицький О. Н., Кот С.Ю. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму та індивідуальні завдання з методів синтезу неорганічних та органічних сполук. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2016. – 167 с.

14. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. – М.: Химия. – 1991. – 448 с.

Додаткова література:

1. Гоноровский И.П., Назаренко Ю.П., Некряч В.Ф. Краткий справочник химика. – К.: Наукова думка. – 1974. – 992 с.

15. Інформаційні ресурси

- 1. Нормативна база;**
- 2. Джерела Інтернет;**
- 3. Бібліотеки.**