

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра органічної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. заступника декана
з навчальної роботи



Усенко
Наталія УСЕНКО

30 » *06* 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕХАНІЗМИ РЕАКЦІЙ У РОЗЧИНАХ**

для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	бакалавр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: **Пивоваренко Василь Георгійович**

Пролонговано: на 2026/2027 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на 2027/2028 н. р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2025

Розробник:

Пивоваренко Василь Георгійович, д.х.н., професор, професор кафедри органічної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри органічної хімії



Олександр ГРИГОРЕНКО

Протокол № 15 від 5 травня 2025 року

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 9 від 7 травня 2025 року

Голова науково-методичної комісії



Олександр ПОЇК

« 7 » травня 2025 року

1. Мета дисципліни – подати сучасну теорію структури і динаміки розчинів та механізмів хімічної взаємодії органічних молекул та їх залежності від просторової та електронної будови молекули і зовнішніх умов. Навчити передбачати результат реакції на основі аналізу просторової та електронної будови молекули, а також умов реакції.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

Знати: загальну, органічну, неорганічну, аналітичну, фізичну хімію, статистичні та комбінаторні методи в хімії, хімічні основи життя на рівні випускника магістратури за спеціальністю «Хімія».

Уміти: використовувати на практиці методи органічного синтезу, загальні теоретичні положення фізичних методів досліджень хімічних сполук на рівні магістра за спеціальністю «Хімія».

Володіти навичками пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії.

3. Анотація. Дисципліна забезпечує особистісний і професійний розвиток аспіранта та спрямована на формування ефективного дослідника і викладача вищої школи, здатного до використання сучасних методів дослідження природних об'єктів та передачі знань. Вона призначена для поглибленого вивчення теорії органічних реакцій у аспектах, що стосуються міжмолекулярних взаємодій органічних сполук у розчинах, зміни властивостей органічних молекул у залежності від фізико-хімічних параметрів оточення, а також від інших умов: опромінення, ультразвукового та мікрохвильового поля тощо. Детально розглядаються механізми найбільш важливих типів реакцій: нуклеофільного та електрофільного приєднання до кратного зв'язку, елімінування, перегрупування катіонів, аніонів та вільних радикалів, металокаталізу, а також реакції, що контролюються симетрією. Значна увага приділена розгляду впливу електронної та просторової будови молекули на механізм взаємодії. Проводиться розгляд і аналіз методів вивчення механізмів органічних реакцій, природи розчинників, а також методів встановлення фізико-хімічних параметрів оточення молекул реагентів у розчинах.

4. Завдання (навчальні цілі): забезпечити підготовку аспірантів до дослідницької роботи в сучасних проєктах з тонкого органічного синтезу; розвинути навички планування складних експериментів, здатності отримані інтерпретувати дані і прив'язувати їх до відповідної теорії; сприяти розвиненню здатності розв'язувати комплексні проблеми в галузі хімії та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань в органічній хімії; сприяти розвитку абстрактного мислення, здатності формувати робочі гіпотези та перевіряти їх на практиці із застосуванням знання про новітні тенденції органічної хімії; розвиток здатності до опанування нових областей хімії шляхом самостійного навчання. Вміння передбачати результат реакції на основі аналізу просторової та електронної будови молекули, а також умов реакції. Знання методів вивчення механізмів органічних реакцій, а також методів встановлення фізико-хімічних параметрів мікрооточення молекул реагентів у розчинах.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей:

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

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

СК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

СК5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

СК8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

СК9. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

Структура курсу: Лекції, контрольні роботи, самостійна робота, консультації. Контроль: поточне опитування, контрольні роботи, іспит.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання *	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	Знання та прогнозування залежності властивостей молекули від її електронної та просторової будови	лекції, аналітична робота	ПтК, ПсК	20
1.2	Знання класифікацій розчинників та типів міжмолекулярних взаємодій у них	лекції, практичні, аналітична робота		10
1.3	Знання новітніх концепцій теоретичної органічної хімії та механізмів взаємодії молекул	лекції, практичні, аналітична робота		20
2.1	Уміння прогнозувати механізм реакції	лекції, практичні		5
2.2	Уміння підбирати умови реакції	лекції аналітична робота		5
2.3	Набуття універсальних навичок усної і письмової презентації теоретичних знань	практичні, доповідь, аналітична робота		20
3.1	Застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для збору, аналізу, обробки та інтерпретації інформації у галузі новітньої органічної хімії	лекції, практичні, аналітична робота		5
3.2	Вільне володіння науковою термінологією з метою вільного професійного спілкування з колегами щодо питань у галузі інновацій в органічній хімії, а також тих, що стосуються сфери наукових та експертних знань	практичні, аналітична робота		5
4.1	Аналіз проблеми, самостійне планування та інтерпретування результатів експерименту	практичні, аналітична робота		5
4.2	Дотримання правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі новітньої органічної хімії	практичні, аналітична робота		5

* поточний контроль **ПтК**, підсумковий контроль **ПсК**

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
P03. Описувати хімічні дані у символічному вигляді.		+	+	+	+		+		+	+	+
P04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.			+	+			+		+	+	+
P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.		+	+	+	+	+	+		+	+	+
P07. Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.		+			+		+		+	+	+
P10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.		+			+		+		+	+	+
P11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.			+	+	+	+	+	+	+	+	+
P12. Знати основні шляхи синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом.		+				+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів / 36 балів**, а саме:

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.4, РН 1.5, РН 2.2 – **15/9 балів**.
3. Контрольна робота №3: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.2 – **15/9 балів**.
4. Контрольна робота №4 (підсумкова): РН 1.4, РН 1.5, РН 2.2 – **15/9 балів**.

Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів / 24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1, РН 1.2, РН 1.3, РН 1.4. Форма проведення: письмова робота і усна співбесіда.

Види завдань: два теоретичні питання – 30 балів, усне опитування – 10 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів.

Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:

набрав не менше, ніж **36 балів** та виконав і вчасно здав всі лабораторні роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **4 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **8 тижня** семестру;
 Контрольна робота №3: не раніше **10 тижня** семестру;
 Контрольна робота №4 (підсумкова): не раніше **12 тижня** семестру;

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ лекції	Назва лекції	лекції	практичні	самоств. робота
ЧАСТИНА 1.				
1	Предмет курсу. Взаємодія валентних електронів (кон'югація). Полярність зв'язків. Індуктивний та мезомерний взаємний вплив атомів та груп атомів в молекулах органічних сполук.	2		3
2	Типи хімічних реакцій. Загальні уявлення про механізми органічних реакцій. Будова речовини та основні фактори, що визначають механізм реакції. Енергетика та кінетика реакції. Кінетичний та термодинамічний контроль. Методи дослідження механізмів.	2	2	3
3	Розчинники та їх роль в хімічних реакціях. Загальні уявлення про міжмолекулярні взаємодії в розчинах. Кількісні параметри полярності розчинників.	2	2	3
4	Основні принципи та закономірності проведення хімічних реакцій в термохімії.	2		3
5	Застосування ультразвуку в органічній хімії. Мікрохвильовий синтез органічних сполук. Контрольна робота 1	2		4
ЧАСТИНА 2.				
6	Реакції елімінації. 1,2-Елімінація: механізми E1, E1cB та E2. Стереохімія процесів елімінації.	1		3
7	Інші механізми елімінації.	1	2	3
8	Карбокатиони. Перегрупування карбокатионів та інші секстетні перегрупування.	2	2	3
9	Вільні радикали та їх реакції.	2	2	3
10	Генерація радикалів. Контрольна робота 2	2		4

ЧАСТИНА 3.				
11	Карбаніони. Утворення, конфігурація та стабілізація карбаніонів.	2		3
12	Реакції карбаніонів. Приклади. Контрольна робота 3	2	2	4
13	Реакції, що контролюються симетрією. Симетрія орбіталей. Електроциклічні реакції.	2		3
14	Приклади електроциклічних реакцій.	2		3
15	Сигматропні перегрупування. Зсуви атомів водню. Зсуви карбоновмісних замісників. Підсумкова контрольна робота	2	2	3
	УСЬОГО	28	14	48

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекції – 28 год.

Практичні заняття – 14 год.

Самостійна робота – 48 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Пивоваренко В. Г. Механізми органічних реакцій у розчинах. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 307 с.
2. Горічко М.В., Пивоваренко В.Г. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2019. – 380 с.
3. Sykes P. A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry. – Longman, 1986. – 416 p.
4. Clayden J., Greeves N., Warren S., Wothers P. Organic chemistry, Vol. 1–3. – Oxford University Press, 2001.
5. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure, 5th ed by M.B. Smith and J. March. – Wiley, 2001. – 2112 p.

Додаткові:

6. Григоренко О. О., Шабликіна О. В. Сучасні методи органічного синтезу. 2-е видання. – К.: Наш Формат, 2021. – 572 с.
7. Jacob J. Microwave Assisted Reactions in Organic Chemistry: A Review of Recent Advances
Microwave Assisted Reactions in Organic Chemistry: A Review of Recent Advances. – Int. J. Chem. – 2012. – 4 (6). – P. 29–43.
8. Wu T.Y., Guo N., Teh C.Y., Hay J.X.W. Advances in Ultrasound Technology of Ultrasound Remediation. Chapter 2. Theory and Fundamentals of Ultrasound. – Springer, 2013. – P. 5–12.
9. Ince N.H., Tezcanli G., Belen R.K., Apikyan I.G. Ultrasound as a catalyzer of aqueous reaction systems: the state of the art and environmental applications. – Appl. Catal. B. – 2001. – 29. – P. 167–176.

10. Додаткові ресурси

ДЕТАЛІЗОВАНА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(Курсивом у тексті подані теми для самостійного опрацювання)

Вступ. Розмаїття сполук Карбону в природі. Природні та синтетичні органічні сполуки. Основні типи зв'язків в органічних сполуках; σ - та π -зв'язки. Взаємодія валентних електронів (кон'югація, гіперкон'югація). Полярність зв'язків. Індуктивний та мезомерний взаємний вплив атомів та груп атомів в молекулах органічних сполук.

Типи хімічних реакцій. Загальні уявлення про механізми органічних реакцій. Будова речовини та основні фактори, що визначають механізм реакції. Енергетика та кінетика реакції. Швидкість реакції та вільна енергія активації. Кінетичний та термодинамічний контроль. Методи дослідження механізмів: ідентифікація проміжних та кінцевих продуктів, кінетичні докази, ізотопні ефекти, стереохімічні докази.

Поняття про ізомери. Ізомерія. Типи ізомерії органічних сполук: структурна та просторова.

Розчинники та їх роль в хімічних реакціях. Загальні уявлення про міжмолекулярні взаємодії в газовій та конденсованій фазах. Типи міжмолекулярних взаємодій у розчинах. Специфічні та неспецифічні взаємодії. Приклади. Енергії окремих типів міжмолекулярних взаємодій. Комплекс типу донор електронної пари – акцептор електронної пари як необхідна передумова (післяумова) хімічної реакції. Приклади донорів та акцепторів електронної пари. Типи міжмолекулярних водневих зв'язків та їх вплив на поляризацію атомів. Залежність енергії міжмолекулярних взаємодій від будови молекули, її геометрії, кількості атомів та природи атомів.

Будова молекулярних рідин. Міжмолекулярні взаємодії в рідинах. Вибіркова (переважна) сольватація. Типи рідин і моделі рідких фаз. Кількісні характеристики міжмолекулярних взаємодій та їх шкали: кислотність, основність, донорність водневого зв'язку, акцепторність водневого зв'язку, фізична та емпірична полярність. Кількісні параметри полярності розчинників. Фізична шкала полярності середовища та її складові. Емпіричні шкали полярності середовища та їх складові. Іонні розчинники. Параметри кислотності та основності органічних розчинників.

Кислотність та основність неводних розчинів органічних сполук. Залежність кислотно-основних властивостей від будови. Теорія жорстких та м'яких кислот та основ (ЖМКО). Теорії кислот та основ Бренстеда-Лоурі та Льюїса. Загальний огляд кислотності та основності різних класів органічних сполук.

Реакції заміщення. Нуклеофільне заміщення біля насиченого атома вуглецю. Кінетика та механізм реакції. Стереохімія заміщення. Механізми мономолекулярного та бімолекулярного нуклеофільного заміщення (S_N1 та S_N2). Конкуренція механізмів. Вплив природи розчинника, будови субстрату, природи вступних та відхідних груп на механізм реакції. Участь сусідніх груп. Механізм S_Ni .

Нуклеофільне заміщення в ароматичних сполуках. Механізм заміщення S_N1 . Механізм заміщення в активованих ароматичних структурах. Комплекси Мейзенгеймера. Заміщення атомів водню. Ариновий механізм заміщення. Іон-радикальний механізм заміщення. Електрофільне заміщення в ароматичних сполуках. σ - та π -комплекси. Приклади електрофільного заміщення водню: нітрування, галогенування, сульфонування, ацилювання, алкілування, гідрокси-, аміно- та хлоралкілування, нітрузування та азосполучення. Орієнтація реакції замісниками I та II роду. Фактори парціальних швидкостей та селективність реакції. Співвідношення орто- та пара-ізомерів. Інсо-заміщення. Кінетичний та термодинамічний контроль реакції. Механізми реакцій приєднання.

Електрофільне приєднання до кратного зв'язку. Вплив замісників на швидкість приєднання. Орієнтація приєднання. Приклади електрофільного приєднання галогенів, галогеноводнів, гіпогалогенітів, води, карбокатионів.

Реакції гідроксилування, гідрогенації та озонлізу. Електрофільне приєднання до супряжених дієнів. Механізм нуклеофільного приєднання до кратного зв'язку. Ціанетилування. Реакція Михаеля. Нуклеофільне приєднання до супряженої системи кратних зв'язків. Реакції по карбонільній групі. *Приклади приєднання до карбонільної групи спиртів, тіолів, ціановодню, HSO_3^- , гідрид-іону. Реакція Мейсрвейна-Понндорфа. Реакція Канніцаро. Ацилоїнова конденсація. Приклади реакцій приєднання-відщеплення. Реакції з похідними аміаку. Гідроліз естерів. Приєднання нуклеофілів з вуглецевим центром. Взаємодія з металорганічними сполуками. Приєднання ацетилід-іонів. Альдольна конденсація. Приєднання нітроалканів. Реакція Перкіна. Реакція Кневенагеля та Штоббе. Складноефірна конденсація Клайзена. Бензоїнова конденсація. Бензилове перегрупування. Реакція Віттіга.* Стереоселективність реакцій приєднання до карбонільної групи.

Реакції елімінування. 1,2-Елімінування: механізми E1, E1cB та E2. Стереохімія процесів елімінування. Орієнтація елімінування за механізмом E2. Правила Зайцева та Гофмана. Приклади реакцій елімінування. Конкуренція реакцій елімінування та заміщення. Вплив активуючих груп. 1,1-Елімінація. Піролітичне *син*-елімінування.

Перегрупування карбокатионів та інші секстетні перегрупування. Методи утворення карбокатионів: гетеролітичний розпад, приєднання катионів до нейтральних молекул, утворення шляхом розпаду інших карбокатионів. Стабільність і структура карбокатионів. Перегрупування карбокатионів без зміни вуглецевого скелету. Алільні перегрупування. Перегрупування зі зміною вуглецевого скелету: неопентильне, пінаколінове, перегрупування Вольфа. Секстетні перегрупування азотовмісних та кисневмісних сполук. Реакції Гофмана, Курціуса, Лоссена, Шмідта. Перегрупування Бекмана. Окиснення кетонів за Байєром-Вілігером. Перегрупування пероксидів. Реакції карбаніонів. Утворення, конфігурація та стабілізація карбаніонів. Таутомерні перетворення.

Реакції приєднання та елімінування: карбоксилування і декарбоксилування. Приклади реакцій заміщення, дейтеро-водневий обмін, реакція Раймера-Тімана. Перегрупування карбаніонів. Реакції окислення.

Радикали та їх реакції. Методи утворення вільних радикалів: фотоліз, термоліз, окислювально-відновні реакції. Просторова будова й стабільність радикалів. Приклади реакцій приєднання: взаємодія з галогенами та бромоводнем. Вінільна полімеризація. Реакції заміщення, галогенування, автоокислення, ароматичне заміщення. Перегрупування вільних радикалів.

Мікрохвильовий органічний синтез (МОС). Взаємодія мікрохвиль з речовиною. Принципи впливу мікрохвиль на розчини органічних сполук. Практичне застосування мікрохвильового устаткування в органічному синтезі Апаратура. Класифікація розчинників у мікрохвильовому синтезі.

Ультразвук в органічному синтезі. Принципи впливу акустичних хвиль на розчини Застосування ультразвуку низької інтенсивності. Ультразвук високої інтенсивності. Сонохімія.

Застосування світла в органічній хімії. Фотохімія. Найбільш поширені фотохімічні перетворення. Утворення синглетного кисню. Фотодисоціація і внутрішньомолекулярне фотоперенесення протону. Фотовідновлення та фотоокиснення органічних сполук. Фотовідновлення CO_2 . Фотосинтез у природі. Селективний фотоліз органічних сполук. Фотоклік-реакції органічних сполук. Важливі типи фотоізомеризації органічних сполук.

Перициклічні реакції. Симетрія орбіталей. Реакції циклоприєднання [2+2], [3+2], [4+2], [4+4] та [6+4]. Електроциклічні реакції. Сигматропні перегрупування. Зсуви атомів водню. Зсуви замісників, що містять атоми вуглецю. Перициклічні ен-реакції. Хелетропні та діотропні реакції.

Утворення зв'язків C–C C–O та C–N при каталізі комплексами паладію та інших перехідних металів. Реакція Хека. Реакція Негіші. Реакція Сузукі – Міяури. Реакція Хіями. Реакція Стіла. Крос-сполучення Кумади – Тамао – Кор'ю. Реакція Соногашири. Реакція Цуджі – Троста. Реакція Бухвальда – Хартвіга.

Механізми окремих типів біохімічних реакцій. Ферменти та їх комплекси – обов'язкові учасники більшості біохімічних перетворень. Висока ефективність та специфічність ферментативного каталізу, її причини. Принципи ферментативного каталізу. Поняття про

активний центр ферменту.

Перелік ключових питань курсу ЧАСТИНА 1

1. Основні типи органічних реакцій.
2. Методи дослідження механізмів органічних реакцій.
3. Електронегативність атомів елементів та її вплив на властивості молекули. Розташувати в порядку спадання електронегативності елементи, що входять до складу органічних сполук.
4. Індуктивний ефект.
5. Мезомерний ефект та її вплив на властивості молекули.
6. Гіперкон'югація та її вплив на властивості молекули.
7. Статична та динамічна поляризація молекул – полярність та поляризованість.
8. Стеричні ефекти та їх вплив на властивості органічних сполук.
9. Кислотність та основність окремих класів органічних сполук.
10. Енергія активації реакції та її вплив на швидкість реакції. Приклади швидких і повільних хімічних реакцій.
11. Безактиваційні процеси в органічній хімії.
12. Вплив температури на швидкість та селективність хімічних реакцій.
13. Кінетичний та термодинамічний контроль за ходом реакції. Приклади.
14. Стеричні ефекти замісників. Характерні приклади впливу просторової будови молекули на хімічні властивості речовини.
15. Типи розчинників: протонні (донори ВЗ), апротонні полярні (акцептори ВЗ), апротонні неполярні.
16. Специфічні та неспецифічні взаємодії молекул.
17. Типи неспецифічних міжмолекулярних взаємодій. Їх енергія.
18. Водневий зв'язок (ВЗ), його типи. Енергія ВЗ.
19. Приклади груп атомів, що містять донор водневого зв'язку (у порядку спадання енергії водневого зв'язку).
20. Приклади акцепторів водневого зв'язку (у порядку спадання енергії водневого зв'язку).
21. Види взаємодії типу донор електронної пари – акцептор електронної пари. Приклади (9 типів). Енергія взаємодій.
22. Алкени-донори та алкени-акцептори електронної густини. Приклади
23. Арени-донори та арени-акцептори електронної густини. Приклади
24. Алкани-донори електронної густини. Приклади

ЧАСТИНА 2

25. Фізична та емпірична шкали полярності середовища. Дати означення.
26. Кисотно-основні властивості середовища. Навести чотири розчинники у порядку спадання їх основності. Навести чотири розчинники у порядку спадання їх кислотності.
27. Навести три розчинники, придатні для ефективного застосування кислот Льюїса та три розчинники – для застосування бутиллітію.
28. Кислотний, основний та суміщений кислотно-основний каталіз. Навести по 1 прикладу механізмів реакцій (3 реакції).
29. С–Н кислоти. С-основи. Навести 6 найбільш характерних прикладів.
30. У чому різниця між основністю та нуклеофільністю?

31. Нуклеофіли та їх сила. Навести 5 різнотипних прикладів С-нуклеофілів.
32. Електрофіли та їх сила. Навести 5 різнотипних прикладів органічних електрофілів.
33. Теорія ЖМКО. Навести по 2 різнотипних приклади м'якої та жорсткої кислоти та основи з множини органічних сполук.
34. Термохімія. Опишіть механізм, за яким підвищення температури прискорює реакції.
35. Що таке сонохімія? Означення.
36. Означення ультразвуку.
37. Для яких операцій найчастіше застосовується ультразвук?
38. Схема хімічного реактора з ультразвуковим генератором низької потужності.
39. Схема хімічного реактора з ультразвуковим генератором високої потужності.
40. Опишіть механізм, за яким ультразвук прискорює реакції.
41. Мікрохвильовий органічний синтез. Охарактеризуйте параметри мікрохвильового опромінення, що застосовується.
42. Охарактеризуйте вплив мікрохвильового опромінення на реагенти у розчині.
43. Схема одномодової МХ установки для синтезу.
44. Схема проточного МХ реактора.
45. Які розчинники найкраще поглинають МХ опромінення? 5 прикладів.
46. Які розчинники найгірше поглинають МХ опромінення? 5 прикладів.
47. Які типи сенсорів використовують у контролі за ходом МХ синтезу?
48. Перелічіть переваги МХ синтезу у порівнянні з термохімічним синтезом.
49. Перелічіть недоліки МХ синтезу у порівнянні з термохімічним синтезом.
50. Наведіть приклад реакції, де переваги МХ синтезу є значними.

ЧАСТИНА 3

51. Карбокатиони. Методи отримання карбокатионів, їх стабільність.
52. Перегрупування карбокатионів.
53. Карбени та карбеноїди. Їх утворення. Секстетні перегрупування.
54. Карбаніони. Методи отримання карбаніонів, їх стабільність.
55. Основність і нуклеофільність карбаніонів.
56. Реакції карбаніонів.
57. Полімеризація за аніонним механізмом.
58. Перегрупування карбаніонів.
59. Вільні радикали. Методи їх отримання та стабільність.
60. Реакції радикалів.
61. Радикальна полімеризація.
62. Перегрупування вільних радикалів.
63. Електро- та перициклічні реакції.
64. Реакції, контрольовані симетрією орбіталей.
65. $2\pi+2\pi$ циклоприєднання.
66. $2\pi+4\pi$ циклоприєднання.
67. Сигматропні перегрупування. Сигматропні зсуви.
68. Механізми нуклеофільного заміщення при sp^3 -гібризованому атомі вуглецю.
69. Вплив температури на механізм нуклеофільного заміщення.
70. Вплив природи розчинника на механізм нуклеофільного заміщення.
71. Вплив будови субстрату на механізм нуклеофільного заміщення.

72. Механізми нуклеофільного заміщення в ароматичних сполуках.
73. Вплив будови субстрату на механізм нуклеофільного заміщення в ароматичних сполуках.
74. Механізми електрофільного заміщення в ароматичних сполуках.
75. Вплив будови субстрату на швидкість і регіоселективність електрофільного заміщення.
76. Каталізатори реакції електрофільного заміщення в ароматичних сполуках.
77. Найбільш поширені в препаративному синтезі реакції електрофільного заміщення.
78. Вплив природи розчинника на швидкість електрофільного заміщення. Найбільш вживані розчинники для реакцій електрофільного заміщення.
79. Реакції елімінування (відщеплення).
80. 1,2-Елімінування: механізми E1, E1cB та E2. Приклади.
81. Стереохімія процесів 1,2-елімінування.
82. Правила Зайцева та Гофмана в процесах 1,2-елімінування та їх пояснення.
83. Конкуренція реакцій елімінування та заміщення. Вплив будови субстрату, температури та природи розчинника на інтенсивність конкуруючих реакцій.
84. 1,1-Елімінування та його механізм. Приклади.
85. Механізми електрофільного приєднання до кратного зв'язку в органічних сполуках.
86. Приєднання галогенів.
87. Галогеноводнів.
88. Приєднання гіпогалогенітів.
89. Приєднання водню.
90. Приєднання карбокатионів. Катионна полімеризація.
91. Реакції гідроксилювання.
92. Озоноліз алкенів.
93. Електрофільне приєднання до спряжених дієнів.
94. Механізми нуклеофільного приєднання до кратного зв'язку.
95. Приклади приєднання до карбонільної групи спиртів та тіолів
96. Приклади приєднання до карбонільної групи ціановодню та гідросульфїту HSO_3^- .
97. Приклади приєднання до карбонільної групи гідрид-іону.
98. Приклади приєднання до карбонільної групи амінів, гідразинів та гідроксиламінів.
99. Енамїни, їх отримання та хімічні властивості.
100. Реакція Віттіга.
101. Реакція Міхаеля. Ціанетилювання.
102. Альдольна конденсація.
103. Реакція Мейсрвейна-Понндорфа-Верлея.
104. Реакція Канніцаро. Реакція Тищенко.
105. Ацилоїнова конденсація.
106. Реакція Перкіна.
107. Лужний гідроліз естерів.
108. Кислотний гідроліз естерів.
109. Приєднання нуклеофілів з вуглецевим центром. Взаємодія з металорганічними сполуками.
110. Приєднання ацетилід-іонів.
111. Приєднання нітроалканів.
112. Реакція Кневенагеля.
113. Конденсація Штоббе.
114. Складноєфірна конденсація Клайзена.

115. Бензоїнова конденсація.
116. Бензилове перегрупування.
117. Нуклеофільне приєднання до спряженої системи кратних зв'язків магнійорганічних сполук.

ПРИКЛАДИ ПИТАНЬ НА ІСПИТ

1. Електрофільне приєднання до кратного зв'язку. Вплив замісників на швидкість приєднання.
2. Орієнтація приєднання. Приклади електрофільного приєднання галогенів, галогеноводнів, гіпогалогенітів, води, карбокатионів.
3. Реакції гідроксилування, гідрогенізації та озонолізу.
4. Електрофільне приєднання до спряжених дієнів.
5. Механізм нуклеофільного приєднання до кратного зв'язку. Ціанетилювання. Реакція Міхаеля.
6. Нуклеофільне приєднання до спряженої системи кратних зв'язків.
7. Реакції елімінації.
8. Перегрупування карбокатионів та інші секстетні перегрупування.
9. Методи утворення карбокатионів: гетеролітичний розпад, приєднання катионів до нейтральних молекул, утворення шляхом розпаду інших карбокатионів. Стабільність і структура карбокатионів.
10. Перегрупування карбокатионів без зміни вуглецевого скелету.
11. Секстетні перегрупування азотовмісних та кисневмісних сполук
12. Радикали та їх реакції.
13. Методи утворення вільних радикалів: фотоліз, термоліз, окислювально-відновні реакції.
14. Просторова будова й стабільність радикалів.
15. Реакції карбаніонів. Утворення, конфігурація та стабілізація карбаніонів.
16. Таутомерні перетворення. Реакції приєднання та елімінації: карбоксилювання і декарбоксилювання.
17. Перегрупування карбаніонів. Реакції окислення.
18. Реакції сполучення при каталізі комплексами паладію та інших перехідних металів.
19. Реакції, що контролюються симетрією. Симетрія орбіталей. Електроциклічні реакції.
20. Реакції циклоприєднання. Реакція Дільса-Альдера. Реакції 1,3-біполярного приєднання.
21. Сигматропні перегрупування. Зсуви атомів водню. Зсуви замісників, що містять атоми вуглецю.