МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра органічної хімії

Затверджено
на засіданні кафедри органічної хімії
хімічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 30 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри органічної хімії,
професор

_____ Микола ОБУШАК

Силабус з навчальної дисципліни

«Хімія органічна»
що викладається в межах ОПП ____ Біологія

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів

за спеціальністю 091-Біологія

Львів 2022

Назва дисципліни	**Хімія органічна**
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія 6, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра органічної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	**09 Біологія,** 091 Біологія.
Викладачі дисципліни	Муляк Олександра Іванівна, к.х.н., доц. кафедри органічної хімії Остап'юк Юрій Володимирович, к.х.н., доц. кафедри органічної хімії Матійчук Василь Степанович, д.х.н., проф.кафедри органічної хімії Карп'як Володимир Володимирович, к.х.н., доц. кафедри органічної хімії Мартяк Роман Львович, к.х.н., доц. кафедри органічної хімії Тупичак Микола Анатолійович, к.х.н., асист. кафедри органічної хімії
Контактна інформація викладачів	omulyak54@gmail.com oleksandra.mulyak@lnu.edu.ua yurii.ostapiuk@lnu.edu.ua vasyl.matiychuk@lnu.edu.ua volodymyr.karpyak@lnu.edu.ua roman.martyak@lnu.edu.ua Mykola.Tupychak@lnu.edu.ua
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=161
Інформація про дисципліну	Дисципліну розроблено таким чином, щоб надати здобувачам необхідні знання, які дозволять ознайомити з теорією і практикою основних методів одержання, будови та реакційної здатності органічних сполук.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «**Хімія органічна**» є нормативною дисципліною з спеціальності «Біологія» для освітньої програми з підготовки фахівців ОПП «Біологія», яка викладається на 1-му курсі (2-й семестр) та 1-2 семестрі для заочної форми здобуття освіти в обсязі 4 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни «**Хімія органічна**» є ознайомлення студентів з основними положеннями теорії будови органічних сполук, методами одержання, вивчення реакційної здатності та хімічних властивостей органічних речовин.
Література для вивчення дисципліни	**Основна література:** 1. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів: Центр Європи, 2009. 2. Грищук Б.Д. Органічна хімія. Тернопіль 2015. 3. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. К.: Вища школа, 1992. 4. Найдан В.М. Органічна хімія. Малий лабораторний практикум. Київ, 1994. 5. Муляк О.І., Карпяк В.В.,Обушак М.Д. Лабораторні роботи і

	задачі з органічної хімії: навч. посібник (2-ге видання). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 198 с. **Додаткова література:** 1. Обушак М.Д., Біла Є.Є. Органічна хімія: Частина 1. Львів, 2004; Частина 2. Львів, 2018; Частина 3. Львів, 2011. 2. Гупало О.П. Органічна хімія. К.: ІСДО, 1994. 3. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. К.: Ірпінь: ВТФ „Перун", 2002. 4. Глубіш П.А. Органічна хімія. К., 2002. (збірник задач і вправ). 5. Грищук Б.Д. Лабораторні роботи з органічної хімії. Тернопіль. 2012.
Тривалість курсу	Один семестр, два семестри для заочної форми здобуття освіти
Обсяг курсу	**120 год.,** з них 64 години аудиторних занять, **32** години лекцій, **32** години лабораторних робіт, 56 годин самостійної роботи; Для заочної форми навчання: **20** години аудиторних занять. З них 10 години лекцій, 10 години лабораторних робіт). **100** годин самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент повинен **знати:** – правила техніки безпеки в лабораторії органічного синтезу; – теорію хімічної будови органічних речовин; – ряд питань, що стосуються кожного класу органічних сполук; – номенклатуру; – ізомерію; – методи одержання; – будову та реакційну здатність; – механізми органічних реакцій; – фізичні та хімічні властивості; – важливі представники; – знаходження в природі та використання. **вміти:** – розділяти та очищати органічні речовини; – визначати фізико-хімічні константи органічних сполук; – одержувати сполуки різних класів; – проводити характерні реакції органічних речовин.
Ключові слова	Структурна формула; гомологія; ізомерія; валентний стан атома карбону; хімічна функція; іонні та радикальні реакції.
Формат курсу	Очний (заочний)
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультацій для кращого розуміння тем
Теми	Подано у таблиці
Підсумковий контроль, форма	Екзамен у кінці семестру комбінований
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисципліни «Неорганічна хімія» та базового шкільного курсу «Органічна хімія», достатніх для сприйняття категоріального апарату.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися	Лекції, мультимедійні презентації, лабораторні роботи, консультації, самостійна та індивідуальна робота, дискусія.

під час викладання курсу	
Необхідне обладнання	Для виконання навчальної програми необхідні хімічні реактиви, лабораторний посуд та обладнання, комп'ютерна техніка.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	**Політика виставлення балів.** Враховуються бали поточного тестування чи опитування на лабораторних заняттях, виконання лабораторних робіт, самостійної роботи та бали підсумкового тестування. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються у такому співвідношенні: • контрольні заміри – 25% семестрової оцінки; • виконання та захист лабораторних робіт – 25% семестрової оцінки; • екзамен – 50% семестрової оцінки. Підсумкова максимальна кількість балів – 100. **Відвідання занять:** Студенти повинні відвідувати усі лекції і лабораторні зайняття навчальної дисципліни та мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважних причин. **Література.** Література, яку студенти не зможуть знайти, буде надана викладачем. **Академічна доброчесність:** жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до заліку чи екзамену.	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань наводиться нижче.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Лекційний курс навчальної дисципліни

№ теми	НАЗВИ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ І ТЕМ	Кількість годин			
		Σ	лк	лаб	ср
	Змістовий модуль 1. ***Предмет органічної хімії. Ациклічні вуглеводні (алкани, алкени, алкіни, алкадієни). Арматичні вуглеводні***				
1	Вступ. Предмет, завдання, значення органічної хімії та її місце серед природничих наук. Основні поняття органічнох хімії	8	2	4	2
2	Насичені вуглеводні	9	2	2	5
3	Ненасичені вуглеводні	9	2	2	5
4	Ароматичні вуглеводні	9	2	2	5
Разом за змістовий модуль 1		**35**	**8**	**10**	**17**
	Змістовий модуль 2. ***Похідні вуглеводнів аліфатичного і ароматичного ряду***				
5	Аліфатичні та ароматичні галогенопохідні вуглеводнів. Ароматичні сульфо- та нітропохідні	10	2	2	6
6	Спирти, етери	8	2	2	4
7	Феноли та ароматичні спирти	8	2	2	4
8	Аліфатичні та ароматичні альдегіди і кетони	7	2	2	3
9	Одноосновні та двоосновні карбонові кислоти та їхні функціональні похідні	6	2	2	2
10	Ароматичні карбонові та дикарбонові кислоти і їхні похідні	6	2	2	2
Разом за змістовий модуль 2		**45**	**12**	**12**	**21**
	Змістовий модуль 3. ***Гетерофункціональні сполуки***				
11	Гетерофункціональні сполуки: гідроксикислоти, альдегідо- та кетонокислоти	8	2	2	4
12	Аміни. Амінокислоти. Білки	7	2	2	3
13	Ароматичні аміни, діазо- і азосполуки	6	2	2	2
14	Вуглеводи	11	4	2	5
15	Гетероциклічні сполуки	8	2	2	4
	Разом за змістовий модуль 3	**40**	**12**	**10**	**18**
	ВСЬОГО	**120**	**32**	**32**	**56**

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин
1	Вступ. Ознайомлення з робочим планом та порядком проведення занять. Інструктаж з техніки безпеки.	2
2	Методи очищення твердих та рідких органічних сполук. Кристалізація та сублімація.	2
3	Методи одержання та якісні реакції насичених вуглеводнів.	2
4	Методи одержання та якісні реакції ненасичених вуглеводнів.	2
5	Методи одержання на якісні реакції ароматичних вуглеводнів.	4
6	Методи одержання та якісні реакції галогенопохідних вуглеводнів.	2
7	Якісні реакції спиртів та фенолів.	2
8	Якісні реакції альдегідів та кетонів.	2
9	Якісні реакції одноосновних та двоосновних карбонових кислот.	4
10	Властивості гідрокси-, альдегідо- та кетонокислот.	2
11	Якісні реакції амінів аліфатичного ряду, амінокислот та білків.	2
12	Якісні реакції ароматичних амінів, діазо- та азосполук.	2
13	Якісні реакції вуглеводів: моносахаридів, ди- і полісахаридів.	4
	РАЗОМ	**32**

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Змістовий модуль 1	
1	Взаємозв'язок хімії та екологічних проблем. Основні джерела глобального забруднення довкілля. Значення органічних речовин у практичній діяльності людини.	2
2	Йонний механізм реакцій заміщення. Циклоалкани: особливості будови, методи одержання та хімічні властивості. Розв'язування задач та вправ з теми «Насичені вуглеводні».	5
3	Механізм радикального приєднання до етиленових вуглеводнів. Властивості дієнових вуглеводнів: димеризація, дієновий синтез. Розв'язування задач та вправ з теми «Ненасичені вуглеводні».	5
4	Сполуки ди- і трифенілметанового ряду. Ароматичні сполуки з конденсованими ядрами. Розв'язування задач та вправ з теми «Ароматичні вуглеводні».	5
	Змістовий модуль 2	
5	Проблеми забруднення довкілля діоксином. Особливості дії діоксину на живі організми. Ароматичні сульфо- та нітропохідні. Розв'язування задач та вправ з тем «Галогенопохідні аліфатичних та ароматичних вуглеводнів», «Ароматичні сульфо- та нітропохідні».	6
6	Ненасичені одноатомні спирти. Етери. Окремі представники: діетиловий етер, оксид етилену, діоксан, тетрагідрофуран. Розв'язування задач та вправ з теми «Спирти та етери».	4
7	Хінони. Хіноїдна група як хромофор. Триатомні феноли: пірогалол, оксигідрохінон і флороглюцин. Одержання, властивості, використання. Розв'язування задач та вправ з теми «Феноли та ароматичні спирти».	4
8	Ненасичені альдегіди і кетони аліфатичного ряду. Розв'язування задач та вправ з теми «Аліфатичні та ароматичні альдегіди і кетони».	3
9	Двоосновні ненасичені карбонові кислоти. Розв'язування задач та вправ з теми «Одноосновні та двоосновні карбонові кислоти та їхні функціональні похідні».	2
10	Розв'язування задач та вправ з теми «Ароматичні карбонові та дикарбонові кислоти і їхні похідні».	2
	Змістовий модуль 3	
11	Використання ацетооцтового естеру в органічному синтезі. Розв'язування задач та вправ з теми «Гідроксикислоти, альдегідо- та кетонокислоти».	4
12	Діаміни. Гексаметилендіамін: його одержання, властивості, використання. Класифікація, склад, будова, фізичні та хімічні властивості білків. Розв'язування задач з теми «Аміни. Амінокислоти. Білки».	3
13	Розв'язування задач та вправ з теми «Ароматичні аміни, діазо- і азосполуки».	2
14	Полісахариди. Целюлоза. Її будова, знаходження в природі, шляхи хімічної переробки. Нітроцелюлоза, ксантогенат целюлози, ацетилцелюлоза. Використання продуктів хімічної переробки	5

	целюлози. Розв'язування задач та вправ з теми «Вуглеводи».	
15	Поняття про будову та біологічне значення нуклеїнових кислот. Розв'язування задач та вправ з теми «Гетероциклічні сполуки».	4
	РАЗОМ	**56**

Схема курсу (заочна форма навчання)

	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, лабораторна робота	Матеріали	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	Вступ. Основні поняття органічної хімії. Класифікація та номенклатура органічних сполук. Алкани, алкени та алкадієни, алкіни.	Лекція, 2 год.	Мультимедійна презентація.	**1-5;** Матеріали курсу в системі MOODLE		1 тиждень
2	Аліфатичні галогенопохідні. Спирти. Карбонільні сполуки.	Лекція, 2 год.	Мультимедійна презентація.	**1-5;** Матеріали курсу в системі MOODLE		1 тиждень
3	Карбонові кислоти та функцій ні похідні. Амінокислоти та білки.	Лекція, 2 год.	Мультимедійна презентація.	**1-5;** Матеріали курсу в системі MOODLE		1 тиждень
4	Ароматичні сполуки. Поняття ароматичності. Бензен та його гомологи. Електрофільне заміщення в ароматичному ядрі. Орієнтанти першого та другого роду. Узгоджена та неузгоджена орієнтація	Лекція, 2 год.	Мультимедійна презентація.	**1-5;** Матеріали курсу в системі MOODLE		1 тиждень
5	Ароматичні галогенопохідні. Нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі. Азотовмісні ароматичні сполуки.	Лекція, 2 год.	Мультимедійна презентація.	**1-5;** Матеріали курсу в системі MOODLE		1 тиждень
6	Вступ. Техніка безпеки. Лабораторна робота 1. Методи одержання та якісні реакції насичених вуглеводнів.	Лабораторне заняття. 2 год	Лабораторний посуд, обладнання та реактиви	**5;** Матеріали курсу в системі MOODLE;	Підготовка до лабораторної роботи та контрольної роботи по темі "Номенклатура органічних сполук. Алкани – методи одержання та властивості".	2 тиждень
7	Лабораторна робота 2. Методи одержання та якісні реакції ненасичених вуглеводнів.	Лабораторне заняття. 2 год	Лабораторний посуд, обладнання та реактиви	**5;** Матеріали курсу в системі MOODLE;	Підготовка до лабораторної роботи та контрольної роботи по темі "Алкени та алкадієни, алкіни – методи одержання та	2 тиждень

					властивості".	
8	Лабораторна робота 3. Методи одержання та якісні реакції аліфатичних галогенопохідних, спиртів та карбонільних сполук.	Лабораторне заняття. 2 год	Лабораторний посуд, обладнання та реактиви	**5;** Матеріали курсу в системі MOODLE;	Підготовка до лабораторної роботи та контрольної роботи по темі "Галогенопохідні, спирти, альдегіди та кетони".	2 тиждень
9	Лабораторна робота 4. Якісні реакції одноосновних та двоосновних карбонових кислот, амінокислот та білків.	Лабораторне заняття. 2 год	Лабораторний посуд, обладнання та реактиви	**5;** Матеріали курсу в системі MOODLE;	Підготовка до лабораторної роботи та контрольної роботи по темі "Карбонові кислоти, амінокилоти та білки".	2 тиждень
10	Лабораторна робота 5. Методи одержання на якісні реакції ароматичних вуглеводнів і їх галогенопохідних.	Лабораторне заняття. 2 год	Лабораторний посуд, обладнання та реактиви	**5;** Матеріали курсу в системі MOODLE;	Підготовка до лабораторної роботи та контрольної роботи по темі "ароматичність. Правила Хюкеля. Бензен та його гомологи. Реакції електрофільного та нуклеофільного заміщення в ароматичному ядрі."	2 тиждень

Самостійна робота *(заочна форма навчання)*

	Назва теми	**Кількість годин**
1	Взаємозв'язок хімії та екологічних проблем. Основні джерела глобального забруднення довкілля. Алкани. Методи синтезу. Реакція Корі-Хауса. Властивості. Радикальне заміщення в алканах	4
2	Алкени. Методи синтезу та властивості. Електрофільне приєднання по подвійному зв'язку. Правило Марковінкова – класичне та сучасне формулювання.	4
3	Алкадієни. Методи синтезу та властивості. Спряжені дієни – особливості поведінки в реакціях електрофільного приєднання. 1,»- та 1,4-приєднання. Реакція Дільса-Альдера	4
4	Алкіни. Методи синтезу та властивості. Реакції електрофільного та нуклеофільного приєднання по С≡С-зв'язку.	3

5	Аліфатичні галогенопохідні. Методи синтезу та властивості. Реакції нуклеофільного заміщення та елімінування. Правило Зайцева. Рухливість атомів галогенів в аліфатичних сполуках.	5
6	Спирти. Методи синтезу та властивості. Реакції нуклеофільного заміщення гідроксильної групи та дегідратації.	4
7	Карбонільні сполуки. Методи синтезу та властивості альдегідів та кетонів. Реакції конденсації. Кето-енольна таутомерія.	5
8	Карбонові кислоти. Одно- та двоосновні карбонові кислоти - методи синтезу та властивості. Поняття СН-кислотності.	4
9	Синтези на основі малонового естеру	5
10	Гідроксикислоти та оксикислоти. Методи синтезу та властивості.	4
11	Ацетооцтовий естер. Властивості. Реакції за участю кето- та фенольної- форм ацетооцтового естеру. Синтези на основі ацетооцтового естеру.	5
12	Амінокислоти. Методи синтезу та властивості. Знаходження в природі. Біологічні функції білків.Синтез пептидів *in vitro*.	4
13	Вуглеводи. Моно-, оліго- та полісахариди. Властивості та якісні реакції. Целюлоза. Її будова, знаходження в природі, шляхи хімічної переробки. Нітроцелюлоза, ксантогенат целюлози, ацетилцелюлоза. Використання продуктів хімічної переробки целюлози	5
14	Ароматичність. Правила Хюкеля. Методи синтезу та властивості бензену і його гомологів. Механізм реакції електрофільного заміщення в ароматичному ядрі. Вплив замісників на протікання електрофільного заміщення в ароматичному ядрі.	3
15	Ароматичні галогенопохідні. Методи синтезу та властивості. Механізм реакції нуклеофільного заміщення в ароматичному ядрі. Вплив замісників на протікання нуклеофільного заміщення в ароматичному ядрі.	4
16	Ароматичні нітропохідні. Методи синтезу та властивості. Механізм реакції відновлення. Відновлення в лужному та в кислому середовищі.	3
17	Феноли. Методи синтезу та властивості. Хінони. Хіноїдна група як хромофор. Триатомні феноли: пірогалол, оксигідрохінон і флюроглюцин. Однржання, властивості, використання.	5
18	Ароматичні та аліфатичні аміни. Методи синтезу та властивості.	5
19	Ароматичні діазосолі. Методи синтезу та властивості. Використання в органічному синтезі.	5
20	Ароматичні карбонільні сполуки. Методи синтезу та властивості ароматичних альдегідів та кетонів. Реакції за участю бензольного ядра та за участю карбонільної групи.	4
21	Ароматичні карбонові кислоти. Методи синтезу та властивості.	4
22	Ароматичні сульфовмісні сполуки. Сульфо- та сульфінові кислоти. Методи синтезу та властивості. Стрептоцид. Механізм дії сульфаніламідних препаратів.	4
23	Гетероциклічні сполуки. Пірол, фуран, тіофен, піридин, піримідин, пурини. Поняття про будову та біологічне значення нуклеїнових кислот.	7
	РАЗОМ	**100**

Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань

Контрольні запитання до змістового модуля 1

1. Які сполуки називають алканами? Запишіть гомологічний ряд алканів до $C_{10}H_{22}$ і назвіть їх.
2. Який вид ізомерії характерний для алканів? Запишіть формули усіх ізомерних алканів загального складу C_6H_{14} і назвіть їх за систематичною і раціональною номенклатурою (5 ізомерів).
3. Відмітьте ізомер, що має два третинних атоми карбону та ізомер з четвертинним атомом карбону.
4. Отримайте бутан:

а) реакцією Вюрца;

б) з натрієвої солі відповідної карбонової кислоти;

в) з відповідного алкену.

5. У якому агрегатному стані за звичайних умов міститься бутан, пентан?
6. У які типи реакцій вступають алкани? Запишіть для 2-метилбутану рівняння реакцій: хлорування, нітрування, сульфохлорування, сульфоокиснення, дегідрогенізації. Відмітьте, до якого типу належить кожна з реакцій.
7. За яким механізмом проходять ці реакції? Поясніть їх механізм на прикладі реакції хлорування етану.
8. Який процес називають крекінгом, піролізом? Які продукти отримують крекінгом нафти?
9. Які сполуки називають алкенами? Запишіть гомологічний ряд алкенів до C_6H_{12} і назвіть їх.
10. Які види ізомерії характерні для алкенів? Запишіть формули усіх ізомерних алкенів загального складу C_5H_{10} і назвіть їх за систематичною і раціональною номенклатурою.
11. Отримайте 2-бутен: а) з алкану; б) з спирту; в) з моногалогеналкану; г) з дигалогеналкану; д) з алкіну. Вкажіть умови, під час яких проходить кожна з реакцій.
12. Відмітьте, у якому валентному стані міститься кожен атом карбону у пропені і зробіть висновок про можливі електронні ефекти.
13. Який тип реакцій характерний для алкенів? Запишіть для 1-бутену рівняння реакцій: гідрування, бромування, гідратації, гідрохлорування, окиснення у відсутності води, окиснення водним розчином $KMnO_4$, озонування, полімеризації.
14. За яким механізмом переважно проходить більшість з цих реакцій? Поясніть його на прикладі гідратації пропену. До якого з атомів карбону приєднується атом гідрогену? Чому?
15. За допомогою яких якісних реакцій можна відрізнити пентан і 1-пентен? Запишіть рівняння цих реакцій.
16. Які сполуки називають алкінами? Запишіть гомологічний ряд алкінів до C_5H_{10} і назвіть їх.
17. Які види ізомерії характерні для алкінів? Запишіть формули усіх ізомерних алкінів загального складу C_6H_{10} і назвіть їх за систематичною і раціональною номенклатурою.
18. Отримайте ацетилен:

а) з метану;

б) з карбіду кальцію.

Отримайте пропін:

а) з дигалогеналкану;

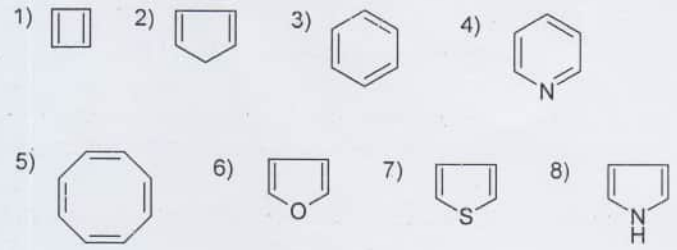
б) з пропену і неорганічних реагентів (у дві стадії);

в) з ацетилену, аміду натрію і йодометану (у дві стадії);

г) з метану і неорганічних реагентів (у три стадії).

19. Відмітьте, у якому валентному стані міститься кожен з атомів карбону у пропіні і зробіть висновок про можливі електронні ефекти.
20. Які типи реакцій характерні для алкінів? Запишіть для 1-бутину рівняння реакцій: гідрогенізації, взаємодії з водою, з синильною кислотою, з метанолом, з оцтовою кислотою, з амоніачним розчином оксиду аргентуму, з метилмагніййодидом (реактивом Гріньяра). Відмітьте, до якого типу належить кожна з цих реакцій.
21. За допомогою яких якісних реакцій можна відрізнити пропан, пропен і пропін; 1-бутин і 2-бутин?
22. Які сполуки називають алкадієнами? Які є типи алкадієнів? Які з них мають найбільше технічне значення? Запишіть формули і назвіть найважливіші представники цього типу алкадієнів.
23. Отримайте 1,3-бутадієн: а) з етанолу; б) з ацетилену двома способами (через вінілацетилен і через 1,4-бутандіол).
24. У якому валентному стані міститься кожен з атомів карбону у 1,3-бутандієні? Які електронні ефекти простежуються у ньому?

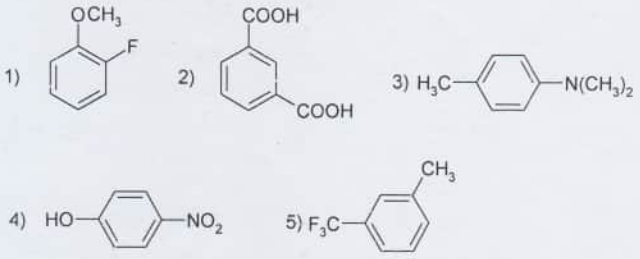
25. Який тип реакцій характерний для 1,3-бутандієну? У які положення і за яких умов вони проходять?
26. Запишіть для ізопрену рівняння реакцій: гідрування, бромування, гідробромування, полімеризації.
27. Які властивості бензену відрізняють його від інших ненасичених сполук – алкенів, алкадієнів, алкінів? Які властивості бензену, його гомологів і похідних об'єднані під терміном "ароматичні властивості"?
28. Порівняйте реакції циклогексену і бензену з реагентами у вказаних умовах: 1) Br_2 (CCl_4, 20 °C); 2) $KMnO_4$ (H_2O, 20 °C); 3) H_2SO_4 конц. 4) H_2 (Pd, 30 °C); 5) O_3, потім H_2O (Zn); 6) HBr. У чому подібність і відмінність цих двох сполук?
29. Охарактеризуйте особливості електронної будови сполук, які проявляють ароматичність. Сформулюйте правило ароматичності Е. Гюкеля (1931). Які із наведених нижче карбо- і гетероциклічних сполук є ароматичними і чому?



30. Яка загальна формула аренів гомологічного ряду бензену? Напишіть структурні формули ізомерних аренів складу: 1) C_8H_{10}; 2) C_9H_{12}. Назвіть їх. Які види структурної ізомерії характерні для алкілбензенів?
31. Напишіть структурні формули аренів: 1) *о*-ксилен; 2) *п*-цимен; 3) *о*-вторбутилметилбензен; 4) ізопропенілбензен (α-метилстирен); 5) *м*-дивінілбензен; 6) мезитилен.
32. Напишіть структурні формули одновалентних і двовалент-них радикалів: 1) феніл (Ph); 2) *о*-фенілен; 3) *п*-фенілен; 4) бензил (Bn); 5) бензиліден; 6) стирил; 7) 2-фенілетил; 8) *о*-толіл; 9) мезитил; 10) *п*-куміл.
33. Які алкілбензени утворяться під час дії металічного натрію на суміш арил- і алкілгалогенідів (Р. Фіттіч і Ш. Вюрц): 1) бромобензену і бромоетану; 2) *п*-бромотолуену і вторбутилхлориду; 3) хлоробензену і хлористого ізопропілу? Які побічні продукти у процесі цього отримуються?
34. На прикладі реакцій етилену і бензену з бромом у присутності $FeBr_3$ порівняйте механізм електрофільного приєднання до алкенів з механізмом електрофільного заміщення у бензеновому ядрі. На якій стадії простежується відмінність? Поясніть чому.
35. Наведіть загальну схему механізму взаємодії бензену з електрофільними реагентами E^+, яка містить стадії проміжного утворення π- і δ-комплексів. Яка із стадій визначає швидкість реакцій?
36. Напишіть структурні формули продуктів реакції монозаміщених бензену з реагентами: 1) H_2SO_4 конц.; 2) HNO_3+ H_2SO_4 конц.; 3) Br_2 (Fe); 4) Cl_2 ($AlCl_3$); 5) CH_3Br ($AlBr_3$); 6) CH_3COCl ($AlCl_3$). Назвіть реакції та їх продукти. Вкажіть з яким електрофі-лом E^+ реагує бензен у кожній з реакцій.
37. Наведіть рівняння і розгляньте механізм реакції алкілювання бензену алкенами: 1) 1-бутеном; 2) ізобутиленом. Назвіть отримані сполуки. Які каталізатори використовують під час алкілювання бензену алкенами?
38. Наведіть рівняння реакції алкілювання бензену пропіловим спиртом. Який каталізатор під час цього використовують?
39. Наведіть характеристику замісників (орієнтантів) I і II роду. Напишіть ряд замісників I роду в порядку зменшення їх орієнтувальної дії на входження у ядро нового замісника.
40. Наведіть приклади орієнтантів II роду. Як пояснити їх дезактивуючу дію на бензенове ядро в реакціях електрофільного заміщення? Напишіть реакції хлорування і нітрування бензойної кислоти і нітробензену.
41. У якій послідовності треба вводити замісники для отрима-ння з бензену таких сполук: 1) *м*-нітрохлоробензену; 2) *м*-бромобензенсульфокислоти; 3) 2,4-динітрохлоробензену; 4) 2,4-динітротолуену; 5) *п*-хлоробензенсульфокислоти.
42. Напишіть схеми реакцій толуену з хлористим етилом і хлористим ацетилом у присутності $AlCl_3$. Поясніть, чому в першому випадку в продукті реакції міститься значна кількість ди- і

триетилзаміщених толуенів, а у другому реакція закінчується на стадії утворення моноацетилтолуолу.

43. Порівняйте відношення ізопропілбензену до брому: 1) у присутності $AlBr_3$; 2) під час освітлення і нагрівання. Напишіть рівняння реакцій.
44. Визначте положення, у які буде проходити бромування таких дизаміщених бензенів:



У яких випадках простежується узгоджена орієнтація, а в яких неузгоджена?

Контрольні запитання до змістового модуля 2

1. Які сполуки називають галогеноалканами? Галогеноалкенами?
2. Які види ізомерії характерні для моногалогеноалканів? Запишіть формули усіх ізомерних галогеноалканів загального складу C_4H_9Br і назвіть їх за тривіальною і систематичною номенклатурою.
3. Отримайте 2-хлоропропан: з алкану, з алкену, з спирту (двома способами).
4. Відобразіть електронну будову хлороетану, хлороетену. Відмітьте, які електронні ефекти простежується у кожній з цих сполук і зробіть висновки, які типи реакцій будуть для них характерні.
5. Запишіть для бромоетану рівняння реакцій: з водою, з лугом, з ціанистим натрієм, з нітритом аргентуму, з метилатом натрію, з ацетатом натрію. Чи будуть ці реакції характерними для бромистого вінілу?
6. Запишіть для 2-бромопропану рівняння реакції: з натрієм, з магнієм, з спиртовим розчином лугу під час нагрівання.
7. За допомогою яких якісних реакцій можна відрізнити 1-бромопропан, 3-бромо-1-пропен? Запишіть рівняння реакцій.
8. Які сполуки називають галогеноаренами?
9. Які види ізомерії характерні для галогеноаренів? На які типи їх поділяють? Поясніть на прикладі галогеноаренів складу C_7H_7Cl.
10. Охарактеризуйте взаємний вплив атома хлору і бензенового ядра в молекулі хлоробензену. Порівняйте характеристику зв'язку C-Cl (довжину, енергію, полярність) хлоробензену з аналогічними зв'язками у вінілхлориді та етилхлориді. Як ведуть себе ці сполуки в реакціях електрофільного заміщення?
11. Порівняйте будову молекули *п*-хлоротолуену і хлористого бензилу. Охарактеризуйте природу зв'язку C-Cl. У якій сполуці розрив цього зв'язку з утворенням аніона хлору має проходити легше? Чому?
12. Напишіть реакції хлоробензену з такими реагентами: 1) H_2SO_4; 2) HNO_3 (H_2SO_4); 3) Br_2 ($FeBr_3$); 4) CH_3CH_2Br ($AlBr_3$); 5) CH_3COCl ($AlCl_3$). Охарактеризуйте вплив атома хлору на реакційну здатність хлоробензену і напрям заміщення у бензеновому ядрі. Поясніть, чому галоген у арилгалогенідах, проявляючи дезактивуючу дію на електрофільне заміщення, залишається *о*- і *п*-орієнтантом.
13. Поясніть, чому в процесі нуклеофільної реакції *п*-хлортолуену з водним розчином лугу, яка вимагає жорстких умов проведення (нагрівання до 340 ^{0}C), були отримані однакові кількості ізомерних *п*- і *м*-крезенів HO-C_6H_4-CH_3, замість *п*-крезену. Наведіть механізм цієї реакції, яка містить стадію утворення дегідробензену.
14. На прикладі ізомерних нітрохлоробензенів розгляньте вплив нітрогрупи -NO_2 на схильність до нуклеофільного заміщення атома галогену в ядрі. Напишіть схеми реакцій і розгляньте їх механізм.
15. Розмістіть наведені сполуки у порядку зростання їх реакційної здатності до нуклеофільного заміщення атома брому: 1) *п*-бромонітробензен; 2) бромобензен; 3) *п*-бромотолуен; 4) *п*-бромобензойна кислота; 5) бромо-2,4-динітробензен; 6) бромо-2,4,6-тринітробензен. Наведіть пояснення.

16. Порівняйте будову хлористого бензилу та хлористого алілу. Поясніть їх підвищену активність у реакціях нуклеофільного заміщення. Напишіть реакції бензилхлориду з реагентами: 1) 5%-м водним розчином лугу; 2) етилатом натрію; 3) нітритом аргентуму; 4) ацетатом натрію; 5) сульфітом натрію; 6) амоніаком. Назвіть продукти.
17. Напишіть структурні формули ароматичних сульфокислот та їх похідних: 1) *п*-толуенсульфокислота; 2) *п*-толуенсульфохло-рид; 3) *п*-толуенсульфоамід; 4) *п*-амінобензенсульфокислота (сульфанілова кислота); 5) *п*-бромобензенсульфохлорид; 6) ізопропіловий естер *п*-толуенсульфокислоти.
18. Напишіть реакцію сульфування толуену: 1) сульфатною кислотою; 2) оксидом сульфуру (VI); 3) хлорсульфоновою кислотою. За яких умов у останній реакції одержується не толуенсульфокислота, а *о*- і *п*-толуенсульфохлориди?
19. Напишіть реакції бензенсульфокислоти з реагентами: 1) H_2SO_4 (SO_3); 2) HNO_3(H_2SO_4); 3) Br_2 ($FeBr_3$). Охарактеризуйте вплив сульфогрупи на реакційну здатність аренів і напрям електрофільного заміщення у бензеновому ядрі.
20. Напишіть схеми реакцій *п*-толуенсульфокислоти з реагенттами: 1) $NaHCO_3$; 2) $Ba(OH)_2$; 3) $CaCO_3$; 4) PCl_5; 5) NH_3; 6) $Zn + H_2SO_4$. Назвіть отримані продукти.
21. Дією яких реагентів і в яких умовах можна замінити сульфогрупу в бензенсульфокислоті на: 1) -OH; 2) -C≡N; 3) –H? Напишіть реакцію і вкажіть умови одержання *п*-крезену HO-C_6H_4-CH_3 із *п*-толуенсульфокислоти.
22. Напишіть реакції *п*-толуенсульфонілхлориду з сполуками: 1) NH_3; 2) $C_2H_5NH_2$; 3) C_2H_5OH; 4) NaOH (H_2O); 5) $NaOCOCH_3$; 6) Na_2S. Назвіть отримані продукти.
23. Охарактеризуйте вплив замісників у бензеновому ядрі на швидкість нітрування ароматичної сполуки. Розташуйте такі сполуки у порядку збільшення їх реакційної здатності: 1) бензен; 2) нітробензен; 3) хлоробензен; 4) *м*-динітробензен; 5) фенол; 6) толуен; 7) третбутилбензен.
24. Напишіть схему нітрування ізопропілбензену: 1) нітрувальною сумішшю; 2) розведеною нітратною кислотою під час нагрівання. Який механізм перебігу цих реакцій?
25. Наведіть схеми одержання моно-, ди- і тринітротолуенів і вкажіть умови на кожній стадії. Яке практичне використання має тринітротолуен?
26. На прикладі нітробензену покажіть, які реакції властиві нітрогрупі та бензеновому ядру.
27. Вкажіть характерні особливості відновлення нітросполук металами, на прикладі цинку, в лужному середовищі. Наведіть усі стадії перетворення нітробензену в анілін. Назвіть проміжні продукти.
28. Сульфіди лужних металів частково відновлюють полінітросполуки. Напишіть реакцію відновлення *м*-динітробензену за допомогою Na_2S. Назвіть отриманий продукт.
29. Напишіть реакції *п*-нітротолуену з реагентами: 1) H_2 (Ni); 2) Fe (HCl, H_2O); 3) H_2N-NH_2 (Ni); 4) $LiAlH_4$; 5) Zn (HCl, H_2O). Для останньої реакції наведіть схеми послідовних перетворень нітро-групи в аміногрупу.
30. Напишіть реакції *п*-динітробензену з реагентами: 1) Cl_2 ($FeCl_3$); 2) NaOH (H_2O, t); 3) CH_3ONa (CH_3OH); 4) NH_3 (спирт, t); 5) H_2SO_4 (SO_3, t); 6) H_2 (Ni). Поясніть чому *п*-динітробензен може вступати в реакцію як електрофільного, так і нуклеофільного заміщення.
31. Як впливає нітрогрупа на активність атомів гідрогену метильної групи нітротолуенів? Напишіть реакцію конденсації *о*-нітротолуену з триметилоцтовим альдегідом у присутності C_2H_5ONa. Чому толуен не вступає у цю конденсацію?
32. Які сполуки називають псевдокислотами? Чим вони відрізняються від справжніх кислот? Який з ізомерів ароматичних нітросполук складу $C_7H_7NO_2$ є псевдокислотою і реагує з лугом, утворюючи солі? Напишіть цю реакцію. Поясніть.
33. Які сполуки називають спиртами? Як поділяються спирти залежно від місця положення гідроксильної групи?
34. Скільки гідроксильних груп може міститися поблизу атома карбону в стані sp^3-гібридизації? Чому?
35. Які види ізомерії характерні для одноатомних спиртів? Запишіть формули усіх ізомерних одноатомних спиртів загального складу C_4H_9OH і назвіть їх за систематичною і раціональною номенклатурою. Вкажіть які з них первинні, а які вторинні чи третинні.
36. Отримайте 2-пропанол: з галогеналкану, з алкену, відновленням відповідної карбонільної сполуки, з альдегіду і реактиву Гріньяра, з алкіламіну.
37. Які типи реакцій характерні для спиртів? Запишіть для 2-пропанолу рівняння реакцій: з Na, з нітратною кислотою, з оцтовою кислотою, з бромистим воднем, з пентахлоридом фосфору, з хлором, з водним розчином $KMnO_4$ під час нагрівання, у процесі нагрівання в присутності конц.

H_2SO_4 (або Al_2O_3), під час нагрівання у присутності дрібнорозтертої міді. Вкажіть тип кожної з реакцій.

38. Які з записаних для 2-пропанолу реакцій не будуть характерні для 2-метил-2-пропанолу? Чому?
39. Які продукти можна отримати дегідратацією етанолу? Від чого залежить вихід цих продуктів?
40. За допомогою якої якісної реакції можна відрізнити первинний, вторинний і третинний спирт?
41. Які сполуки називають ненасиченими спиртами? Запишіть формули найпростіших ненасичених спиртів і назвіть їх.
42. Чи стійкі спирти, у яких гідроксильна група міститься поблизу атома карбону в стані sp^2- або sp-гібридизації? Чому?
43. За допомогою яких реакцій можна відрізнити 1-пропанол і 2-пропен-1-ол? Запишіть рівняння цих реакцій.
44. Які спирти називають багатоатомними? Які з них називають гліколями? Запишіть формули найпростіших дво- і триатомних спиртів і назвіть їх.
45. Скільки груп –ОН може міститись поблизу одного атома карбону в стані sp^3-гібридизації? Чому?
46. Отримайте пропіленгліколь: з пропену, з оксиду пропену.
47. Отримайте гліцерин з пропену.
48. Що спільного і яка відмінність між хімічними властивостями одно- і багатоатомних спиртів? За допомогою якої реакції можна відрізнити одно- і багатоатомні спирти? Запишіть рівняння цієї реакції для етиленгліколю і гліцерину.
49. Які сполуки можна отримати дегідратацією етиленгліколю? Запишіть рівняння реакції їх утворення.
50. Напишіть стуктурні формули сполук: 1) фенол (карболова кислота); 2) бензиловий спирт; 3) резорцин; 4) пірогалол; 5) гідрохінон; 6) *о*-крезол; 7) пірокатехін; 8) 2,4,6-тринітрофенол (пікринова кислота); 9) анізол.
51. Напишіть схеми реакцій промислових методів отримання фенолу з: 1) хлоробензену; 2) бензенсульфокислоти; 3) кумену. Які переваги над іншими має куменовий метод?
52. За допомогою електронних ефектів опишіть взаємний вплив бензенового ядра і гідроксильної групи.
53. Поясніть чому дво- і триатомні феноли схильні до таутомерії. Напишіть таутомерні форми резорцину та флюроглюцину.
54. Поясніть, чому фенол має значно вищі кислотні властивості ніж бензиловий спирт і наближається за кислотністю до вугільної кислоти.
55. Як впливають на кислотні властивості фенолів електронодонорні та електроноакцепторні замісники в бензольному ядрі? Розташуйте наведені феноли у порядку зростання їх кислотності: 1) фенол; 2) *п*-метоксифенол; 3) *п*-крезен; 4) *о*-нітрофенол; 5) 2,4-динітрофенол; 6) 2,4,6-тринітрофенол; 7) *м*-нітрофенол.
56. Напишіть реакції фенолу з реагентами: 1) NaOH (H_2O); 2) CH_3MgI; 3) C_2H_5ONa; 4) $FeCl_3$ (H_2O). Яка з реакцій є якісною для виявлення фенольного гідроксилу?
57. Напишіть реакції *п*-крезену з реагентами: 1) NaOH (H_2O); 2) C_2H_5ONa, а потім C_2H_5Br; 3) $(CH_3O)_2SO_2$ (KOH, H_2O); 4) $ClCH_2$-COOH (KOH, H_2O); 5) $(CH_3CO)_2O$; 6) C_6H_5COCl (NaOH, H_2O). Наведіть продукти реакцій.
58. Порівняйте хімічні властивості фенолу і бензилового спирту. Як вони відносяться до реагентів: 1) Na; 2) NaOH (H_2O); 3) CH_3COOH (H_2SO_4); 4) PCl_5; 5) CH_3COCl? Наведіть рівняння реакцій.
59. Порівняйте реакційну здатність бензену і фенолу в реакціях електрофільного заміщення. Наведіть реакції та умови нітрування, бромування і сульфування фенолу.
60. Напишіть реакції фенолу з реагентами: 1) H_2 (Ni), 170°C; 2) CrO_3, H_2O; 3) HNO_3, CH_3OH; 4) $NaNO_2$, H_2SO_4 розв.; 5) H_2SO_4 конц. при 100°C. Назвіть продукти реакцій.
61. Які сполуки називають альдегідами, а які кетонами? Що є спільного і яка відмінність у їх будові?
62. Які види ізомерії характерні для аліфатичних карбонільних сполук? Запишіть формули усіх ізомерних карбонільних сполук загального складу $C_5H_{10}O$ і назвіть їх за систематичною і тривіальною (альдегіди) або раціональною (кетони) номенклатурою.
63. Отримайте пропаналь і пропанон: окисненням відповідного спирту, дегідруванням відповідного спирту, з дигалогеноалкану, піролізом кальцієвих солей карбонових кислот.
64. Отримайте пропаналь оксосинтезом, етаналь і пропанон з алкіну реакцією Кучерова.

65. Зобразіть електронну будову карбонільної групи. У якому гібридизованому стані міститься у ній атом карбону? Які електронні ефекти простежуються в молекулах альдегідів і кетонів?
66. Які типи реакцій характерні для альдегідів і кетонів для карбонільної групи? Запишіть для етаналю і пропанону рівняння реакцій: з воднем, з синильною кислотою, з метанолом, з гідросульфітом натрію, з пентахлоридом фосфору, з гідроксиламіном, з фенілгідразином. Вкажіть тип кожної з реакцій. Що легше вступає у ці реакції – альдегід чи кетон? Чому?
67. Які реакції характерні для аліфатичних альдегідів і кетонів для вуглеводневого радикалу? Запишіть рівняння реакцій хлорування пропаналю і бутанону. У яке положення ідуть ці реакції і чому?
68. За допомогою яких реакцій можна відрізнити альдегіди від кетонів? Запишіть рівняння цих реакцій для етаналю.
69. Завдяки чому і в яких умовах ідуть реакції альдольної і кротонової конденсації? Запишіть рівняння цих реакцій для пропаналю.
70. Який з альдегідів найлегше вступає у реакцію полімеризації? Запишіть рівняння реакції. Як називають розчин цього альдегіду у воді?
71. Які сполуки називають карбоновими кислотами? Як їх поділяють залежно від будови вуглеводневого радикалу і кількості карбоксильних груп?
72. Запишіть формули насичених одноосновних кислот до C_5 та назвіть їх. Які кислоти відносять до вищих? Запишіть формули і назвіть дві вищі насичені одноосновні кислоти.
73. Який вид ізомерії характерний для насичених одноосновних кислот? Запишіть формули усіх ізомерних кислот загального складу $C_5H_{10}O_2$ і назвіть їх.
74. Отримайте пропанкарбонову кислоту: окисненням спирту, з алкену оксосинтезом, з галогеноалкану через нітрил, з галогеноалкану через магнійорганічну сполуку.
75. Відобразіть електронну будову карбоксильної групи. У якому гібридизованому стані міститься атом карбону? Які електронні ефекти простежуються у карбоксильній групі?
76. Який електронний ефект проявляє карбоксильна група по відношенню до вуглеводневого радикалу? Як впливає будова вуглеводневого радикалу на кислотні властивості кислот?
77. Які типи реакцій характерні для карбонових кислот? Запишіть для пропанкарбонової кислоти рівняння реакцій: з цинком, з гідроксидом калію, з етанолом, з пентахлоридом фосфору, з амоніаком (під час нагрівання), з хлором. Назвіть продукти реакцій і вкажіть тип кожної з них.
78. Які сполуки відносять до функціональних похідних кислот? Запишіть формули метилового естеру, хлорангідриду, аміду і ангідриду бутанової кислоти.
79. Які типи реакцій найхарактерніші для функціональних похідних кислот? Які з них є добрими ацилюючими реагентами? Запишіть для них рівняння реакцій ацетилювання етанолу, аміноетану. Яке промислове використання мають мурашина і оцтова кислоти?
80. Які сполуки називають ненасиченими одноосновними кислотами? Запишіть формули двох найважливіших ненасичених одноосновних кислот і назвіть їх.
81. Запишіть формули і назвіть три вищі непасичені одноосновні кислоти.
82. Отримайте пропенову кислоту: з ацетилену, з оцтового альдегіду.
83. Які типи реакцій характерні для ненасичених кислот для карбоксильної групи і для вуглеводневого радикалу? Запишіть для пропенової кислоти рівняння реакцій: з гідроксидом натрію, з метанолом, з пентахлоридом фосфору, з бромом, з водою, з бромистим воднем. Назвіть продукти реакцій і назвіть тип кожної з них.
84. Як ідуть реакції приєднання для α,β-ненасичених кислот? Чому?
85. Запишіть рівняння реакцій полімеризації акрилової кислоти, метилакрилату, акрилонітрилу.
86. Які сполуки називають жирами? Які з них тверді, а які рідкі (олії)? Запишіть формули твердого жиру і олії.
87. Запишіть рівняння реакцій: гідрогенізації триолеїнату гліцерину, омилення тристеарату гліцерину. Для чого використовують ці реакції?
88. Які сполуки називають милами? Чим зумовлюється миюча здатність мила?
89. Які сполуки називають двоосновними насиченими кислотами? Запишіть формули і назвіть перші п'ять гомологів цього класу сполук.
90. Отримайте малонову кислоту: окисненням гліколю, з дибромометану, з оцтової кислоти.
91. Яка з кислот має сильніші кислотні властивості: оцтова чи щавлева? Малонова чи адипінова? Чому?
92. Які два ряди похідних і залежно від чого утворюють двоосновні кислоти? Поясніть на прикладі взаємодії малонової кислоти: з гідроксидом натрію, з етанолом, з амоніаком (під час нагрівання).

93. Які особливості двоосновних кислот порівняно з одноосновними? Як вони ведуть себе під час нагрівання вище від температур топлення?
94. Якими властивостями відрізняється малонова кислота та її похідні від інших двоосновних кислот? Чому?
95. Отримайте з діетилового естеру малонової кислоти 3-метилбутанову та бутандіову кислоти.
96. Які реакції називають реакціями поліконденсації? Отримайте реакцією поліконденсації з адипінової кислоти поліестер і поліамід. Яке промислове використання мають двоосновні кислоти?
97. Які сполуки називають ненасиченими двоосновними кислотами? Запишіть формули і назвіть два представники цього класу сполук.
98. Якими хімічними властивостями відрізняються малеїнова кислота від бурштинової? Малеїнова кислота від фумарової? Чому? Запишіть рівняння реакцій, що підтверджують ці властивості.
99. Яка з кислот стійкіша і чому: малеїнова чи фумарова?
100. Напишіть структурні формули кислот: 1) бензойна; 2) фталева; 3) ізофталева; 4) терефталева; 5) 1,2,4-бензентрикарбонова; 6) *о*-толуїлова; 7) фенілоцтова; 8) 3-фенілпропенова. Вкажіть на ароматичні і жирноароматичні кислоти.
101. Напишіть структурні формули функціональних похідних карбонових кислот: 1) толуїлхлорид; 2) бензамід; 3) ціанобензен; 4) ацетилсаліцилова кислота (аспірин); 5) імід фталевої кислоти (фталімід); 6) пероксид бензоїлу; 7) фталевий ангідрид.
102. Напишіть реакції та вкажіть умови одержання бензойної кислоти з речовин: 1) толуену; 2) бромобензену через магнійорга-нічну сполуку; 3) бензилового спирту; 4) бензальдегіду; 5) ацетофенону; 6) бензонітрилу; 7) бензентрихлориду; 8) фталевої кислоти.
103. Отримайте терефталеву кислоту з речовин: 1) *п*-ксилену; 2) толуену (карбонілюванням з наступним окисненням); 3) карбоксилюванням солі бензойної кислоти. Який із названих методів має промислове використання?
104. Одержіть хлористий бензоїл у одну стадію з таких речовин: 1) бензойної кислоти; 2) бензену; 3) бензальдегіду.
105. Охарактеризуйте взаємний вплив карбоксильної групи і бензенового ядра. Які електронні ефекти проявляє карбоксильна група?
106. Охарактеризуйте вплив електронодонорних та електроноакцепторних замісників на кислотні властивості заміщених бензойних кислот.
107. Напишіть реакції *п*-толуїлової кислоти з реагентами: 1) Na_2CO_3; 2) $Cu(OH)_2$; 3) NH_3; 4) PCl_5; 5) $SOCl_2$; 6) Br_2 (світло); 7) HNO_3 (H_2SO_4); 8) H_2SO_4; 9) C_4H_9OH (H^+); 10) CH_3MgI.
108. Напишіть реакції взаємодії бензоїлхлориду з сполуками: 1) H_2O (NaOH); 2) NH_3; 3) C_2H_5OH; 4) C_6H_5OH; 5) $C_6H_5NH_2$; 6) $C_6H_5CH_3$ ($AlCl_3$).
109. Напишіть реакції бензаміду із сполуками: 1) H_2O (H^+), t; 2) Br_2 (KOH); 3) $LiAlH_4$, потім H_2O (H^+). Назвіть продукти реакцій.
110. Напишіть реакції ціанобензену з реагентами: 1) H_2O (H^+), t; 2) C_2H_5MgBr, потім з H_2O; 3) $LiAlH_4$, потім з H_2O (H^+); 4) Br_2 ($AlCl_3$). Назвіть продукти реакції.

Контрольні запитання до змістового модуля 3

1. Які сполуки називають гідоксикислотами? Як їх поділяють залежно від кількості груп –COOH і –OH? Запишіть формули найпростіших гідроксикислот різного типу і назвіть їх.
2. Які види структурної ізомерії характерні для одноосновних двоатомних гідроксикислот? Запишіть формули усіх ізомерних гідроксикислот загального складу $C_4H_8O_3$ і назвіть їх.
3. Який вид просторової ізомерії простежується у багатьох гідроксикислотах? Чим він зумовлений? Для якої з гідроксикислот він характерний: α-гідроксипропіонової чи β-гідроксипропіонової? Чому? Запишіть проекційні формули просторових ізомерів цієї кислоти.
4. Які стереоізомери називають енантіомерами (оптичними антиподами), а які діастереомерами? Якими властивостями вони відрізняються? Що називають рецематом?
5. Які стереоізомери відносяться до D-ряду, а які – до L-ряду? Запишіть формули D- і L- α-гідроксимасляних кислот.
6. Отримайте гліколеву кислоту з оцтової кислоти, α-гідроксиізомасляну кислоту з ацетону, β-гідроксиізомасляну кислоту з метакрилової кислоти, β-гідроксимасляну кислоту з оцтового альдегіду.
7. Властивості яких класів органічних сполук проявляють гідроксикислоти? Запишіть рівняння реакцій молочної кислоти: з гідроксидом натрію, з натрієм, з етанолом, з бромистим воднем, з

пентахлоридом фосфору, з хлористим ацетилом. Назвіть продукти реакцій і вкажіть тип кожної з них.

8. Як ведуть себе гідроксикислоти у процесі нагрівання вище від температур топлення? Які продукти і залежно від чого під час цього утворюються? Поясніть на прикладах молочної, β-гідроксимасляної і γ-гідроксимасляної кислот.
9. Напишіть структурні формули сполук: 1) формілоцтова кислота; 2) оксоетанова кислота; 3) 4-оксопентанова (левулінова) кислота; 4) метиловий естер гліоксилової кислоти; 5) нітрил піровиноградної кислоти; 6) метиловий естер ацетооцтової кислоти; 7) амід β-кетовалеріанової кислоти; 8) оксим β-кетомасляної кислоти.
10. Синтезуйте піровиноградну кислоту: 1) із ацетилхлориду через нітрил; 2) нагріванням (піролізом) винної кислоти; 3) окисненням відповідної гідрокислоти.
11. Отримайте ацетооцтовий естер із етилацетату. Розгляньте механізм естерної конденсації Кляйзена.
12. Синтезуйте ацетооцтову кислоту і ацетооцтовий естер із дикетену.
13. Дайте визначення поняттю кетоенольна таутомерія. Напишіть енольні форми для ацетону, ацетооцтового естеру, ацетилацетону. Які чинники будови молекули впливають на положення таутомерної рівноваги у β-дикарбонільних сполуках? Поясніть чому вміст енолу в ацетоні менший за 0,001%, у ацетилацетоні – 80%, в ацетооцтовому естері – 7%, а диметилацетооцтовий естер не енолізується.
14. Які реакції характерні для кетонної і енольної форми ацетооцтового естеру?
15. Напишіть схеми реакцій гліоксилової кислоти з реагентами: 1) $NaHSO_3$; 2) HCN; 3) NH_2OH; 4) $[Ag(NH_3)_2]^+OH^-$; 5) надлишок 40%-го NaOH; 6) $NaHCO_3$; 7) C_2H_5OH (H^+). Назвіть продукти.
16. Яких перетворень зазнає ацетооцтовий естер: 1) під час нагрівання з розведеною кислотою; 2) під час дії концентрованого розчину лугу?
17. Напишіть реакцію ацетооцтового естеру з етилатом натрію. Розгляньте будову натрійацетооцтового естеру. Як ця сіль реагує з сполуками: 1) C_2H_5Br; 2) CH_3COCl? Що розуміють під двоїстою реакційною здатністю натрійацетооцтового естеру?
18. Як за допомогою ацетооцтового естеру синтезувати 3-метилбутанову кислоту та ізобутилметилкетон?
19. Як за допомогою ацетооцтового естеру синтезувати пентандіову кислоту та 2,4-гептандіон?
20. Які сполуки називають аліфатичними (жирними) амінами? Які аміни називають первинними, які – вторинними, а які третинними?
21. Які види ізомерії характерні для амінів? Запишіть формули усіх ізомерних амінів загального складу $C_4H_{11}N$ і назвіть їх.
22. Отримайте пропіламін: з 1-бромопропану, з бромоетану, з 1-нітропропану, з аміду відповідної карбонової кислоти.
23. Які властивості виявляють усі аміни? Чому? Запишіть рівняння реакцій етил-, діетил- і триетиламіну: з водою, з хлоридною кислотою, з сульфатною кислотою. Назвіть продукти реакцій.
24. Що є сильнішою основою: амоніак чи етиламін? Чому?
25. Який тип реакцій характерний для первинних і вторинних амінів і не характерний для третинних амінів? Запишіть рівняння реакцій етил- і діетиламіну: з бромоетаном, з оцтовим ангідридом, з хлористим ацетилом. Назвіть продукти реакцій.
26. За допомогою якого реагенту можна відрізнити первинні, вторинні і третинні аміни? Запишіть рівняння реакцій, що під час цього проходять для етил-, діетил- і триетиламіну.
27. Які сполуки називають діамінами?
28. Які сполуки називають амінокислотами? Які види ізомерії для них характерні? Запишіть формули усіх ізомерних амінокислот – загального складу $C_4H_9NO_2$ і назвіть їх.
29. Для якої з амінокислот буде характерна оптична ізомерія: α-аміномасляної чи α-аміноізомасляної? Чому? Запишіть проектційні формули енантіомерів цієї кислоти.
30. Амінокислоти якого типу найпоширеніші у природі? До складу яких сполук вони входять? Які з них називають незамінними?
31. Як поділяють амінокислоти залежно від кількості груп – COOH і – NH_2? Наведіть приклади нейтральних, основних і кислотних амінокислот.
32. Отримайте: гліцин з оцтової кислоти, α-аміноізомасляну кислоту з ацетону, β-аміноізомасляну кислоту з метакрилової кислоти.
33. Чому амінокислоти існують у виді біполярних іонів і мають амфотерні властивості? Запишіть рівняння реакцій, які підтверджують амфотерні властивості гліцину.

34. Що називають ізоелектричною точкою амінокислоти? Як її використовують для виділення індивідуальних амінокислот з їх суміші?
35. Хімічні реакції яких класів органічних сполук характерні для амінокислот? Запишіть рівняння реакцій аланіну: з етанолом, з амоніаком (при нагріванні), з пентахлоридом фосфору, з водометаном, з оцтовим ангідридом, з нітритною кислотою. Назвіть продукти реакцій і назвіть тип кожної з них.
36. Які сполуки утворюють α-амінокислоти з гідроксидом купруму? Поясніть на прикладі взаємодії гідроксиду купруму з аланіном.
37. Як ведуть себе амінокислоти під час нагрівання? Які сполуки, і залежно від чого, під час цього утворюються? Поясніть на прикладах аланіну, β-аміномасляної кислоти, δ-аміновалеріанової кислоти і ε-амінокапронової кислоти.
38. Напишіть структурні формули амінів: 1) анілін; 2) *о*-толуїдин; 3) *м*-метоксианілін (*м*-анізидин); 4) *п*-етоксианілін (*п*-фенетидин); 5) бензиламін; 6) дифеніламін; 7) N,N-диметиланілін; 8) *м*-фенілендіамін; 9) 2-феніл-1-етиламін; 10) бензилфеніламін; 11) трифеніламін. Відмітьте первинні, вторинні та третинні аміни. Які серед них ароматичні, жирноароматичні, аліфатичні?
39. Напишіть рівняння реакцій одержання бензиламіну з речовин: 1) хлористого бензилу; 2) бензонітрилу; 3) бензальдегіду; 4) аміду фенілоцтової кислоти; 5) фенілнітрометану.
40. Напишіть рівняння реакцій отримання аніліну з сполук: 1) нітробензену; 2) хлоробензену; 3) бензаміду. Вкажіть умови реакцій.
41. Розташуйте нижче подані сполуки у порядку зменшення їх головних властивостей: 1) N,N-диметиланілін; 2) анілін; 3) NH_3; 4) метиламін; 5) дифеніламін; 6) трифеніламін. Наведіть пояснення.
42. Напишіть реакції алкілювання амінів: 1) спиртами; 2) алкілгалогенідами; 3) діалкілсульфатами.
43. Напишіть рівняння реакцій ацилювання аніліну з речовинами: 1) оцтовою кислотою (під час нагрівання); 2) мурашиною кислотою; 3) ацетилхлоридом; 4) оцтовим ангідридом.
44. Як реагують з нітритною кислотою речовини: 1) *п*-толуїдин; 2) бензиламін; 3) N-етиланілін; 4) діетиланілін? Напишіть рівняння реакцій і назвіть отримані продукти.
45. Які речовини утворяться під час дії бромної води на сполуки: 1) анілін; 2) 2,4,6-триметиланілін; 3) ацетанілід? Чому під час бромування аніліну утворюється триброманілін, а ацетанілід утворює лише монобромопохідне?
46. Напишіть реакції *п*-бромоаніліну з речовинами: 1) HBr; 2) CH_3Br; 3) HNO_2; 4) C_6H_5-CH=O. Назвіть продукти.
47. Чим відрізняються за будовою діазо- і азосполуки? До якого з цих класів належать такі сполуки: 1) C_6H_5-N≡N^+Cl^-; 2) C_6H_5-N=N-CN; 3) C_6H_5-N=N-C_6H_5; 4) C_6H_5-N=NO^-Na^+; 5) C_6H_5-N≡$N^+BF_4^-$? Серед діазосполук вкажіть солі діазонію. Поясніть такі поняття: азогрупа, діазонієва група. Назвіть вищеподані сполуки.
48. Дайте визначення реакції діазотування. У яких умовах проводять діазотування аніліну? Яка роль мінеральної кислоти?
49. Які типи хімічних перетворень характерні для солей діазонію? Покажіть на прикладі бензендіазонійхлориду.
50. Напишіть реакції йодистого *п*-толілдіазонію з реагентами при 0°C: 1) NaOH (надл.); 2) CH_3COONa; 3) NaCN; 4) $NaBF_4$. Назвіть отримані сполуки.
51. Назвіть сполуки, які утворюються під час нагрівання водного розчину бензендіазонійхлориду в присутності сполук: 1) C_2H_5OH; 2) KI; 3) KSH; 4) Cu_2Cl_2; 5) Cu_2Br_2; 6) CuCN; 7) H_3PO_2.
52. Напишіть схеми одержання: 1) *п*-толуїлової кислоти з *п*-толуїдину; 2) *о*-хлоробензойної кислоти з *о*-толуїдину.
53. Яку реакцію називають азосполученням (азокопуляцією)? Наведіть схеми азокопуляції *п*-нітрофенілдіазонійхлориду з: 1) фенолом; 2) N,N- диметиланіліном. Вкажіть умови перебігу реакцій.
54. Як впливають електронодонорні і електроноакцепторні замісники в ароматичному ядрі діазокатіонів на швидкість реакції азосполучення (на електрофільні властивості діазокатіона)?
55. Напишіть рівняння реакції отримання азобарвника – метилового оранжевого (геліантину) з сульфанілової кислоти і N,N-диметиланіліну.
56. Напишіть структурні формули барвників, якщо відомо, що у процесі відновного їх розщеплення ($SnCl_2$ + HCl) були одержані такі аміни: 1) *п*-толуїдин і *п*-амінофенол; 2) *п*-амінофенол і *о*-амінобензойна кислота.

57. Які сполуки називають вуглеводами або цукрами? Їх значення та поширення у природі.
58. На які групи поділяють вуглеводи залежно від їх відношення до реакції гідролізу?
59. Як поділяють моносахариди залежно від їх будови? Запишіть структурні формули будь-якої альдопентози, альдогексози і кетогексози. За допомогою яких реакцій можна підтвердити їх будову? Запишіть рівняння реакцій.
60. Який вид ізомерії характерний для моносахаридів? Чому? Скільки існує ізомерних альдопентоз? Альдогексоз? Запишіть проекційні формули трьох найважливіших альдопентоз і трьох альдогексоз і назвіть їх.
61. За якою ознакою визначають належність моносахариду до D- чи L-ряду? Запишіть формули D- і L-фруктози.
62. Які моносахариди називають епімерами? Запишіть проекційні формули епімерів D-фруктози і назвіть їх. Відмітьте у формулах фрагменти молекул, які є однаковими для усіх епімерів D-фруктози.
63. Що називають явищем таутомерії? Який вид таутомерії характерний для моносахаридів? Чим зумовлені таутомерні перстворення моносахаридів?
64. Зобразіть проекційними формулами і формулами Хеуорса усі таутомерні форми D-манози. Виділіть у формулах аномерний атом карбону і напівацетальний гідроксил.
65. Які циклічні таутомерні форми моносахаридів називають піранозами, які фуранозами? Які з них називають α-, а які β-формами? Назвіть усі таутомерні форми D-манози.
66. У яких таутомерних формах поширені в природі найважливіші альдогексози? D-фруктоза? D-рибоза? Запишіть їх.
67. Яке явище називають мутаротацією? З чим воно пов'язане? Поясніть на прикладі мутаротації α-D-глюкопіранози.
68. Як отримують моносахариди у промисловості? Унаслідок якого процесу вони синтезуються в природі? Як їх можна одержати синтетично?
69. Властивості яких класів сполук переважно проявляють моносахариди в відкритій (ланцюговій) формі? Запишіть рівняння реакцій D-манози: з воднем, синильною кислотою, гідроксиламіном, фенілгідразином, бромною водою. Вкажіть тип кожної з реакій. З яким з наведених реагентів не буде реагувати D-фруктоза? Чому?
70. Запишіть рівняння реакцій D-глюкози з аміачним розчином оксиду аргентуму. Чи буде ця реакція проходити з D-фруктозою? Чому? Запишіть схему епімеризації D-фруктози.
71. Як відбувається окиснення альдоз у процесі дії на них сильних окисників? Запишіть схему окиснення D-глюкози нітратною кислотою і назвіть продукт реакції.
72. Властивості яких класів сполук проявляють моносахариди у циклічних формах? Яка з груп –ОН у цих формах найреакційноздатніша і може реагувати із спиртами, фенолами, амінами та іншими реагентами?
73. Запишіть рівняння реакцій α-D-глюкопіранози: з хлористим ацетилом, оцтовим ангідридом, йодометаном. Вкажіть тип кожної з реакцій і назвіть продукти реакцій.
74. Які продукти можна отримати унаслідок бродіння D-глюкози під дією різних ферментів? Запишіть схеми їх утворення.
75. Який промислово важливий продукт одержують дегідратацією пентоз? Запишіть схему його утворення.
76. Які вуглеводи відносять до олігосахаридів? Які з олігосахаридів найпоширеніші у природі?
77. Завдяки взаємодії яких функціональних груп моносахаридів можуть утворюватись дисахариди? Поясніть схемами утворення мальтози і трегалози.
78. На які типи поділяють дисахариди за будовою і властивостями? Запишіть формули целобіози і цукрози та вкажіть до якого типу дисахаридів належить кожна з них. Яка з них може реагувати з метанолом? Запишіть рівняння реакції.
79. Для якого з дисахаридів – мальтози чи трегалози буде характерна реакція срібного дзеркала і чому? Запишіть рівняння реакції.
80. Яка з реакцій, у які вступають дисахариди, не характерна для моносахаридів? Запишіть рівняння цієї реакції для целобіози.
81. Яке явище називають інверсією цукру? Чим воно зумовлене? Запишіть рівняння реакції, що зумовлює інверсію цукрози.
82. Які вуглеводи відносять до нецукроподібних полісахаридів або поліоз?
83. Яку будову можуть мати макромолекули поліози? Завдяки взаємодії яких функціональних груп моносахаридів утворюються макромолекули лінійної і розгалуженої будови? Поясніть їх уворення на прикладі α-D-глюкопіранози.
84. Де трапляється у природі крохмаль і яку роль він відіграє?

85. З яких полісахаридів складається крохмаль? Їх вміст у крохмалі і будова.
86. Яка якісна реакція на крохмаль? Що бере в ній участь: амілоза чи амілопектин?
87. Яка з хімічних реакцій крохмалю найбільш промислово важлива? Запишіть постадійну схему цієї реакції і вкажіть, для чого використовують її продукти.
88. Який полісахарид за своєю будовою подібний до амілопектину, але має розгалуженішу будову і більшу молекулярну масу? Де він зустрічається і яку роль він відіграє?
89. Де в природі поширена целюлоза? Чим за будовою вона відрізняється від крохмалю? Запишіть складову ланку целюлози.
90. У чому розчиняється целюлоза? Для чого в промисловості використовують процеси розчинення і осадження целюлози? Який з цих процесів називають мерсеризацією целюлози?
91. Що називають мідним числом целюлози і що ним характеризують? Запишіть рівняння реакцій, що відбуваються у процесі визначення мідного числа целюлози.
92. У яких умовах іде реакція гідролізу целюлози? Запишіть схему реакції.
93. Як отримують етери целюлози? Які з них мають важливе промислове значення? Запишіть схему одержання метил-, етил-, карбоксиметилцелюлози і вкажіть їх використання.
94. Запишіть схеми нітрування, ацетилювання і ксантогенування целюлози і вкажіть на використання продуктів реакцій.
95. Які сполуки відносять до гетероциклічних? Які гетероатоми переважно входять до складу гетероциклічних сполук? За якими ознаками класифікують гетероциклічні сполуки?
96. Які п'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом найважливіші? Запишіть формули і назвіть їх.
97. Як у промисловості одержують фуран?
98. Отримайте з ацетилену і неорганічних реагентів: тіофен, пірол. Одержіть двома способами індол.
99. За допомогою якої реакції один п'ятичленний гетероцикл можна перетворити на інший? Запишіть схему цих перетворень і вкажіть умови їх проходження.
100. Чому п'ятичленні гетероцикли мають ароматичні властивості? Які електронні ефекти простежуються у їх молекулах?
101. Який з гетероциклів – фуран, пірол чи тіофен за своїми властивостями найбільш подібний до бензену? Чому?
102. Чи зберігають п'ятичленні гетероцикли свої ароматичні властивості в сильнокислому середовищі? Чому?
103. У які типи реакцій легко вступають усі п'ятичленні гетероцикли? У яке положення легко ідуть реакції електрофільного заміщення гідрогену для фурану, тіофену і піролу, а у яке – для індолу? Чому? Чи можна проводити ці реакції у сильнокислому середовищі?
104. Запишіть для будь-якого п'ятичленного гетероциклу рівняння реакцій: з ацетилнітратом; з оцтовим ангідридом; бромом; комплексом піридину і SO_3; воднем. Назвіть продукти реакцій і вкажіть тип кожної з них.
105. Які з п'ятичленних гетероциклів проявляють кислотні властивості? Чому? Запишіть рівняння реакцій, що підтверджують це.
106. Які шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом найважливіші? Запишіть формули і назвіть їх.
107. Чому піридин і хінолін на відміну від піролу чи індолу проявляють основні властивості? Запишіть рівняння реакцій, що підтверджують це.
108. Що легше вступає у реакції електрофільного заміщення атомів водню в ядрі – бензен чи піридин? Чому? У яке положення ідуть ці реакції для піридину? Запишіть для піридину рівняння реакцій: нітрування; сульфування; бромування і вкажіть умови їх проходження.
109. У який тип реакцій на відміну від бензену вступає піридин? У яке положення ідуть ці реакції? Чому? Запишіть схему взаємодії піридину: з гідроксидом калію; з амідом натрію. Назвіть продукти реакцій.
110. Які з речовин будуть окиснюватись у разі дії окиснювачів під час нагрівання: піридин, α-метилпіридин (α-піколін), хінолін? Запишіть рівняння реакцій і назвіть продукти.
111. Запишіть рівняння реакції гідрування піридину і вкажіть умови реакції. Що буде сильнішою основою: піридин чи піперидин? Чому?
112. До складу яких природних речовин входять гетероциклічні сполуки?
113. З яких п'ятичленних циклів складається ядро порфіну? Які сполуки називають порфіринами?
114. Завдяки чому порфін і порфірини можуть утворювати комплексні солі з металами? Запишіть схему їх утворення на прикладі комплексної солі магнію.

115. Що являють собою гемін і хлорофіл? Де вони трапляються і яку роль відіграють?
116. Які сполуки відносять до алкалоїдів? Де вони трапляються у природі і яку мають фізіологічну дію?

Автори Олександра МУЛЯК

Юрій ОСТАП'ЮК

"Погоджено"

Голова методичної ради
біологічного факультету

_____ Віталій ГОНЧАРЕНКО

"__" _____ 2022 р.

Гарант ОПП

_____ Ігор Хамар

"30" 08 2022 р.