

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра органічної хімії

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалавр _____
галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)
Спеціальність _____ 162 Біотехнологія і біоінженерія _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ освітньо-професійна програма «Хімія» _____
(шифр і назва)
Спеціалізація _____ біотехнологія _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)
факультет _____ біологічний _____

2023/ 2024 навчальний рік

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра органічної хімії



Робоча програма навчальної дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ бакалавр _____

галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 162 Біотехнологія і біоінженерія _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ освітньо-професійна програма «Біологія» _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ біотехнологія _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ біологічний _____

2023/ 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

“22” червня 2022 року, протокол № 4

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Андрій ДОРОШЕНКО, доктор хімічних наук, професор

Програму схвалено на засіданні кафедри органічної хімії

Протокол № 8 від “28” травня 2022 року

Завідувач кафедри органічної хімії

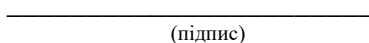


(підпис)

Андрій ДОРОШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) першого (бакалаврського) рівня «Біологія»

Гарант освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) першого (бакалаврського) рівня «Біологія»



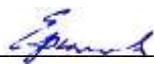
(підпис)

Дмитро ШАБАНОВ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 10 від “21” червня 2022 року

Голова методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Павло ЄФІМОВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ОРГАНІЧНА ХІМІЯ” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – бакалавр спеціальності (напряму) 162 Біотехнологія_і біоінженерія

спеціалізації Біотехнологія

Предметом вивчення навчальної дисципліни є сполуки Карбону з іншими хімічними елементами, такими як Гідроген, Нітроген, Оксиген, Сульфур, галогени, тощо – вуглеводні та їх різноманітні функціональні похідні, методи виділення з природної сировини, синтезу та визначення будови, властивостей, реакційної здатності цих сполук, а також напрямки їх практичного застосування.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Ознайомлення студентів з електронною теорією органічної хімії, механізмами реакцій, стереохімією, широким колом класичних органічних реакцій, розвиток навичок роботи у синтетичній органічній лабораторії. Отримання студентами теоретичних знань і практичних прийомів роботи при розв’язанні наукових завдань органічної хімії біологічно активних речовин на основі сучасних навчальних посібників, а також під час власної роботи в навчальній лабораторії кафедри органічного хімії.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є знайомство слухачів з хімічними особливостями аліфатичних вуглеводнів та їх різноманітних функціональних похідних, потім більш стисло дається інформація по хімії ароматичних сполук. Такий підхід дозволяє ретельно вивчити основні перетворення за участю різних класів органічних речовин. Курс починається з невеличкого історичного екскурсу в органічну хімію, її місця серед інших розділів хімії, знайомства з електронними уявленнями в органічній хімії. Далі вивчаються основні аспекти хімії кожного класу сполук, починаючи з насичених вуглеводнів, для яких даються: номенклатура, методи отримання, фізико-хімічні властивості та практичне значення окремих сполук. Таким же чином вивчаються ненасичені вуглеводні (з подвійним або потрійним зв’язком, спряжені системи), галоїдні похідні, спирти, альдегіди і кетони, кислоти і їхні функціональні похідні, аміни, багатофункціональні сполуки, в тому числі природні амінокислоти, білки та вуглеводи. Завершується курс оглядом хімії ароматичних сполук (також по класам і групам).

Передбачено проведення контрольних робіт, іспиту у вигляді тесту.

1.2.1. Формування наступних загальних компетентностей:

1. Знання та розуміння предметної області та власної професійної діяльності.
2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
4. Здатність працювати у команді.
5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
7. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
9. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

11. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
12. Здатність бути критичним і самокритичним.
13. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей:

1. Здатність застосовувати знання і розуміння інших природничих наук та математики для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.
3. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.
4. Здатність оцінювати ризики.
5. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження та використовувати стандартне хімічне обладнання.
6. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного вивчення.
7. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність).
8. Здатність використовувати основні поняття хімії, основні закони хімії, загальні закономірності перебігу хімічних реакцій, теорію будови атома, теорії хімічних зв'язків, вчення про розчини, загальні відомості про хімічні елементи та їх сполуки у вирішенні конкретних задач хімії відповідно до сучасних потреб.
9. Здатність до роботи у синтетичній органічній лабораторії, вміння коректно інтерпретувати результати фізико-хімічних досліджень органічних сполук.
10. Здатність до розуміння вимог охорони праці та дотримання їх під час праці у лабораторних та промислових умовах.
11. Здатність розуміння актуальних проблем сучасної теоретичної і експериментальної органічної хімії.
12. Здатність користуватись сучасним експериментальним обладнанням, яке може бути застосовано для дослідження молекул, речовин, хімічних процесів та явищ.

1.3. Кількість кредитів - 6

1.4. Загальна кількість годин - 180

| 1.5. Характеристика навчальної дисципліни ОРГАНІЧНА ХІМІЯ | |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Нормативна | |
| Денна форма навчання | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| Рік підготовки | |
| 1-й | 1-й |
| Семестр | |
| 2-й | 2-й |
| Лекції | |
| 30 год. | 6 год. |
| Практичні, семінарські заняття | |
| 0 год. | 0 год. |
| Лабораторні заняття | |
| 60 год. | 8 год. |
| Самостійна робота | |
| 90 год. | 166 год. |
| Індивідуальні завдання | |
| 0 год. | 0 год. |

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні:

знати: методи синтезу та основні взаємоперетворення органічних сполук, механізми найважливіших процесів та теоретичні основи органічної хімії.

вміти: використовувати комплекс лабораторних методів для синтезу та очищення органічних сполук, в тому числі тих, що мають практичне значення.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ.

Сполуки Карбону, їх властивості. Історичний екскурс у розвиток органічної хімії (етапи розвитку, основні теорії). Джерела органічної сировини. Методи добування, очищення та ідентифікації органічних сполук. Основні типи структурних фрагментів: прості та кратні зв'язки, вуглецевий скелет, радикали та функціональні групи.

Електронні уявлення в органічній хімії. Взаємний вплив атомів в молекулі. Хімічний зв'язок як прояв взаємодії атомів в молекулі, σ - та π -зв'язки.

Тема 2. Алкани - насичені вуглеводні.

Гомологічний ряд алканів, номенклатура та ізомерія, алкільні радикали. Природні джерела алканів. Методи одержання. Електронна та просторова будова молекул алканів, їх хімічні властивості. Гомолітичний тип розриву зв'язків. Вільні радикали: фактори, що обумовлюють їх відносну стабільність. Загальна уява про механізм ланцюгових радикальних реакцій заміщення в алканах.

Тема 3. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком.

Поняття про подвійний зв'язок. Енергія утворення подвійного зв'язку, його стереохімія. Номенклатура та ізомерія олефінів. Хімічні властивості подвійного зв'язку $C=C$. Полімеризація алкенів.

Алкїни - вуглеводні з потрійним зв'язком. Номенклатура та ізомерія. Способи утворення потрійного зв'язку, sp -гібридизація. Хімічні перетворення алкїнів. Алкїни як дієнофіли. Кислотні властивості термінальних ацетиленів.

Алкадієни, класифікація, ізомерія. Найважливіші 1,3-дієни та методи їх отримання. Спряження подвійних зв'язків - ефект кон'югації. Хімічні властивості 1,3-дієнів. Полімеризація 1,3-дієнів та її значення в техніці. Природний та штучний каучук.

Тема 4. Ароматичні вуглеводні.

Бензол, його електронна будова. Поняття ароматичності. Номенклатура та ізомерія ароматичних вуглеводнів. Способи одержання. Механізм електрофільного заміщення в бензольному ядрі: σ - та π -комплекси. Електронний вплив різних замісників на спрямування цих реакцій. Реакції приєднання. Окремі представники.

Ароматичні аміни. Класифікація, ізомерія. Методи отримання первинних ароматичних амінів. Феноли. Номенклатура, способи отримання. Електронна будова фенолів. Інші класи ароматичних сполук.

Тема 5. Галогенопохідні вуглеводнів.

Моногалогенопохідні аліфатичних вуглеводнів, їх номенклатура та ізомерія.

Сtereохімія органічних сполук. Хіральність молекул, S- і R-номенклатура. Проекційні формули. Енантіомери та рацемати. Конфігураційні ряди (D- та L-). Діастереомери: трео-, ерітро та мезо-форми. Обертання конфігурації. Асиметричний синтез. Оптична активність сполук, що не мають асиметричного атому Карбону.

Способи утворення зв'язку C-Hal. Особливості утворення зв'язків C-F та C-I. Хімічні властивості моногалогеналканів. Уява про механізми тину S_N1 , S_N2 , E1, E2. Полігалогенопохідні. Хлороформ, CCl_4 .

Тема 6. Спирти та етери.

Способи утворення спиртів. Водневий зв'язок та властивості спиртів. Кислотність та основність спиртів. Окиснення спиртів.

Багатоатомні спирти: етиленгліколь, гліцерин. Нітратні естери багатоатомних спиртів (лікарські препарати та вибухові речовини).

Етери. Їх номенклатура, ізомерія. Методи їх отримання.

Тема 7. Оксосополики (альдегіди та кетони).

Номенклатура. Способи утворення карбонільної групи. Електронна будова групи C=O, її зв'язок з реакційною здатністю. Якісні реакції альдегідів. Нуклеофільні реакції оксосополук. Кето-енольна таутомерія. Циклоолігомеризація та полімеризація альдегідів. Окиснення альдегідів та кетонів. Полімери з формальдегіду. Ацетон та його значення.

Ненасичені альдегіди та кетони.

Тема 8. Карбоксильні (карбонові) кислоти.

Одноосновні аліфатичні кислоти, їх номенклатура. Способи одержання кислот. Природні джерела карбонових кислот. Електронна будова карбоксильної групи. Водневий зв'язок за її участю. Кислотність. Хімічні властивості кислот. Взаємні перетворення функціональних похідних кислот. Вищі карбонові кислоти. Мила. Жири, масла.

Дикарбонові кислоти. Ненасичені карбонові кислоти. Вугільна кислота та її похідні. Сечовина.

Тема 9. Аліфатичні аміни.

Номенклатура, ізомерія, електронна будова аміногрупи. Способи утворення амінів. Основність амінів. Хімічні властивості. Четвертинні солі амонію. Діаміни, їх отримання, значення в промисловості.

Тема 10. Гідроксикислоти.

Загальні способи утворення гідроксикислот. Хімічні властивості. Природні гідроксикислоти.

Тема 11. Амінокислоти та білки.

Номенклатура, ізомерія, способи їх отримання амінокислот. Електронна будова α -аміно-кислот, їх стереохімія, основно-кислотні властивості. Бетаїни. Загальні уявлення про пептиди та білки. Будова білків та їх значення в природі.

Тема 12. Вуглеводи.

Класифікація вуглеводів. Моносахариди: відкрита та циклічна форми. Таутомерія. Реакції за участю моносахаридів, їх взаємоперетворення. Глікозидний гідроксил. Стереохімія моносахаридів: D- та L-ряди, аномери, епімери. Мутаротація вуглеводів.

Сахароза. Крохмаль, целюлоза, їх будова та властивості. Біологічне значення вуглеводів.

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|-----------------|--------------|------|------|------|----|--------------|--------------|------|------|------|-----|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| л | | п | лаб. | інд. | с.р. | л | | п | лаб. | інд. | с.р. | |
| <i>Тема 1. Вступ.</i> | 4 | 2 | | | | 2 | 7 | | | | | 6 |
| <i>Тема 2. Алкани - насичені вуглеводні.</i> | 10 | 2 | | 4 | | 4 | 13 | 2 | | | | 12 |
| <i>Тема 3. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком.</i> | 16 | 4 | | 4 | | 8 | 25 | | | | | 24 |
| <i>Тема 4. Ароматичні вуглеводні.</i> | 20 | 2 | | 8 | | 10 | 26 | | | | | 24 |
| <i>Тема 5. Галогенопохідні вуглеводнів.</i> | 14 | 2 | | 4 | | 8 | 15 | | | | | 14 |
| <i>Тема 6. Спирти та етери.</i> | 14 | 2 | | 6 | | 6 | 13 | | | 2 | | 12 |
| <i>Тема 7. Оксосополики (альдегіди та кетони).</i> | 18 | 4 | | 6 | | 8 | 13 | | | 2 | | 12 |
| <i>Тема 8. Карбоксильні (карбонові) кислоти.</i> | 12 | 2 | | 4 | | 6 | 13 | 2 | | 2 | | 12 |
| <i>Тема 9. Аліфатичні аміни.</i> | 16 | 2 | | 8 | | 6 | 13 | | | 2 | | 12 |
| <i>Тема 10. Гідроксикислоти.</i> | 18 | 2 | | 8 | | 8 | 13 | | | | | 12 |
| <i>Тема 11. Амінокислоти та білки.</i> | 26 | 4 | | 8 | | 14 | 16 | 2 | | | | 14 |
| <i>Тема 12. Вуглеводи.</i> | 12 | 2 | | | | 10 | 13 | | | | | 12 |
| Усього годин | 180 | 30 | | 60 | | 90 | 180 | 6 | | 8 | | 166 |

Проведення лекцій може відбуватися у дистанційному режимі за допомогою платформ ZOOM або Google Meet.

4. Темі лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | Методи роботи в органічній лабораторії: кристалізація | 4 |
| 2 | Методи роботи ...: сублимація | 4 |
| 3 | Методи роботи ...: перегонка з колби Вюрца | 4 |
| 4 | Методи роботи ...: фракційна перегонка | 6 |
| 5 | Методи роботи ...: перегонка з водяною парою | 6 |
| 6 | Методи роботи ...: визначення температури плавлення | 4 |

Продовження таблиці

| | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7 | Методи синтезу органічних сполук: етилформиат (реакція естерифікації) | 8 |
| 8 | Методи синтезу органічних сполук: йодоформ (галоформна проба) | 8 |
| 9 | Методи синтезу органічних сполук: флуоресцеїн (хімія фенолів) | 8 |
| 10 | Методи синтезу органічних сполук: еозин (електрофільне заміщення в ароматичному ряду) | 8 |
| | Разом | 60 |

5. Завдання для самостійної роботи

опрацювання теоретичного лекційного матеріалу, розв'язок домашніх письмових завдань, підготовка до контрольних робіт, підготовка до розширених відповідей за визначеними викладачем темами, підготовка до виконання лабораторних робіт, покрокове планування проходження синтетичних методик, засвоєння правил безпеки, яких треба дотримуватись при виконанні конкретних лабораторних робіт

| № з/п | Види, зміст самостійної роботи | Кількість годин |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <i>Тема 1. Вступ.</i> | 2 |
| 2 | <i>Тема 2. Алкани - насичені вуглеводні.</i> | 4 |
| 3 | <i>Тема 3. Олефіни - вуглеводні з кратним зв'язком.</i> | 8 |
| 4 | <i>Тема 4. Ароматичні вуглеводні.</i> | 10 |
| 5 | <i>Тема 5. Галогенопохідні вуглеводнів.</i> | 8 |
| 6 | <i>Тема 6. Спирти та етери.</i> | 6 |
| 7 | <i>Тема 7. Оксосополики (альдегіди та кетони).</i> | 8 |
| 8 | <i>Тема 8. Карбоксильні (карбонові) кислоти.</i> | 6 |
| 9 | <i>Тема 9. Аліфатичні аміни.</i> | 6 |
| 10 | <i>Тема 10. Гідроксикислоти.</i> | 8 |
| 11 | <i>Тема 11. Амінокислоти та білки.</i> | 14 |
| 12 | <i>Тема 12. Вуглеводи.</i> | 10 |
| | Разом | 90 |

6. Індивідуальні завдання

Не заплановані на денному відділенні.

7. Методи контролю

Опитування, перевірка письмових робіт, захист оформлених лабораторних робіт, екзамен.

8. Схема нарахування балів

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | Разом | Екзамен | Сума |
|-----------------------------------------|-------|--------|-----------|-------|---------|------|
| T1-T4 | T5-T8 | T9-T12 | Практикум | | | |
| 10 | 20 | 20 | 10 | 60 | 40 | 100 |

письмові контрольні роботи враховані у розподілі балів за темами T1-T12

Мінімальна позитивна оцінка на екзамені – 10 балів.

Шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка за національною шкалою |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 90 – 100 | відмінно |
| 70-89 | добре |
| 50-69 | задовільно |
| 1-49 | незадовільно |

9. Рекомендована література

Основна література

1. *Ластухін ЮО, Воронов СА.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, Львів: Центр Європи, 2000.
2. *Чирва ВЯ, Ярмолюк СМ, Толкачова НВ, Земляков ОЄ.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, Київ: Отава, 2009.
3. *Черних ВП, Зименковський БС, Грищенко ІС.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, у 3-х томах. Харків: «Основа», 1993-1997.
4. *Гуляєва НІ, Іщенко ІК, Орлов ВД, Полуянов ВП.* ОРГАНІЧНА ХІМІЯ, в 2-х томах. Харків: ХВУ, ХДУ, ч. 1., 1995.
5. *Черних ВП, Грищенко ІС, Лозинський МО, Коваленко ЗІ.* ЗАГАЛЬНИЙ ПРАКТИКУМ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ, Х.: «Золоті сторінки», 2002.

Допоміжна література

6. *Carey F.A.* ORGANIC CHEMISTRY, 4th Edition, The McGraw-Hill Companies, 2001.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Файл-сервер хімічного ф-ту: <http://www-chemistry.univer.kharkov.ua/uk/node/424>
2. <http://www.haverford.edu/wintnerorganicchem/>
3. <http://www.organic-chemistry.org>
4. <http://www.orgsyn.org>
5. <http://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-12-organic-chemistry-i-spring-2005>
6. <http://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-13-organic-chemistry-ii-fall-2006>
7. <http://www.chem.ucalgary.ca/courses/350/Carey5th/Carey.html>

Зразки екзаменаційних білетів

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет
Спеціальність
біоінженерія

Спеціалізація

Семестр

Форма навчання

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень):

Навчальна дисципліна:

Біологічний
162: Біотехнологія і

Біотехнологія

2

денна

бакалавр

Органічна хімія

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

Прізвище, ім'я та по-батькові _____ Група _____

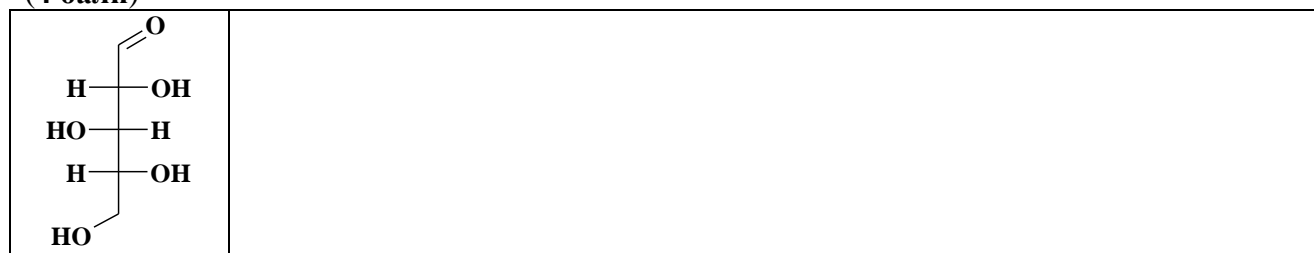
1. Швидке тестування

| № | Питання / Ствердження | Відповідь | |
|----|--------------------------------------------------------------|-----------|----|
| | | так | ні |
| 1 | При гомолітичному розриві хімічного зв'язку утворюються іони | так | ні |
| 2 | Алкани реагують з хлором при ультрафіолетовому опроміненні | так | ні |
| 3 | Алкіни є насиченими вуглеводнями | так | ні |
| 4 | Спирти і етери є структурними ізомерами | так | ні |
| 5 | Спирти і феноли реагують з водним розчином лугу | так | ні |
| 6 | Каталізаторами реакції етерифікації є луги | так | ні |
| 7 | Реакція срібного дзеркала є якісним тестом на кетони | так | ні |
| 8 | Жирні кислоти можуть вміщувати подвійні зв'язки C=C | так | ні |
| 9 | Біуретовий тест використовується для виявлення π-зв'язків | так | ні |
| 10 | Амінокислоти є структурними одиницями протеїнів | так | ні |

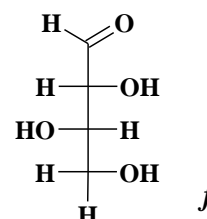
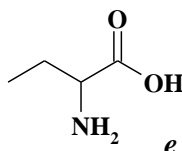
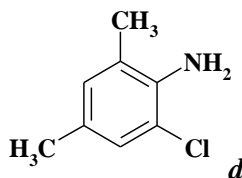
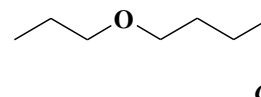
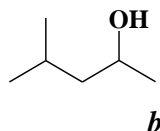
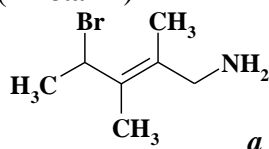
Взагалі (макс. 10): _____

2. Відкриті питання

11. Наведіть проєкційну формулу Хеворта (Haworth) для D-ксилози у формі фуранози (**α-аномер**)
(4 бали)



12. Дайте назви наступним сполукам за правилами IUPAC (з обов'язковим урахуванням їх стереохімії) (12 балів)

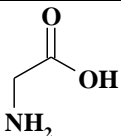
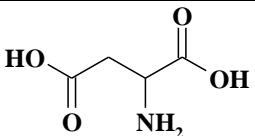
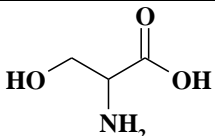


- a) _____
 b) _____
 c) _____
 d) _____
 e) _____
 f) _____

13. Наведіть структурні формули наступних сполук (4 бали):

| цис-3-гексенова кислота | амід γ-амінопентанової кислоти |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| | |

14. Наведіть структурну формулу трипептида Ser-Asp-Gly з використанням формул наведених нижче амінокислот. Назвіть трипептид за правилами IUPAC (3 бали):

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Гліцин, Gly |  Аспарагінова к-та, Asp |  Серін, Ser |
| | | |

У якому діапазоні знаходиться його ізоелектрична точка (підкреслити обраний варіант):
 у **кислому, нейтральному, лужному** (1 бал).

15. Наведіть рівняння наступних хімічних реакцій, дайте назви продуктам, що при цьому утворюються, за правилами IUPAC (6 балів):

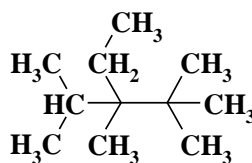
| |
|---------------------------------------------------------------------------------|
| естерифікація масляної (бутанової) кислоти етанолом в кислому середовищі |
| |
| окислення 2-пропантіолу в м'яких умовах ($I_2/C_2H_5OH/H_2O$) |
| |

| | |
|------------------------------|--|
| Сума балів (макс. 40) | |
|------------------------------|--|

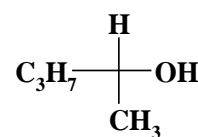
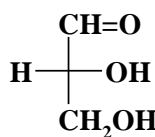
Затверджено на засіданні кафедри органічної хімії, протокол № 10 від 10 травня 2019 р.
 Завідувач кафедри А.О. Дорошенко

Матеріали самостійних робіт
з дисципліни
ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

1. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Наведіть кількість первинних, вторинних, третинних та четвертинних атомів Карбону в молекулі алкану і вкажіть просторову конфігурацію молекули алкену за *цис, транс*-номенклатурою



2. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Встановіть абсолютну конфігурацію їх хіральних центрів (R/S) за правилами Інгольда-Кана-Прелога.



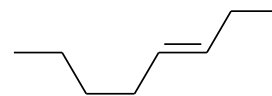
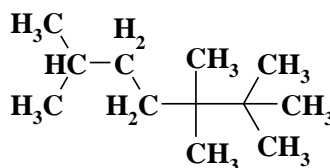
3. Яка сполука утворюється при взаємодії *3-метил-1-бутену* з бромоводнем? Наведіть рівняння реакції, вкажіть її механізм. Отриманий продукт назвіть за номенклатурними правилами IUPAC.

4. З якого ацетиленового вуглеводню можна синтезувати *3-метил-2-гексанон* за реакцією Кучерова? Чи це буде єдиний продукт взаємодії?

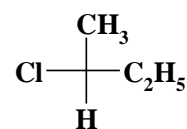
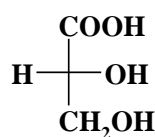
5. Які сполуки утворюються при нагріванні *2-хлорбутану* з KOH 1) у водному, 2) у спиртовому середовищі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

6. Які сполуки утворюються при реакції *2,4-гексادیєну* з бромом 1) при низькій температурі, 2) при підвищеній температурі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

1. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Наведіть кількість первинних, вторинних, третинних та четвертинних атомів Карбону в молекулі алкану і вкажіть просторову конфігурацію молекули алкену за *цис, транс*-номенклатурою



2. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Встановіть абсолютну конфігурацію їх хіральных центрів (R/S) за правилами Інгольда-Кана-Прелога.



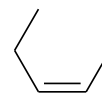
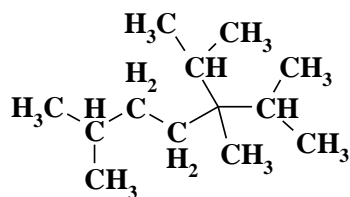
3. Яка сполука утворюється при взаємодії *2-метил-1-бутену* з бромоводнем? Наведіть рівняння реакції, вкажіть її механізм. Отриманий продукт назвіть за номенклатурними правилами IUPAC.

4. З якого ацетиленового вуглеводню можна синтезувати *3-гептанон* за реакцією Кучерова? Чи це буде єдиний продукт взаємодії?

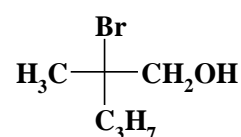
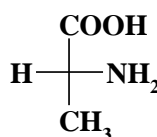
5. Які сполуки утворюються при нагріванні *3-метил-2-бромбутану* з KOH 1) у водному, 2) у спиртовому середовищі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

6. Які сполуки утворюються при реакції *2,3-диметил-2,4-гексادیєну* з бромом 1) при низькій температурі, 2) при підвищеній температурі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

1. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Наведіть кількість первинних, вторинних, третинних та четвертинних атомів Карбону в молекулі алкану і вкажіть просторову конфігурацію молекули алкену за *цис, транс*-номенклатурою



2. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Встановіть абсолютну конфігурацію їх хіральних центрів (R/S) за правилами Інгольда-Кана-Прелога.



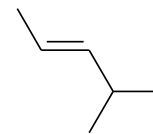
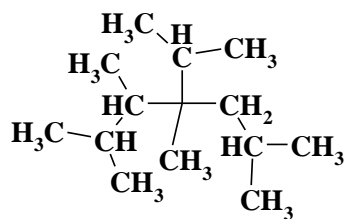
3. Яка сполука утворюється при взаємодії 2-метил-2-пентену з бромоводнем? Наведіть рівняння реакції, вкажіть її механізм. Отриманий продукт назвіть за номенклатурними правилами IUPAC.

4. З якого ацетиленового вуглеводню можна синтезувати 4-метил-3-гексанон за реакцією Кучерова? Чи це буде єдиний продукт взаємодії?

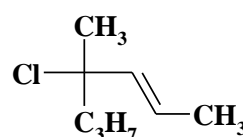
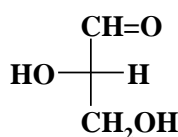
5. Які сполуки утворюються при нагріванні 2-бром-2,3-диметилбутану з KOH 1) у водному, 2) у спиртовому середовищі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

6. Які сполуки утворюються при реакції 2,3-диметил-1,3-пентадієну з бромом 1) при низькій температурі, 2) при підвищеній температурі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

1. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Наведіть кількість первинних, вторинних, третинних та четвертинних атомів Карбону в молекулі алкану і вкажіть просторову конфігурацію молекули алкену за *цис, транс*-номенклатурою



2. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Встановіть абсолютну конфігурацію їх хіральних центрів (R/S) за правилами Інгольда-Кана-Прелога.



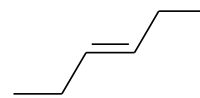
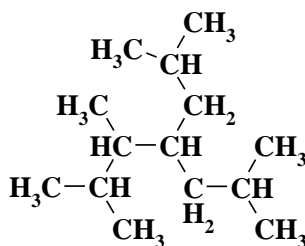
3. Яка сполука утворюється при взаємодії *2,3-диметил-1-бутену* з бромоводнем? Наведіть рівняння реакції, вкажіть її механізм. Отриманий продукт назвіть за номенклатурними правилами IUPAC.

4. З якого ацетиленового вуглеводню можна синтезувати *5-метил-2-гексанон* за реакцією Кучерова? Чи це буде єдиний продукт взаємодії?

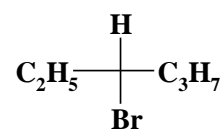
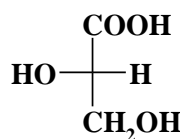
5. Які сполуки утворюються при нагріванні *1-бромбутану* з KOH 1) у водному, 2) у спиртовому середовищі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

6. Які сполуки утворюються при реакції *2,5-диметил-2,4-гексادیєну* з бромом 1) при низькій температурі, 2) при підвищеній температурі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

1. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Наведіть кількість первинних, вторинних, третинних та четвертинних атомів Карбону в молекулі алкану і вкажіть просторову конфігурацію молекули алкену за *цис, транс*-номенклатурою



2. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Встановіть абсолютну конфігурацію їх хіральних центрів (R/S) за правилами Інгольда-Кана-Прелога.



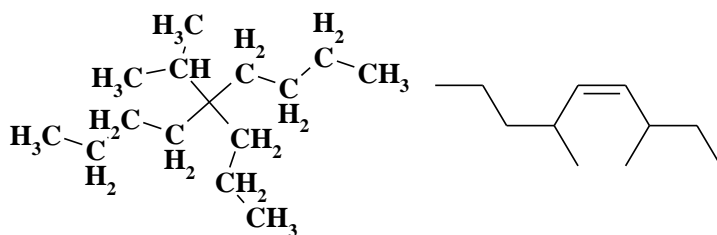
3. Яка сполука утворюється при взаємодії *3-метил-2-гексену* з бромоводнем? Наведіть рівняння реакції, вкажіть її механізм. Отриманий продукт назвіть за номенклатурними правилами IUPAC.

4. З якого ацетиленового вуглеводню можна синтезувати *3,3-диметил-2-бутанон* за реакцією Кучерова? Чи це буде єдиний продукт взаємодії?

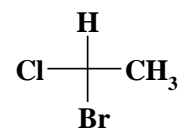
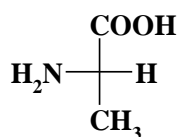
5. Які сполуки утворюються при нагріванні *3-хлорпентану* з KOH 1) у водному, 2) у спиртовому середовищі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

6. Які сполуки утворюються при реакції *2-метил-1,3-пентадієну* з бромом 1) при низькій температурі, 2) при підвищеній температурі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

1. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Наведіть кількість первинних, вторинних, третинних та четвертинних атомів Карбону в молекулі алкану і вкажіть просторову конфігурацію молекули алкену за *цис, транс*-номенклатурою



2. Дайте назву наступним сполукам за номенклатурними правилами IUPAC. Встановіть абсолютну конфігурацію їх хіральних центрів (R/S) за правилами Інгольда-Кана-Прелога.



3. Яка сполука утворюється при взаємодії *2,4-диметил-1-пентену* з бромоводнем? Наведіть рівняння реакції, вкажіть її механізм. Отриманий продукт назвіть за номенклатурними правилами IUPAC.

4. З якого ацетиленового вуглеводню можна синтезувати *4-метил-2-пентанон* за реакцією Кучерова? Чи це буде єдиний продукт взаємодії?

5. Які сполуки утворяться при нагріванні *3-бром-2-метилпентану* з KOH 1) у водному, 2) у спиртовому середовищі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

6. Які сполуки утворяться при реакції *3,4-диметил-2,4-гексادیєну* з бромом 1) при низькій температурі, 2) при підвищеній температурі? Наведіть рівняння реакцій, назвіть отримані продукти за номенклатурними правилами IUPAC.

Зразки опису лабораторних робіт

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Хроматографія

Розділення суміші азобензолу і о-нітроаніліна

Хроматографічну колонку, забезпечену краном або затискачем, закріплюють вертикально в лапці штатива і кладуть на дно шматочок вати. Притримуючи вату скляною паличкою, вливають в колонку 10 мл петролейного ефіру, вату віджимають паличкою для видалення повітря. Потім доливають 15 г добре перемішаної суспензії Al_2O_3 в 40 мл CCl_4 . Кран колонки відкривають і дають суспензії осісти, одночасно зливаючи надлишок розчинника. Кран закривають. Поверх шару носія поміщають шматочок вати.

В колонку вливають розчин 0.1 г суміші азобензолу і о-нітроаніліна (1:1) в 10 мл CCl_4 . Після того як рівень розчину досягне вати, поступово додають елюент, стежачи за тим, щоб в нерухомий носій не потрапив повітря. Через деякий час в стовпчику мають дві зафарбовані зони: верхня (темно-жовта) - о-нітроанілін, нижня (світло-жовта) - азобензол. Після того як нижня фракція буде повністю зібрана, нітроанілін елюють діетиловим ефіром (хлороформом?), змінивши приймач. Зібрані фракції випаровують, визначають масу виділених речовин і їх $T_{\text{пл}}$. Для проведення роботи необхідно сумарно 80 мл CCl_4 і ~ 40 мл діетилового ефіру. $T_{\text{пл}}$ азобензолу 68°C , о-нітроаніліну - 71°C .

Естерифікація



У круглодонну колбу ємністю 100 мл, забезпечену дефлегматором з термометром, низхідним холодильником з алонжем і приймачем, поміщають 20 г 96% -й мурашиної кислоти, 28 мл етилового спирту і додають 5 г безводного CaCl_2 . Реакційну суміш нагрівають на колбонагрівачі до кипіння. Етилформиат відганяється і збирається в приймачі, що охолоджується крижаною водою. Отриманий ефір промивають рівним об'ємом холодної води, 1 М розчином Na_2CO_3 , знову водою, сушать безводним CaCl_2 і переганяють на водяній бані з колби з високим дефлегматором. Вихід 26 г (84% від теоретичного); т. кип. $55^\circ\text{C} / 760$ мм рт. ст. ; n_D^{20} 1.3600.

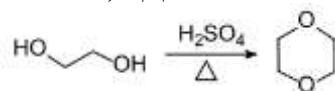
Етерифікація



У трьохгорлу круглодонну колбу ємністю 150 мл, забезпечену магнітною мішалкою, краплинною воронкою і зворотним холодильником з хлоркальцієвою трубкою, поміщають 60 мл абсолютного етилового спирту і поступово додають 3 г металічного натрію. Після того, як весь натрій розчиниться, при інтенсивному перемішуванні прикапують 8.3 мл n-бутилброміду і кип'ятять суміш протягом 1 години на водяній бані. Після охолодження реакційної маси в колбу доливають 40-50 мл води. Органічний шар відокремлюють в ділільній воронці, промивають 20 мл води, висушують над плавленим CaCl_2 і переганяють.

Вихід 6.5 г (82% від теоретичного); $T_{\text{кип}}$ $90-92^\circ\text{C} / 760$ мм рт. ст.; n_D^{20} 1.3810.

1,4-Діоксан



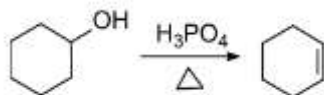
| | | |
|--------------------------------------|--------|----------------------------------|
| Етиленгліколь | 50 г | Синтез проводять у витяжній шафі |
| H ₂ SO ₄ конц. | 4.5 мл | |
| K ₂ CO ₃ | 10 г | |
| KOH | 5 г | |
| Na металічний | 0.3 г | |

У круглодонну колбу ємністю 250 мл, забезпечену дефлегматором з термометром і низхідним холодильником з алонжем і приймачем, поміщають 50 г чистого сухого етиленгліколю, 4.5 мл конц. H₂SO₄ і кидають кілька «кипілок». Вміст колби обережно нагрівають до кипіння. Через деякий час починається відгонка продукту реакції (температура парів 84-88°C). Повільну відгонку ведуть до тих пір, поки при температурі парів 102°C вміст колби не почне різко чорніти і вспінюватися, що супроводжується виділенням сірчастого газу. На цьому нагрівання закінчують. Діоксан висолюють K₂CO₃. Легкий шар відокремлюють за допомогою ділильної лійки і сушать безводним K₂CO₃, а потім - плавленням їдким калі. KOH необхідний для осмолення і видалення ацетальдегіду, присутнього в продукті реакції.

Отриманий діоксан кип'ятять, а потім переганяють над 0.3 г металічного натрію, збираючи такі фракції: I фракція: T_{кип} 98-100°C (предгон); II фракція: T_{кип} 100-103°C (діоксан). Вихід діоксану 19 г (54% від теоретичного), T_{кип} 102-103°C / 760 мм рт. ст.; n_D²⁰ 1.4140.

Алкени

Циклогексен

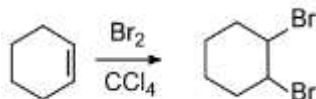


| | | |
|--------------------------------------|------|----------------------------------|
| Циклогексанол | 10 г | Синтез проводять у витяжній шафі |
| H ₃ PO ₄ 85%-я | 5 г | |

У круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену коротким дефлегматором з термометром, низхідним холодильником з алонжем і приймачем, який охолоджують в бані з льодом, поміщають 10 г циклогексанолу, 5 г 85% -й фосфорної кислоти і нагрівають суміш до 120-160°C, відганяючи утворений циклогексен і воду в приймач. Після цього циклогексен відділяють, сушать хлоридом кальцію і переганяють. Отримують 6.6 г (80% від теоретичного), T_{кип} 83°C / 760 мм рт. ст., n_D²⁰ 1.4460.

Галогенопохідні

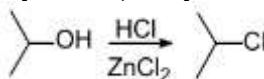
транс-1,2-Дибромциклогексан



| | | |
|----------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Циклогексен | 10 г | Увага! Все шліфи і кран крапельної воронки при роботі з бромом змащуються фосфорною кислотою. Всі роботи з бромом проводяться в витяжній шафі. |
| Бром | 18 г | |
| CCl ₄ або CHCl ₃ | 40 мл | |

У трьохгорлу круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену термометром, мішалкою, краплинної воронкою і зворотним холодильником, поміщають 10 г циклогексену в 30 мл CCl₄ або CHCl₃ і охолоджують розчин до 0°C. При температурі 0-5°C додають при хорошому перемішуванні по краплях розчин 18 г бром у 10 мл того ж розчинника з такою швидкістю, щоб температура підтримувалася в заданому інтервалі і не з'являлася велика концентрація бром у, що не прореагував (до 2 годин). Після закінчення реакції (знебарвлення розчину) відганяють розчинник, продукт промивають водою в ділільній воронці, сушать.

2-Хлорпропан (ізопропілхлорид)



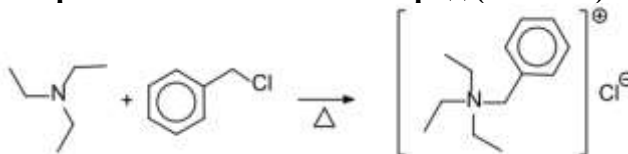
| | |
|-----------------------------|---------|
| Ізопропіловий спирт | 38 мл |
| HCl конц. | 86.4 мл |
| ZnCl ₂ безводний | 136 г |

У двогорлу колбу ємністю 500 мл, оснащену крапельною воронкою і високим дефлегматором з термометром, сполученим з низхідним холодильником з алонжем і приймачем, поміщають 86.4 мл конц. HCl і 136 г хлориду цинку. Приймач охолоджують в бані з льодом. Реакційну суміш нагрівають на плитці і повільно по краплях додають 38 мл ізопропілового спирту. При додаванні починає відганяти фракція з T_{кип} 30-45°C (температура тримається досить стабільно).

При падінні температури відгону можна збільшити швидкість прикапування спирту. Коли температура підніметься до 70°C, нагрівання припиняють. Дистилат промивають 2 рази рівним об'ємом води, потім 5% -м розчином NaHCO₃ до нейтральної реакції, потім знову водою. Сушать безводним CaCl₂ і переганяють. Вихід ізопропілхлориду 28.1 г (72% від теоретичного), T_{кип} 34-36°C / 760 мм рт. ст.; n_D²⁰ 1.3811.

Аміни

Триетилбензиламоній хлорид (ТЕБАХ)

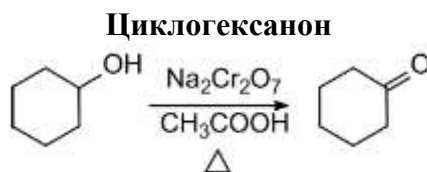


| | | |
|-------------------------------------------|-------|----------------------------------|
| Триетиламін | 14 мл | Синтез проводять у витяжній шафі |
| Бензилхлорид | 30 мл | |
| Диетиловий ефір абс. або петролейний ефір | | |

У круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену зворотним холодильником з хлоркальцієвою трубкою, поміщають 14 мл триетиламіну та 30 мл бензилхлориду (лакриматор!). Реакційну суміш кип'ятять на водяній бані протягом 2 годин, потім охолоджують і додають рівну за обсягом кількість сухого діетилового або петролейного

ефіру. Осад, що випав, фільтрують, ретельно промивають сухим ефіром і висушують у вакуумі при температурі 35-40°C. Вихід солі 22.8 г (кількісний), $T_{пл}$ 183°C.

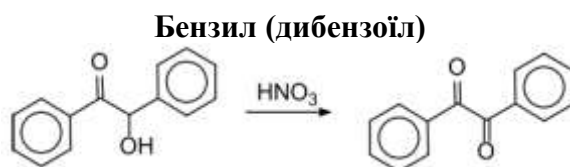
Альдегіди і кетони



| | |
|-----------------------------------------------------------|--------|
| Циклогексанол | 13.5 г |
| Na ₂ Cr ₂ O ₇ моногідрат | 18 г |
| Оцтова кислота льодяна | 30 мл |
| Бензол | 15 мл |
| Ефір | 30 мл |

У 30 мл оцтової кислоти розчиняють при нагріванні 18 г моногідрату біхромату натрію. Розчин охолоджують до 15°C і поміщають в трьохгорлу круглодонну колбу ємністю 250 мл, оснащену магнітною мішалкою, краплинної воронкою, термометром і зворотним холодильником. Потім обережно при перемішуванні додають розчин 13.5 г циклогексанолу в 15 мл бензолу, охолоджений до 15°C. Через кілька хвилин суміш застигає у вигляді жовто-коричневої кристалічної маси (ймовірно, ефір хромової кислоти), яка в ході подальшої екзотермічної реакції перетворюється в чорно-коричневий розчин. Температура реакційної суміші не повинна перевищувати 60°C, для чого в разі необхідності її слід охолоджувати крижаною водою. Після витримання суміші 30 хв. при 60°C реакція закінчується (суміш стає зеленою). Суміш нагрівають ще 10 хв. при 70-80°C і відганяють з неї циклогексанон з водяною парою. Дистилят насичують NaCl, екстрагують ефіром (2×15 мл). Об'єднані ефірні фракції промивають 15 мл 10% -го розчину NaOH і 30 мл води і висушують над Na₂SO₄. Видаляють розчинник, продукт переганяють. Вихід циклогексанону 10 г (76% від теоретичного); $T_{кип}$ 152-156°C / 760 мм рт. ст.; n_D^{20} 1.4520.

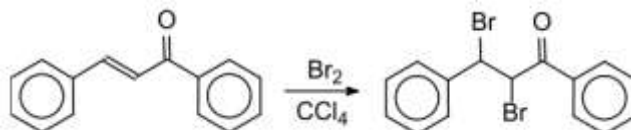
Альдегіди і кетони



| | | |
|------------------------------------|------|----------------------------------|
| Бензоїн | 5 г | Синтез проводять у витяжній шафі |
| HNO ₃ ($d_{20} 1.33$) | 10 г | |

У круглодонну колбу ємністю 100 мл, оснащену зворотним холодильником, поміщають 5 г тонкоподрібненого бензоїну і 10 г конц. HNO₃ (d 1.33 г/см³). Суміш гріють, часто струшуючи, на сильно киплячій водяній бані протягом 2 годин. Після охолодження розбавляють холодною водою, осад, що випав, відфільтровують на воронці Бюхнера і кілька разів промивають водою до нейтральної реакції. Отриманий осад сушать на повітрі і перекристалізують зі спирту. Вихід 4.46 г (90% від теоретичного), $T_{пл}$ 95°C.

**2,3-Дибром-1,3-дифеніл-1-пропанон
(дибромід бензиліденацетофенону)**

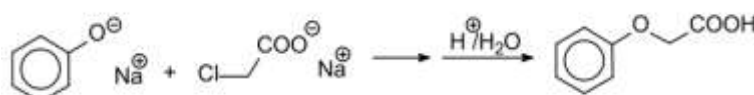


| | | |
|-------------------------------|--------|----------------------------------|
| Бензиліденацетофенон (халкон) | 10.4 г | Синтез проводять у витяжній шафі |
| Бром | 8 г | |
| Етиловий спирт 96%-й | 24 мл | |
| CCl ₄ | 30 мл | |

У трьохгорлу колбу ємністю 100 мл, оснащену мішалкою, крапельною воронкою і зворотним холодильником, поміщають розчин 10.4 г бензиліденацетофенону (халкону) в 30 мл CCl₄, охолоджують колбу льодом і при перемішуванні повільно прикачують 8 г (2.6 мл) бром. Після закінчення додавання бром осад диброміду халкону відфільтровують, промивають на фільтрі гарячим спиртом (2×12 мл) і висушують на повітрі. Вихід 15.5 г (84% від теоретичного), т. пл. 156–157°C.

Кислоти

Феноксиоцтова кислота

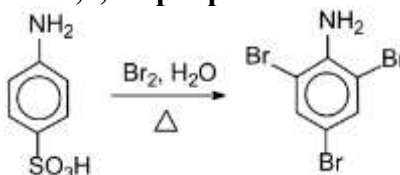


| | |
|------------------------------------------------|-------|
| Фенол | 3 г |
| NaOH, 33%-й розчин | 60 мл |
| Хлорцтова кислота | 8 г |
| Ефір | 20 мл |
| Na ₂ CO ₃ , 10%-й розчин | 40 мл |

До 3 г фенолу, який розчинений в 20 мл 33% водного NaOH, додають 15 мл 50% водного розчину хлорцтової кислоти (необхідно проконтролювати, щоб отримана суміш мала лужну реакцію) і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 1 години. Потім охолоджують до кімнатної температури, підкислюють 10% HCl до pH~1 і екстрагують ефіром (2 порції по 10 мл). Об'єднані ефірні витяжки обробляють 40 мл 10% Na₂CO₃ (обережно! Виділення CO₂), отриману суміш струшують у ділильній воронці. Водну фазу відокремлюють, підкисляють HCl до pH~1. Кислоту відфільтровують, промивають невеликою кількістю води і сушать на повітрі. Вихід близько 3.5 г (72% від теоретичного), T_{пл} 98°C.

Електрофільне заміщення в ароматичному ряду

2,4,6-Триброманілін



| | | |
|----------------------|--------|----------------------------------|
| Сульфанілова кислота | 3.46 г | Синтез проводять у витяжній шафі |
| Бром | 3 мл | |

У двогорлу колбу ємністю 500 мл, оснащену магнітною мішалкою, краплинною воронкою і зворотним холодильником, поміщають розчин 3.46 г сульфанілової кислоти в мінімальному обсязі гарячої води. Потім при інтенсивному перемішуванні до киплячого

розчину прикапують 280 мл бромної води, яка приготовлена розчиненням 3 мл броду в 300 мл води, до появи незникаючого забарвлення броду. При необхідності додають додаткову кількість бромної води. Випадає дрібнокристалічний осад триброманіліну, який відфільтровують і висушують на повітрі. Вихід 6 г (91% від теоретичного), $T_{пл}$ 119–120°C.

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт

з дисципліни

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Енергетична безпека є в сучасному світі одним із основних напрямів діяльності держави в залежності від рівня його економічного розвитку. Важливою складовою цього виду діяльності є добування, транспортування та переробка природного енергетичного сировини – нафти та газу, а також рішення, що виникають при цьому екологічних проблем. Необхідні для виконання завдань в енергетичному секторі фахівці в області екогеохімії нафти і газ повинні мати не тільки високий рівень теоретичної підготовки в основних профільних дисциплінах, але і базовим рівнем практичних навиків у дослідженнях та фізико-хімічному аналізі вуглеводневої сировини на всіх технологічних стадіях від його дослідів до глибокої хімічної переробки.

Лабораторні роботи, виконувані студентами магістерської спеціальності «Екогеохімія нафти і газу» геолого-географічного, хімічного та екологічного факультетів ХНУ в рамках курсу «Хімія вуглеводневих енергоносіїв», є важливим етапом навчального процесу, на якому вдосконалюється теоретична та практична підготовка майбутніх спеціалістів.

Основна задача лабораторного практикуму курсу «Хімія вуглеводневих енергоносіїв» - зміцнення отриманих теоретичних знань та формування експериментальних навиків і прийомів продуктів у лабораторіях з аналізу вуглеводневої сировини та його переробки. Студенти повинні навчитися проводити найбільш поширені види аналізу складу та фізико-хімічних характеристик вуглеводневих енергоносіїв, познайомитися з основними методами їх досліджень, а також навчитися правильно вести записи в лабораторних журналах і працювати з хімічною літературою.

Первинне навчання включає наступні розділи:

1. Основні правила роботи в фізико-хімічній лабораторії, який проводить аналіз вуглеводневої сировини; надання першої допомоги при нечастих випадках.
2. Правила ведення і оформлення лабораторного журналу.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з методів дослідження вуглеводневої сировини і продуктів її переробки.
4. Рекомендована література для самостійної підготовки до здачі колоквиумів і виконання лабораторних робіт.

В описах до лабораторних робіт наведено схеми основних приладів, які застосовуються при аналізі вуглеводневої сировини та продуктів її переробки.

ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ З ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕАТЕРІАЛІВ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Успішна робота в аналітичних лабораторіях, досліджена органічні речовини, можлива лише за умови суворого дотримання встановлених правил роботи, вимоги техніки безпеки та гігієни праці. Режим роботи в лабораторії визначається також основними правилами.

1. Кожен студент повинен працювати на закріпленому за ним робочому місці. Перехід на інше місце без дозволу викладача не допускається.
2. Необхідно працювати в бавовняному халаті. Робоче місце слід містити в чистоті, не загроможувати його посуд і зайвими предметами.
3. У час роботи в лабораторіях слід дотримуватися тишину, порядок і чистоту, не допускати торопливості, безладу та неохайності – вони приводять до невдач в роботі, а іноді – до нечастих випадків з важкими наслідками.
4. Заборонено працювати в лабораторії одному, а також в відсутності викладача або лаборанта. Заборонено відвідування студентів, працюючих в лабораторіях, сторонніми особами.

5. Не можна залишати без огляду горючі газові пальники або включені аналітичні та електроприлади.
6. Категорично заборонено зливати в раковини рідкі органічні речовини, концентровані розчини кислоти та луги. Відроблені речовини необхідно зливати в призначені для них бутили, що знаходяться у витяжному шафі.
7. Слід бережно і правильно користуватись з лабораторним хімічним посудом, приладами та обладнанням, а в разі труднощів – звертатися за порадою до викладача або лаборанта.
8. Забороняється переносити з однієї лабораторії в інші прилади, реактиви та обладнання без дозволу лаборанта.
9. Не можна нагрівати повністю закриті прилади з органічними речовинами.
10. При перегонках не можна наглухо приєднувати прийомний посуд; колбу заповнювати не більш чим наполовину и не відганяти досуха, тобто треба залишати на дні перегонної колби 2-5 мл рідини.
11. При роботі зі скляними приладами забезпечувати обережність, не застосовувати великі сили при збірці та розборці пришліфованих частин приладу.
12. Не можна проводити які б то ні були досліди та реакції в брудному посуді. Посуду слід мити відразу після закінчення синтезу.
13. Після закінчення роботи необхідно включити воду, газ та електроприлади, убрати в належне місце вимитий та висушений посуд, поставити металеві штативи у встановленому місці на столі та витерти поверхню столу.

ПРАВИЛА РОБОТИ З ЛЕГКОЗАЙМІСТИМИ РІДИНАМИ, КИСЛОТАМИ І ЛУГАМИ

Багато органічні речовини є вогненебезпечними, особливо легко загоряються літкі органічними розчинниками – діетиловий ефір, ацетон, спирти (метанол, етанол, пропанол-2), бензол, петролейний ефір та ін. Відомо небезпеки, пов'язаної з роботою з органічними речовинами, велике значення має попередню ознаку властивостей тих речовин, завдяки яким вони передбачають роботу та безпечні прийоми роботи з ними, так як необережність і невиправданість – головні причини нечастих випадків.

1. Не можна нагрівати на відкритому вогні, на сітці, поблизу відкритого полум'я або у відкритих сосудах (колбах) діетиловий ефір, спирти, ацетон, бензол, петролейний ефір та інші горючі та легкозаймісті рідини (ЛВЖ). Вказані речовини дозволено нагрівати з зворотним холодильником або переганяти на водяній або повітряній бані із закритим електрообігрівачем. Ефір краще всього переганяти на водяній бані, яка попередньо нагріта на певній відстані від приладу. Приймник для ефіру не можна поміщати рядом з включеною електропліткою або з горящим газовим пальником.
2. При роботі з ефіром і іншими ЛВЖ необхідно стежити, щоб поблизу не було відкритого вогню. Перед розбіркою приладів, у яких є ЛВЖ, необхідно спочатку потушити горілки, що знаходяться поблизу.
3. Не можна виливати ефір, ефірні розчини та інші ЛВЖ у водопровідні раковини. Для сливи цих речовин мають спеціальні ємності у витяжному шафі.
4. При роботі з їдкими лугами і концентрованими кислотами (сірчаною, азотною, соляною) необхідно надівати захисні окуляри та гумові рукавички.
5. Розбавляти сірчану кислоту можна тільки в термостійкому посуді, приливаючи кислоту до води, а не навпаки, так як відбувається велике виділення тепла і розбризкування.
6. Розчиняти гідроксиди калію і натрію слід в захисних очках, повільно прибавляючи їх до води невеликими порціями. Твердий луг треба брати шпателем або пінцетом, а не руками.
7. Концентровані соляну та азотну кислоти необхідно переливати тільки у витяжному шафі.
8. Всі роботи з бромом можна проводити тільки в витяжній шафі з напівопущеними створками, обов'язково в гумових рукавичках. Перед проведенням роботи з додаванням бром у крапельної воронки необхідно завчасно перевірити герметичність кран воронки.

Видалити змазку та змастити шліф крану краплею концентрованої сірчаної кислотою, потім налити у воронку кілька мл ефіру та перевірити, чи не підтікає кран. Кран повинен бути закріплений резиновим кільцем, щоб запобігати випадковому виведенню його з корпусу воронки.

ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ ОПІКАХ ТА ІНШИХ ЕКСИДЕНТАХ

1. При термічних опіках до обпеченого місця необхідно швидко зробити примочку етиловим спиртом або розчином перманганату калію.
2. При опіках кислотами необхідно відразу промити поживне місце великою кількістю води, а потім 3%-ним розчином бікарбонату натрію.
3. При опіках лугами необхідно обильно промити обпечене місце проточною водою, а потім розбавленим (2-3%-ним) розчином оцтової кислоти і знов великою кількістю води.
4. При попаданні кислоти або лугу в очі необхідно не повільно промити їх великою кількістю води. Потім око необхідно в разі потрапляння кислоти промити розбавленим розчином бікарбонату натрію, а в разі лугу – розчином борної кислоти. Після цього потрібно терміново звернутися до лікаря.
5. При опіках бромом слід швидко змити бром спиртом або розбавленим розчином лугу, а потім спиртом. Після цього поранене місце змазати маззю від опіків.
6. При опіках фенолом обробляють поранене місце спиртом або гліцериним.
7. При порізах склом обов'язково видалити осколки скла з рани, обробити поранене місце спиртовим розчином йоду і перев'язати.

ДІЇ ПРИ ВИНИКНЕННІ ЛОКАЛЬНОГО ВОЗГОРЯННЯ

Вуглеводневі енергоносії та продукти їх хімічної переробки представляють собою, головним чином, досить легко займисті пожежонебезпечні речовини, які потребують певної обережності при роботі навіть з їх невеликими кількостями. Слід пам'ятати, що при зростанні навіть невеликого об'єму ароматичних вуглеводнів (бензолу, толуолу, тощо) лабораторія швидко заповнюється темним димом, що подразнює слизову оболонку та заважає усуненню наслідків займання.

1. При виникненні пожежі необхідно: а) не повільно погасити газові пальники та включити електронагрівальні прилади; б) убрати подальше від вогню всі горючі речовини і склянки з горючими рідинами; в) очаг пожежі спокійно, але швидко засипати піском або потушити полум'я за допомогою вуглекислотного вогнегаснику.
2. Не можна заливати водою, заправлені легкими займистими рідинами (нафтовий ефір, бензин, керосин та інші продукти переробки нафти, бензол, діетиловий ефір, толуол, гексан тощо), так як це в багатьох випадках призводить до розтікання полум'я та розширення зони пожежі.
3. При поширенні возгорання та неможливості загасити його власними силами, необхідно викликати пожежну частину по телефону 101.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ СТУДЕНТАМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РОБІТ

Лабораторний практикум з хімії вуглеводневих енергоносіїв складається з 10 лабораторних робіт, які виконуються на обладнанні різної складності, в тому числі, розташовуються в різних лабораторіях хімічного факультету ХНУ. Перед початком виконання лабораторної роботи проводиться навчання викладачів із студентами (приймається допуск до роботи) і видається завдання на навчання дослідження конкретного сполуки (зразку) з визначенням його вихідного обсягу. Після отримання рішення на

продовженні роботи студент представляє викладачу лабораторний журнал, де приводяться всі необхідні розрахунки, плани роботи та рисунки (схеми) необхідних приладів.

Пристаюючи до виконання лабораторної роботи необхідно:

А. Уявити техніку і методику виконуваної роботи.

Б. Впевнитись в правильності зборки приладу; прослідити, щоб внутрішній простір частин приладів, що нагріваються, завжди був з'єднаним з атмосферою. Показати зібраний і готовий до роботи прилад викладачу або лаборанту.

В. Перевірити відповідність взятих навісок речовин, зазначеним в описі роботи.

Г. Всі стадії проведення аналізу, можливі побічні процеси, властивості вихідних речовин і кінцевих продуктів, технічні прийоми роботи повинні бути з'ясовані до початку експерименту.

Виконання вказаних правил не тільки забезпечує особисту безпеку працюючого, одночасно воно є проявом турботи про безпеку, що знаходиться поруч товариша.

По завершенню дослідів та проведенню необхідних розрахунків лабораторна робота оформлюється відповідно до наведених нижче освітніх закладів і складається викладачем, який з'ясовує, завдяки чому студент вільно орієнтується в теоретичних основах проведених експериментів, у методах роботи з використанням обладнання та математичною обробкою отриманих численних результатів.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ В ЛАБОРАТОРНОМУ ЖУРНАЛІ

При виконанні лабораторних робіт слід вести лабораторний (робочий) журнал, в який записуються всі розрахунки, спостереження, результати дослідів і схеми приладів. Перед виконанням експериментальної синтетичної роботи необхідно:

А. Записати в лабораторному журналі порядковий номер, назву лабораторної роботи, вихідне число аналізованих речовин, літературний джерело, з якого взята методика проведених експериментів; указати дату і час початку проведення експериментів.

Б. Якщо необхідно, записати рівняння хімічних реакцій, з вказанням проміжних продуктів і можливих побічних реакцій, якщо такі є місце.

В. Здійснити розрахунок кількості вихідних речовин (якщо викладачем запропоновано інші кількості, аніж зазначено в посібнику).

Г. У лабораторному журналі давайте детальніше опис плану проведення аналізу, який не повинен бути простим переписуванням методики із практикуму. У плані обов'язково приводяться рисунки або схеми необхідних приладів і встановлюється порядок зборки приладів, підготовка та послідовність завантаження вихідних реактивів, послідовність проведення досліджень, опис умов проведення експериментів, характерні особливості (змінення кольору, розігрівання, виділення газу, тощо).

У лабораторному журналі необхідно точно відобразити особисте спостереження і відхилення від методики, якщо вони були. Слід вказати тривалість окремих операцій і ту стадію роботи, на якій вона була перервана, а також скільки часу продовжувався перерив.

По закінченню експериментальної роботи отриманий препарат (якщо результат дослідження є розділеним або модифікацією компонентів вихідного сировини) представляється викладачем разом із записами в лабораторному журналі. Для оформлення роботи по синтезу органічних речовин в лабораторному журналі використовується форма, представлена нижче.

ФОРМА І ПОРЯДОК ЗАПИСІВ В ЛАБОРАТОРНОМУ ЖУРНАЛІ

Робота №

Назва:

Літературне джерело (прізвища та ініціали авторів, назва першоджерела, видавництво, рік видання, сторінки).

Роботу розпочато

Рівняння реакції (при необхідності)

Матеріальний баланс (розрахунок кількості вихідних речовин, а також необхідних для роботи розчинників і реагентів)

Опис ходу проведення експериментів.

1.
2.
3.
4.

Схема приладу (рисунок).

Проведення необхідних розрахунків, аналіз отриманих даних

Основні фізико-хімічні характеристики та вихід готового продукту (за необхідності)

Закінчення роботи:

(Підпис викладача, який підтверджує здачу готового зразку та залік роботи).