

Форма № Н - 3.04

Затверджено Вченою Радою ОНУ
імені І.І. Мечникова
від “___” _____ 20__ р. №___

Одеський національний університет ім. І.І Мечнікова

(повна назва вищого навчального закладу)

Кафедра органічної хімії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор

“___” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

_____ (шифр і назва навчальної дисципліни)
напряму підготовки 6.040102 біологія
_____ (шифр і назва напряму підготовки)
для спеціальності 8.070402 біологія
_____ (шифр і назва спеціальності (тей))
спеціалізації _____
_____ (назва спеціалізації)
інституту, факультету біологічний
_____ (назва інституту, факультету)

Кредитно-модульна система
організації навчального процесу

Органічна хімія

2012 – 2014

«Органічна хімія». Робоча програма навчальної дисципліни для студентів за напрямом підготовки 6.040102, спеціальністю біологія. „___” _____, 20__.- __ с.

Розробник:

Колянковський Олександр Олександрович, доцент кафедри органічної хімії, кандидат хімічних наук, доцент.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри органічної хімії

Протокол № 3 від “21” листопада 2011 р.

Завідувач кафедри органічної хімії

_____ д.х.н., проф. Волошановський І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією за напрямом підготовки

6.040101- хімія
_____ (шифр, назва)

Протокол № 7 від. “16” лютого _____ 2012 р.

Голова _____ к.х.н., доц. Солдаткіна Л.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

© Колянковський О.О., 2012
© ОНУ ім. І.І.Мечникова,
2012

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 6	Напрямок підготовки 6.040102 біологія (шифр і назва)	денна форма навчання
Модулів – 3	Спеціальність (професійне спрямування): 8.070402 біологія (шифр і назва)	Рік підготовки: II-й
Змістовних модулів - 5		Семестр 3-й
Загальна кількість годин -222		Лекції 50год.
Тижневих годин для денної форми навчання аудиторних -10 самостійної роботи студента-8,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Бакалавр	Лабораторні 72год.
		Самостійна робота 100год.
		ІНДЗ: 18год.
		Вид контролю: Залік

2. МЕТА ТА ЗАДАЧІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ “ОРГАНІЧНА ХІМІЯ”

2.1. Мета викладання дисципліни

Метою даного курсу є вивчення основних теоретичних положень органічної хімії, вивчення хімічних властивостей представників основних класів органічних сполук.

2.2. Задачі вивчення дисципліни

- а) формування у студентів цілісної уяви про органічну хімію як науку та її місце серед інших природознавчих дисциплін;
- б) знайомство з основними теоретичними положеннями органічної хімії з урахуванням останніх досягнень науки;
- в) розкриття загальних принципів оцінки реакційної здатності та розуміння механізмів реакцій, покладених в основу цілеспрямованого синтезу органічних сполук із заданими властивостями;
- г) розкриття прикладних аспектів сучасної органічної хімії, шляхів та методів використання її досягнень у медико-біологічній практиці.

2.3. У результаті вивчення даного курсу студент повинен

- **знати** номенклатуру, класифікацію, будову органічних сполук, основні методи синтезу та хімічні властивості основних класів органічних сполук;
- **вміти** визначати фізичні константи органічних сполук;
- **вміти** самостійно провести якісний елементний аналіз органічної сполуки (відкриття вуглецю, водню, сірки, азоту, галогенів);
- **вміти** проводити якісні реакції на кратний зв'язок та основні функціональні групи (галоген, аміногрупу, спиртовий та фенольний гідроксил, альдегідну, кетонну, карбоксильну групу);
- **вміти** провести синтез органічної сполуки за відомою методикою.

1. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні поняття органічної хімії, електронні уявлення в органічній хімії

Предмет та основні напрямки розвитку органічної хімії. Джерела органічної сировини. Розвиток теоретичних уявлень в органічній хімії, теорія будови органічних сполук О.М.Бутлерова.

Будова атому, типи хімічного зв'язку (йонний, ковалентний, семіполярний, водневий). Гібридизація атомних орбіталей, ковалентні σ - та π - зв'язки. Основні характеристики ковалентного зв'язку (полярність, поляризуємість, довжина, спрямованість, енергія).

Ефекти електронних зсувів в молекулах органічних сполук (індуктивний та мезомерний ефекти, гіперкон'югація). Локалізований та делокалізований хімічний зв'язок.

Класифікація органічних сполук, принципи їх номенклатури. Ізомерія органічних сполук (структурна, геометрична, оптична та поворотна ізомерія). Класифікація реакцій за їх наслідком (заміщення, приєднання, елімінування, перегрупування), за типом розриву зв'язку (гомолітичні і гетеролітичні реакції), за природою реагентів (електрофільні, нуклеофільні, радикальні).

Змістовий модуль 2. Вуглеводні

Алкани, циклоалкани. Номенклатура та ізомерія алканів. Методи синтезу алканів: гідрування ненасичених вуглеводнів, відновлення різних класів органічних сполук, реакція Вюрца, декарбоксілювання та електроліз солей карбонових кислот (реакція Кольбе), гідроліз магнійорганічних сполук. Хімічні властивості алканів. Гомолітичний тип розриву зв'язку (гомоліз). Механізми вільнорадикальних реакцій в алканах: галогенування, сульфохлорування, нітрування. Реакційна здатність та вибірковість (регіоселективність) при реакціях радикального заміщення. Реакції окиснення, дегідрування та крекінгу.

Алкени, алкіни, алкадієни. Номенклатура, ізомерія, електронна будова ненасичених вуглеводнів. Поняття про локалізовані та делокалізовані зв'язки. Просторова ізомерія алкенів та алкадієнів. Методи синтезу алкенів, алкінів, алкадієнів: дегідрування, дегідрогалогенування, дегалогенування, дегідратація спиртів, часткове гідрогенування алкінів, карбідний та піролітичний методи отримання ацетилену. Хімічні властивості алкенів, алкінів, алкадієнів. Реакції приєднання: галогенування, гідрування, гідратації та гідрогалогенування. Механізм електрофільного приєднання, регіо- та стереоселективність реакцій АЕ. Правило Марковнікова та його сучасна інтерпретація. Обернення орієнтації приєднання бромоводню (за Карашем) як наслідок зміни механізму

(AR). 1,2- та 1,4-приєднання до кон'югованих алкадієнів. Реакції окиснення: епоксидування (реакція Прилежаєва), гідроксилування (реакція Вагнера), озоноліз. Полімеризація. Каталітичне приєднання CO та водню до алкенів. Алільне галогенування алкенів. Нуклеофільне приєднання до потрійного зв'язку (спиртів, карбонових кислот, ціановодню). Кислотні властивості термінальних ацетиленів. Ацетиленіди металів. Дієновий синтез як приклад реакції циклоприєднання.

Ароматичні сполуки (арени). Бензол та його гомологи: толуол, ксилоли, кумол. Номенклатура, ізомерія ароматичних сполук. Електронна будова бензольного кільця. Поняття про ароматичність, правило Хюккеля. Ароматичні гетероциклічні сполуки. Методи синтезу бензолу та його гомологів: тримеризація ацетилену та його гомологів, дегідрогенування циклоалканів, дегідроциклізація алканів, декарбоксілювання солей карбонових кислот, алкілування (реакції Вюрца-Фіттіга, Фріделя-Крафтса). Хімічні властивості аренів, реакції електрофільного заміщення (галогенування, нітрування, сульфонування, алкілування, ацилювання). Механізм реакцій електрофільного заміщення в ароматичному кільці, вплив замісників в бензольному кільці на ізомерний склад продуктів і швидкість реакції (правила орієнтації та їх теоретичне обґрунтування). Згоджена та незгоджена орієнтація. Порядок введення замісників в бензольне кільце. Реакції окиснення бензолу та його гомологів. Реакції приєднання – гідрування та галогенування. Галогенування гомологів бензолу в бензильне положення (SR). Хімічні властивості багатоядерних ароматичних сполук (нафталін, антрацен, фенантрен).

Змістовий модуль 3. Похідні вуглеводнів.

Галогенопохідні аліфатичних та ароматичних вуглеводнів. Моногалогенопохідні аліфатичного та ароматичного рядів, їх номенклатура, ізомерія та електронна будова. Полярність зв'язку C–Hal та її залежність від природи атома галогену та характеру радикала. Способи утворення зв'язку C–Hal: заміщення атому водню, реакції приєднання до кратного зв'язку, заміщення гідроксигрупи. Хімічні властивості моногалогенопохідних: нуклеофільне заміщення атомів галогенів і дегідрогалогенування. Особливості механізмів SN1 та SN2. Сполуки з підвищеною рухливістю атома галогену (аліл- і бензилгалогеніди). Сполуки зі зниженою рухливістю атома галогену (хлорвініл, бромбензол). Реакції відновлення галагенопохідних воднем, їх взаємодія з металами (утворення металоорганічних сполук, реакції Вюрца, Вюрца-Фіттіга). Препаративне використання галогенопохідних для синтезу різноманітних органічних сполук.

Гідроксипохідні вуглеводнів. Одноатомні та багатоатомні спирти і феноли, їх номенклатура, ізомерія та електронна будова. Водневий зв'язок та

його вплив на фізичні властивості та спектральні характеристики цих сполук. Способи одержання гідроксипохідних аліфатичного та ароматичного рядів: гідратація алкенів, гідроліз зв'язку C–Hal, відновлення карбонільної та естерової груп, синтези з використанням металоорганічних сполук, окиснення алкенів, лужне топлення солей сульфокислот, окиснення кумолу. Хімічні властивості спиртів та фенолів: кислотно-основні властивості, заміщення гідроксигрупи при дії галогеноводнів, галогеноангідридів мінеральних кислот, дегідратація. Утворення етерів та естерів з карбоновими кислотами та їх похідними. Реакції окиснення та дегідрування спиртів. Реакції багатоатомних спиртів: утворення комплексів з іонами металів, перетворення в α -оксиди. Реакції фенолів: електрофільне заміщення в бензольному кільці (галогенування, сульфування, алкілування), конденсація фенолів з формальдегідом, гідрування, окиснення. Основні шляхи застосування спиртів та фенолів.

Азотовмісні органічні сполуки. Нітросполуки, класифікація, номенклатура, ізомерія та електронна будова нітрогрупи. Способи одержання нітросполук: нітрування алканів (реакція Коновалова) та аренів, обмін атома галогену на нітрогрупу. Хімічні властивості нітросполук: каталітичне гідрування, відновлення в кислому, нейтральному, лужному середовищах. C–N кислотність і пов'язані з нею властивості аліфатичних нітросполук: галогенування, нітрузування та його використання для ідентифікації нітросполук, що відрізняються будовою алкільного радикала, конденсація з карбонільними сполуками.

Класифікація, ізомерія, номенклатура амінів. Електронна будова аміногрупи, просторова будова амінів.

Способи синтезу амінів, основані на реакціях: а) нуклеофільного заміщення галогено- та гідроксипохідних; б) відновлення нітросполук (реакція Зініна), азотовмісних похідних карбонільних сполук і карбонових кислот; в) перегрупування амідів (реакція Гофмана). Хімічні властивості амінів. Основність і кислотність амінів, їх залежність від природи вуглеводневих радикалів; взаємодія з електрофільними реагентами: алкілування, ацилювання, взаємодія з нітритною кислотою; з бензолсульфохлоридом (реакція Гінсберга). Взаємодія ароматичних амінів з електрофілами: реакція алкілування і сульфування, ацилювання як захисна реакція для подальшого проведення реакцій галогенування і нітрування. Сульфанілова кислота та сульфамідні препарати.

Діазо- і азосполуки. Діазотування ароматичних амінів (реакція Грісса). Електронна будова солей діазонію. Реакції солей діазонію, що відбуваються: а) без вилучення азоту (азосполучення, діазо- і азоскладові, залежність умов

проведення азосполучення від природи азоскладової. Відновлення солей діазонію); б) з вилученням азоту, їх використання для одержання функціональних похідних ароматичних сполук в реакціях нуклеофільного заміщення (феноли, йодбензол) та реакції Зандмейєра.

Змістовий модуль 4. Карбонільні сполуки.

Класифікація карбонільних сполук. Електронна будова карбонільної групи, розподіл електронної густини та його зв'язок з реакційною здатністю різноманітних сполук з карбонільною групою (альдегіди, кетони, карбонові кислоти, естери, аміди, ангідриди та хлорангідриди кислот, солі). Альдегіди, кетони, їх номенклатура та ізомерія. Способи утворення карбонільної групи: озоноліз, каталітичне окислення і дегідратація спиртів, окисне розщеплення гліколів, оксосинтез, гідратація алкінів (реакція Кучерова), гідроліз гемінальних дигалогенопохідних, відновлення хлорангідридів карбонових кислот, піроліз солей карбонових кислот, ацилювання ароматичних вуглеводнів (реакція Фріделя-Крафтса). Хімічні властивості альдегідів та кетонів: нуклеофільне приєднання по карбонільній групі та його механізм. Класифікація нуклеофільних реагентів: основи Льюїса, псевдокислоти, криптооснови. Приклади реакцій нуклеофільного приєднання: а) приєднання основ – гідратація, взаємодія зі спиртами (напівацеталі, ацеталі), бісульфітом натрію, азотовмісними нуклеофілами (аміаком, амінами, гідразином і його похідними, гідроксиламіном); б) приєднання криптооснов – взаємодія з магнійорганічними сполуками, алюмогідридом літію; в) взаємодія з псевдокислотами – приєднання синильної кислоти та ацетилену, альдольно-кратонова конденсація та конденсація зі сполуками, що містять активну метиленову групу (реакція Кневенагеля). Окисно-відновні реакції альдегідів і кетонів: окиснення альдегідів та кетонів до карбонових кислот, каталітичне гідрування карбонільних сполук, реакція Тищенко, амальгамованим цинком та соляною кислотою (реакція Клеменсена), взаємодія альдегідів, що не енолізуються, з лугами (реакція Канніццаро). Циклоолігомеризація та полімеризація альдегідів (триоксан, паральдегід, параформ). Основні шляхи застосування альдегідів та кетонів в органічному синтезі.

Карбонові кислоти та їх похідні. Класифікація, номенклатура, ізомерія карбонових кислот та їх похідних. Просторова ізомерія ненасичених кислот. Електронна будова карбоксильної групи та карбоксилат-аніона. Методи одержання карбонових кислот: окиснення вуглеводнів, спиртів і альдегідів, синтези з використанням магнійорганічних сполук, гідроліз нітрילів та естерів. Хімічні властивості карбонових кислот: кислотність, її зв'язок з електронною будовою карбонових кислот та їх іонів, характером радикала (залежність від характеру та положення замісників в алкільному ланцюзі або бензольному

ядрі). Похідні карбонових кислот: естери, галогенангідриди, ангідриди, амідни, нітрили. Уявлення про механізм взаємоперетворень карбонових кислот та їх похідних, роль кислотного та основного каталізів на прикладі реакцій естерифікації та омилання. Галогенування кислот (реакція Гелля-Фольгарда-Зелінського). Піролітичні перетворення моно-, дикарбонових кислот та їх похідних (дегідратація, декарбоксілювання).

Змістовий модуль 5. Гетерофункціональні сполуки

Гідроксикислоти. Класифікація, ізомерія, номенклатура. Уявлення про стереохімію гідроксикислот з одним та двома хіральними центрами (молочна, яблучна та винна кислоти). Номенклатура оптичних ізомерів (D,L- та R,S-). Загальні методи синтезу, основані на властивостях ненасичених, галогено-, оксо-, амінокарбонових і дикарбонових кислот, багатоатомних спиртів, гідроксиальдегідів і гідроксинітрлів. Синтез β -гідроксикислот за реакцією Реформатського. Синтез ароматичних гідроксикислот, карбоксілювання фенолятів за Кольбе-Шміттом. Хімічні властивості: реакції дегідратації аліфатичних гідроксикислот; одержання етерів та естерів.

Вуглеводи, класифікація і номенклатура. Моносахариди, їх будова та реакції, що застосовуються при її визначенні: відновлення (HI), окиснення (бромною водою, реактивом Толленса), ацилювання, проба Троммера. Стереοізомерія моносахаридів, конфігураційні ряди, кільчасто-ланцюгова таутомерія, реакції, які використовуються для доказу наявності та розміру циклу. Мутаротація. Хімічні властивості моноз: реакції окиснення (з утворенням альдонових, альдарових, цукрових та уронових кислот), відновлення (утворення багатоатомних спиртів), алкілування, утворення фенілгідразонів і озонів, переходи від нижчих моносахаридів до вищих і навпаки (реакції Кіліані-Фішера, Руффа, Воля), взаємоперетворення кетоз в альдози і навпаки, бродіння. Представники дезокси- і аміноцукрів, що входять до складу деяких важливих речовин природного походження (РНК, ДНК, глікопротеїди). Дисахариди. Класифікація (відновні і невідновні дисахариди). Номенклатура. Цикло-оксо-таутомерія відновних дисахаридів і властивості, пов'язані з нею. Мальтоза, целобіоза, лактоза, сахароза, їх будова і властивості. Полісахариди. Крохмаль. Амілоза і амілопектин як складові частини крохмалю, їх будова (α -1,4-глікозидний зв'язок). Властивості крохмалю. Целюлоза, її будова (β -1,4-глікозидний зв'язок), фізичні та хімічні властивості.

Амінокислоти. Класифікація і номенклатура. Структурні типи природних амінокислот, стереохімія і конфігураційні ряди. Синтези з альдегідів і кетонів через ціангідрини (реакція Штреккера-Зелінського), з галогено- та оксокарбонових кислот. Методи синтезу β -амінокислот, основані на реакціях ненасичених і дикарбонових кислот. Хімічні властивості:

кислотно-основні властивості амінокислот; ізоелектрична точка; утворення похідних за карбокси- та аміногрупою; перетворення, що відбуваються при нагріванні амінокислот. Уявлення про пептидний синтез. Білки. Класифікація, методи доказу поліпептидної будови, визначення амінокислотного складу і послідовності амінокислотних фрагментів у поліпептидному ланцюзі.

Гетероциклічні сполуки, їх класифікація. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (фуран, тіофен, пірол), їх будова, залежність ступеня ароматичності від природи гетероатома. Загальні методи синтезу і взаємоперетворення (Юр'єв). Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин, номенклатура та ізомерія похідних. Електронна будова піридину та її зв'язок з хімічними властивостями. Реакції електрофільного заміщення в ядрі піридину (нітрування, сульфонування та галогенування). Реакції нуклеофільного заміщення водню, механізм реакції Чичибабіна. Аналогія в хімічних властивостях піридину і нітробензолу (реакції сульфонування та галогенування). Основність піридинового циклу. Солі піридинію. Реакції відновлення і окиснення

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Основні поняття органічної хімії, електронні уявлення.												
Тема 1. Основні поняття органічної хімії	6	2	-			4						
Тема 2. Електронні уявлення в органічній хімії	12	4	-			8						
Тема 3. Будова і реакційна здатність органічних сполук	24	4	-	12		8						
Разом за змістовим модулем 1	42	10	-	12		20						
Змістовий модуль 2. Вуглеводні												
Тема 4. Алкани, циклоалкани	6	2	-			4						
Тема 5. Алкени, алкіни, алкадієни	18	4	-	6		8						
Тема 6. Ароматичні сполуки (арени).	18	4	-	6		8						
Разом за змістовим модулем 2	42	10	-	12		20						
Змістовий модуль 3. Похідні вуглеводнів												
Тема 7. Галогенопохідні аліфатичних та ароматичних вуглеводнів	12	2	-	6		4						
Тема 8. Гідрокси-похідні вуглеводнів	18	4	-	6		8						
Тема 9. Азотвмісні сполуки	12	2	-	6		4						
Разом за змістовим модулем 3	42	8	-	18		16						
Змістовий модуль 4. Карбонільні сполуки												
Тема 10. Альдегіди. Кетони	18	4		6		8						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 11. Карбонові кислоти та їх похідні	18	4		6		8						
Разом за змістовим модулем 4	36	8		12		16						
Змістовий модуль 5. Гідроксикислоти. Вуглеводи.												
Тема 12. Гідроксикислоти	15	3		6		6						
Тема 13. Вуглеводи	21	5		6		10						
Тема 14. Амінокислоти	18	4		6		8						
Тема 15. Гетероциклічні сполуки	6	2				4						
Разом за змістовим модулем 5	60	14		18		28						
Усього годин	222	50	-	72		100						

5. Теми семінарських занять
(не передбачено навчальним планом)

6. Теми практичних занять
(не передбачено навчальним планом)

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступне заняття. Техніка безпеки в лабораторії органічної хімії. Знайомство з планом роботи, приладами та хімічним посудом	6
2	Якісний елементний аналіз органічних сполук (визначення С, Н, N, S та Hal в органічних сполуках).	6
3	Визначення фізичних констант рідких та твердих речовин (густини, т.кип., n_D^{20} , Т.пл., тонкошарова хроматографія та визначення величини R_f)	6
4	Насичені та ненасичені вуглеводні (синтез та дослідження властивостей алканів, алкенів, алкінів)	6
5	Ароматичні вуглеводні (синтез та дослідження властивостей бензену та толуену)	6
6	Хімічні властивості спиртів та фенолів.	6
7	Якісні реакції на аміносполуки	6
8	Якісні реакції на альдегіди та кетони.	6
9	Якісні реакції на карбонові кислоти та їх похідні	6
10	Якісні реакції на гідроксикислоти та вуглеводи	6
11	Якісні реакції на амінокислоти, білки	6
12	Залікове заняття	6
	Разом	72

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вирішення завдань з номенклатури та ізомерії вуглеводнів	4
2	Вирішення завдань на розподіл електронної густини в молекулах органічних сполук.	8
3	Вирішення завдань на зв'язок між будовою та властивостями органічних сполук	8
4	Вирішення завдань на методи синтезу та хімічні властивості алканів, циклоалканів.	4
5	Вирішення завдань на методи синтезу та хімічні властивості алкенів, алкінів, алкадієнів	8
6	Вирішення завдань на ароматичність циклічних сполук (правило Хюккеля) та методи синтезу і хімічні властивості ароматичних вуглеводнів.	8
7	Вирішення завдань на методи синтезу та хімічні властивості галогенопохідні аліфатичних та ароматичних вуглеводнів.	4
8	Вирішення завдань на номенклатуру, ізомерію, методи синтезу та хімічні властивості спиртів та фенолів.	8
9	Вирішення завдань на методи синтезу та хімічні властивості азотвмісних сполук: нітро-, нітрозосполук, амінів.	4
10	Вирішення завдань на методи синтезу та хімічні властивості альдегідів та кетонів.	8
11	Карбонові кислоти та їх похідні, будова, ізомерія, хімічні властивості.	8
12	Вирішення завдань на будову, ізомерію, методи синтезу та хімічні властивості Гідроксикислоти	6
13	Вирішення завдань на ізомерію, будову та хімічні властивості моно-, ди- та полісахаридів.	10
14	Вирішення завдань на ізомерію, будову, методи отримання та хімічні властивості амінокислот.	8
15	Вирішення завдань на ізомерію, будову та хімічні властивості гетероциклічних сполук.	4
	Разом	100

9. Індивідуальне навчально - дослідне завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гетероцикли у природних сполуках (порфірин, пурін, піримідин).	6
2	Вуглеводи: монози, біози, поліози. Ізомерія, будова та хімічні властивості.	4
3	Природні амінокислоти, їх будова та властивості.	8
	Разом	18

10. Методи навчання

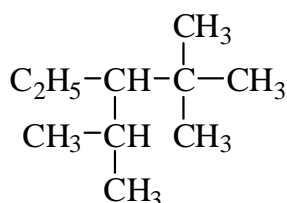
Лекції, виконання лабораторних робіт, самостійна робота, виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань.

11. Методи контролю

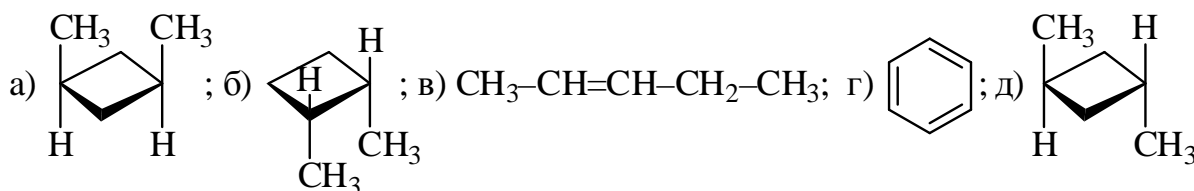
Зразки контрольних робіт

Контрольна робота 1. Теоретические представления в органической химии

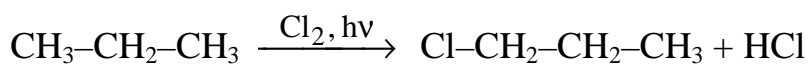
1. Присутствие каких связанных ковалентной связью химических элементов обязательно для отнесения вещества к органическому: а) С, Н, N; б) С, О, N, в) С, Cl, P; г) С, Н; д) S, Н, О?
2. К какому большому классу органических веществ можно отнести соединение брутто-формулы C_3H_8 : а) алканам; б) углеводородам; в) циклоалканам; г) производным углеводородов; д) спиртам?
3. Укажите название соединения по систематической номенклатуре:



- а) 2,2-диметил-3-этил-4-метилпентан; б) 2,2,4-триметил-3-этилпентан; в) 3-изопропил-4,4-диметилпентан; г) 3-изопропил-2,2-диметилпентан; д) 3-этил-2,2,4-триметилпентан.
4. Какая из перечисленных характеристических групп является старшей среди перечисленных: а) $-\text{CN}$ (циано-); б) $-\text{COOH}$ (карбоксильная); в) $>\text{C}=\text{O}$ (карбонильная); г) $-\text{OH}$ (спиртовая)?
5. В каком из приведенных соединений имеет место семиполярная связь: а) $\text{CH}_3\text{COO}^- \text{K}^+$; б) $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+ - \text{O}^-$; в) $(\text{CH}_3)_3\text{N} \cdot \text{HCl}$; г) $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} \rightarrow \text{O}$?
6. Среди приведенных ниже ответов выберите соединение, где группа оказывает $-\text{M}$ -эффект: а) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$; б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$; в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{N}$; г) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$?
7. Выберите соединения, являющиеся структурными изомерами:



8. По признакам, приведенным на схеме, и характерным свойствам углеводорода установите и обозначьте механизм реакции



а) S_E; б) A_R; в) S_R; г) E1; д) D.

Контрольная работа 2. Углеводороды: алканы, алкены, алкины, циклоалканы и арены.

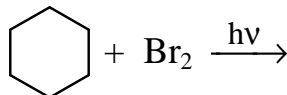
1. Из приведенных радикалов укажите заместитель *n*-бутил:

а) CH₃- ; б) CH₃CH₂- ; в) CH₃CH₂CH₂CH₂- ; г) CH₃CH₂CH₂-.

2. Выберите правильное химическое название для соединения :

- а) бицикло[3.1.1]гептан; г) спиро[3.1.1]гептан;
 б) бензометилен; д) дицикло[3.1.1]гептан.
 в) бицикло[1.1.3]гептан;

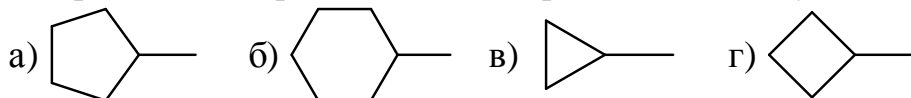
3. Укажите формулу продукта взаимодействия циклогексана с бромом на свету:



а) Br-CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂-Br; в) CH₃CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂-Br;

б)  ; г) .

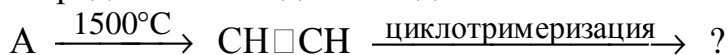
4. Из приведенных радикалов подберите соответствующий циклобутилу:



5. Укажите соединения с сопряженными кратными связями:

- а) CH₃-CH₂-CH=CH-CH=CH₂;
 б) CH₃-CH=CH-CH₂-CH=CH₂;
 в) CH₂=C=CH-CH₂-CH₂-CH₃;
 г) CH₃-C≡C-CH=CH-CH₃;
 д) CH₃-CH=CH-CH₂-C≡CH.

6. Определите исходное соединение А и конечный продукт реакции:



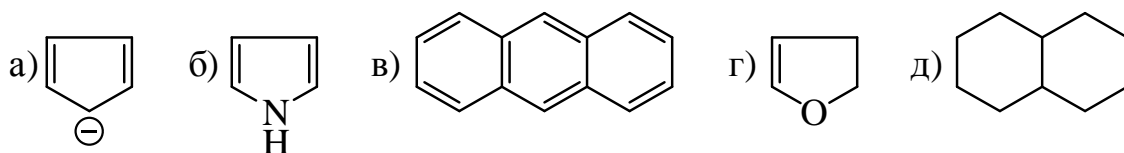
- а) CH₄ и CH₃-C≡C-CH₃; г) CH₄ и C₆H₆;
 б) CaC₂ и CH₂=CH-C≡CH; д) CH₂=CH₂ и циклогексан.
 в) CaC₂ и C₆H₆;

7. Укажите формулу конечного продукта взаимодействия пропена с бромом:

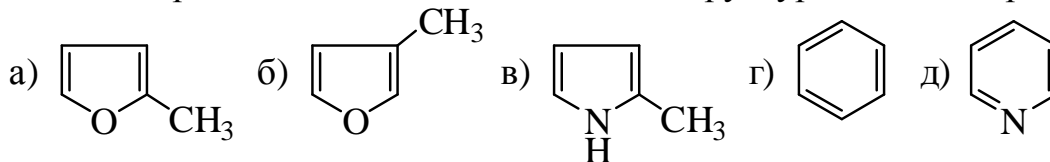


- а) CH₃-CHBr-CH₂Br; в) CH₃-C≡CH;
 б) CH₃-CH₂-CH₂Br; г) CH₃-CBr=CH₂.

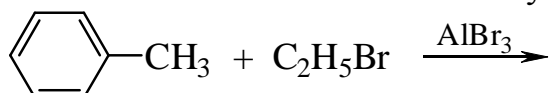
8. Какие из приведенных соединений соответствуют классу ароматических веществ «небензольного» ряда?



9. Какие из приведенных веществ являются структурными изомерами:



10. Какой из механизмов соответствует условиям схемы:

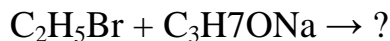


а) S_N ; б) S_R ; в) A_R ; г) S_E ; д) $E1$.

Контрольная работа 3. Производные углеводородов: спирты, фенолы, галогенопроизводные и амины

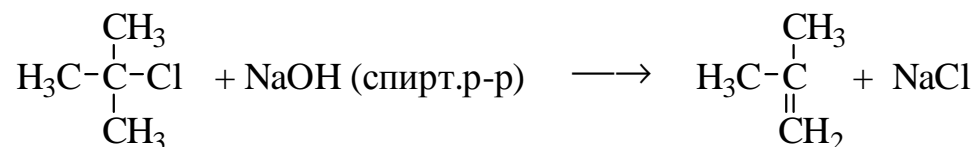
1. Какой из перечисленных заместителей в названии органического соединения обозначается суффиксом при наличии младшей группы? а) $-\text{NH}_2$; б) $-\text{Cl}$; в) $-\text{OH}$; г) $-\text{CH}_3$ (вообще алкил).

2. Укажите формулу основного продукта реакции, протекающей по схеме:



а) C_5H_{12} ; г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}_3\text{H}_7$;
 б) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$; д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$.

3. Обозначьте символом механизм реакции, протекающей по схеме:



а) $E2$ (бимолекулярное отщепление);
 б) $E1$ (мономолекулярное отщепление);
 в) S_N (нуклеофильное замещение);
 г) S_E (электрофильное замещение);
 д) A_N (нуклеофильное присоединение).

4. Какой из приведенных аминов является наиболее сильным основанием?

а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$; б) $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$; в) $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$; г) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$; д) $(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2$.

5. Укажите название по IUPAC соединения формулы $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$:

а) 2-амино-4-гидроксипентан; в) 2-гидрокси-4-аминопентанол;
 б) 4-аминопентанол-2; г) 2-аминопентанол-4.

6. Какие из предложенных реакций являются реакциями ацилирования?
- а) $C_6H_5NH_2 + (CH_3CO)_2O \rightarrow$ г) $C_2H_5NH-CH_3 + HNO_2 \rightarrow$
 б) $C_6H_5CH_2NH_2 + CH_3Cl \rightarrow$ д) $C_6H_5NH_2 + H_2SO_4$ (конц.) \rightarrow
 в) $C_6H_5NH_2 + CH_3COCl \rightarrow$
7. Укажите формулу реагента и условия, необходимые для синтеза бензилиденхлорида согласно схеме:
- $$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + ? \xrightarrow[-HCl]{?} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl} + ? \xrightarrow[-HCl]{?} \text{C}_6\text{H}_5\text{CHCl}_2$$
- а) $CH_3Cl, AlCl_3$; б) $CH_3Cl, h\nu$; в) $Cl_2, AlCl_3$; г) $Cl_2, h\nu$.
8. Сколько структурных изомеров имеет спирт формулы $C_4H_{10}O$: а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6?
9. Сколько структурных изомеров имеет амин бензольного ряда брутто-формулы C_7H_9N : а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5?
10. Какой из приведенных ниже спиртов является наиболее сильным основанием: а) этанол; б) изопропанол; в) бутанол-2; г) *трет*-бутанол; д) метанол?

Контрольная работа 4. Производные углеводородов: альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и производные

1. Какое из карбонильных соединений является наиболее активным в реакциях с нуклеофильными реагентами: а) этилацетат; б) муравьиный альдегид; в) ацетон; г) формилхлорид; д) уксусная кислота?
2. Сколько изомеров имеет карбонильное соединение формулы C_4H_8O : а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5?
3. Сколько изомеров имеет дикарбоновая кислота формулы $C_4H_6O_4$: а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5?
4. Какой из приведенных рядов старшинства соответствует правилам IUPAC?
 а) $-Alk > -OH > -Cl$; г) $-OAlk > -COOH > -CONH_2$;
 б) $-OH > -Br > -SH$; д) $-COOR > -COOH > -I$.
 в) $-C \equiv N > -CH=O > -OH$;
5. Завершите, назовите субстрат А по приведенной схеме:
- $$A \xrightarrow[-KHSO_4, Cr_2(SO_4)_3]{K_2Cr_2O_7, H_2SO_4} B \xrightarrow[-CHI_3]{NaOH, I_2} B \xrightleftharpoons[CH_3OH, H^+]{CH_3OH, H^+} CH_3-CH_2-CO_2CH_3$$
- а) бутаналь; б) масляная кислота; в) бутанон-2; г) бутанол-2; д) пропанол-1.
6. Завершите, назовите субстрат А по приведенной схеме:
- $$A \xrightarrow[\text{эфир}]{C_2H_5MgI} B \xrightarrow[-Cu_2O, H_2O]{CuO, t^\circ C} B \xrightarrow[-KOH, MnO_2]{KMnO_4} HCOOH + CH_3CH_2COOH + CH_3COOH$$
- а) этилацетат; б) ацетон; в) этаналь; г) пропаналь; д) уксусная кислота.
7. Какой из перечисленных реагентов может быть использован для обнаружения уксусной кислоты в смеси с уксусным альдегидом и ацетоном? а) $NaHCO_3$; б) нитропруссид; в) $NH_2OH + FeCl_3$; г) $AgNO_3$; д) HCl .

8. Установите, какая карбоновая кислота является наиболее сильной из представленных: а) CCl_3COOH ; б) CHCl_2COOH ; в) CH_2ClCOOH ; г) CF_3COOH ; д) CHF_2COOH .
9. Из приведенных формул карбоновых кислот выберите соответствующую тривиальному названию малеиновая кислота:
- а) $\begin{array}{c} \text{HOOC} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{COOH} \end{array}$; б) $\begin{array}{c} \text{HOOC} \quad \text{COOH} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$; в) $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$;
- г) $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$; д) $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} = \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{COOH} \end{array}$
10. Из приведенных названий карбонильных соединений выберите соответствующее правилам IUPAC $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$: а) 2,4-пентадиен-1-он; б) β -винилакролеин; в) 3-винил-2-пропеналь; г) 2,4-пентадиеналь; д) сорбиновый альдегид.

Контрольная работа 5. Производные углеводов со смешанными функциональными группами. Гидроксикарбонильные соединения

- Сколько оптически активных изомеров имеет оксикислота формулы $\text{HOOC}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$: а – 1; б – 2; в – 3; г – 4; д – 5?
- Какой продукт даст при нагревании \square -оксикислота: а – лактид; б – ненасыщенную кислоту; в – лактон; г – альдегид и кислоту; д – внутренний сложный эфир?
- Какая из гидроксикислот образует при нагревании ацетондикарбоновую и муравьиную кислоту: а) винная; б) яблочная; в) лимонная; г) гидроксималоновая?
- Какое из приведенных соединений брутто-формулы: а) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4$; б) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$; в) $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_5$; г) $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_7$ можно отнести к классу сахаров (углеводов)?
- Сколько оптических изомеров может иметь 3-кетопентоза: а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5?
- По какому хиральному центру делают отнесение к D или L-ряду альдогексозы: а) по первому; б) второму; в) третьему; г) четвертому; д) пятому?
- Укажите, какие из моноз являются эписимерами: а) D-гулоза; б) L-идоза; в) D-глюкоза; г) D-фруктоза; д) L-сорбоза; е) D-манноза: 1) а, в, г; 2) г, д, е; 3) а, б, в; 4) в, г, е; 5) г, д, а; б) б, в, е.
- Какая из моноз и биоз даст реакцию серебряного зеркала с реактивом Толленса: а) фруктоза; б) сорбоза; в) глюкоза; г) целобиоза; д) трегалоза; е) мальтоза?

9. Сколько гидроксильных групп могут ацилироваться уксусным ангидридом в молекуле альдогептоза: а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6; е) 7?
10. Какая из моноз при окислении азотной кислотой дает сахарную кислоту: а) D-сорбоза; б) D-фруктоза; в) D-манноза; г) L-фруктоза; д) D-глюкоза; е) D-идоза.

Перелік екзаменаційних запитань

1. Теорія будови органічних сполук О.М.Бутлерова та її подальший розвиток.
2. Типи хімічних зв'язків, теорії їх утворення та основні характеристики.
3. Ефекти електронних зсувів в молекулах органічних сполук. Локалізований та делокалізований хімічний зв'язок.
4. Принципи класифікації органічних сполук, їх номенклатура та ізомерія.
5. Класифікація органічних реакцій та реагентів.
6. Кислотність і основність органічних сполук. Теорія Бренстеда. Кислоти та основи Льюїса.
7. Термодинамічно та кінетично контрольовані органічні реакції, їх приклади.
8. Алкани, їх номенклатура, ізомерія, електронна та просторова будова, методи синтезу.
9. Хімічні властивості алканів. Механізми вільнорадикальних реакцій та їх закономірності.
10. Номенклатура, ізомерія, електронна будова та методи отримання алкенів, алкінів алкадієнів.
11. Хімічні властивості алкенів. Реакції A_E , їх механізм, регіо- та стереоселективність. Правило В.В.Марковнікова та його сучасна інтерпретація.
12. Хімічні властивості алкенів і алкінів.
13. Хімічні властивості алкадієнів: реакції A_E та їх механізм, реакції окиснення та відновлення, реакції полімеризації та дієновий синтез і його механізм.
14. Електронна будова бензолу, поняття про ароматичність, правило Хюккеля, приклади небензоїдних та гетероциклічних ароматичних сполук.
15. Гомологи бензолу, їх номенклатура, ізомерія та методи одержання.
16. Хімічні властивості аренів: реакції S_E , приклади та механізм, реакції окиснення та приєднання. Правила орієнтації та їх теоретичне обґрунтування.
17. Хімічні властивості аренів: гомологів бензолу з участю бокового ланцюга. Механізм S_R .
18. Методи отримання та хімічні властивості багатоядерних ароматичних сполук (нафталіну, антрацену та фенантрени).
19. Моногалогенопохідні аліфатичного та ароматичного ряду, їх номенклатура, ізомерія, електронна будова та способи отримання.
20. Хімічні властивості моногалогенопохідних: нуклеофільне заміщення, приклади, механізми S_N1 та $E1$, S_N2 та $E2$ і їх особливості.
21. Зв'язок реакційної здатності галогенопохідних та характеру отриманих продуктів від будови радикалу. Сполуки з нормальною, підвищеною та зниженою рухливістю атому галогену.
22. Хімічні властивості галогенопохідних. Препаративне використання галогенопохідних для синтезу органічних сполук.
23. Одноатомні та багатоатомні спирти, їх номенклатура, ізомерія, електронна будова та способи отримання.
24. Одноатомні та багатоатомні феноли, їх номенклатура, електронна будова та способи отримання.
25. Хімічні властивості спиртів, багатоатомних спиртів та фенолів Приклади реакцій S_N та E , їх механізми.
26. Класифікація карбонільних сполук. Хімічні властивості, електронна будова карбонільної групи та її зв'язок з реакційною здатністю цих сполук.
27. Альдегіди та кетони, їх номенклатура, ізомерія та способи отримання.

28. Хімічні властивості альдегідів та кетонів: приєднання основ Льюїса, приклади та механізм.
29. Хімічні властивості альдегідів та кетонів: приєднання криптооснов, приклади та механізм.
30. Хімічні властивості альдегідів та кетонів: приєднання псевдокислот, приклади. Механізм альдольно-критонової конденсації в кислому та лужному середовищах.
31. Окисно-відновні реакції альдегідів та кетонів. Циклоолігомеризація та полімеризація альдегідів.
32. Реакції конденсації альдегідів та кетонів, приклади, механізм естерової конденсації (Тищенко).
33. Класифікація, номенклатура, ізомерія та методи одержання насичених монокарбонових кислот.
34. Електронна будова карбоксильної групи та карбоксилат-аніону. Хімічні властивості насичених монокарбонових кислот.
35. Класифікація, номенклатура, ізомерія (структурна, просторова) та методи одержання ненасичених монокарбонових кислот.
36. Хімічні властивості ненасичених монокарбонових кислот. Реакції по карбоксильній групі і вуглеводневому радикалу.
37. Методи одержання та хімічні властивості ароматичних монокарбонових кислот.
38. Класифікація, номенклатура, способи одержання та хімічні властивості дикарбонових кислот.
39. Естери. Методи одержання естерів. Реакція естерифікації та її механізм. Хімічні властивості естерів. Механізм кислотного та лужного гідролізу естерів.
40. Номенклатура, ізомерія та методи одержання нітросполук. Хімічні властивості нітросполук аліфатичного та ароматичного рядів.
41. Класифікація, номенклатура, ізомерія амінів. Методи одержання аліфатичних і ароматичних амінів.
42. Хімічні властивості амінів. Кислотно-основні властивості, нуклеофільність. Реакції алкілювання і ацилювання.
43. Якісні реакції на первинні, вторинні, третинні аміни (аліфатичного та ароматичного рядів).
44. Взаємодія ароматичних амінів з електрофілами. Сульфанілова кислота та сульфамідні препарати.
45. Діазосполуки. Реакція діазотування ароматичних амінів. Взаємоперетворення різних форм діазосполук. Будова солей діазонію. Реакції солей діазонію з вилученням і без вилучення азоту.
46. Уявлення про стереохімію гідроксикислот з одним та двома хіральними центрами (молочна, яблучна та винна кислоти). Номенклатура оптичних ізомерів (D,L- та R,S-).
47. Класифікація, ізомерія, номенклатура гідроксикислот. Загальні методи синтезу. Хімічні властивості аліфатичних гідроксикислот як біфункціональних сполук.
48. Амінокислоти. Класифікація і номенклатура. Структурні типи природних амінокислот, стереохімія і конфігураційні ряди.
49. Методи синтезу амінокислот, засновані на властивостях ненасичених, галогено-, оксокарбонових кислот, з альдегідів і кетонів, з малонового і ацетооцтового естерів.
50. Хімічні властивості амінокислот: кислотно-основні властивості, утворення похідних за карбокси- та аміногрупою, перетворення, що відбуваються при нагріванні амінокислот.
51. Білки. Будова, властивості. Уявлення про пептидний синтез. Класифікація, методи доказу поліпептидної будови, визначення амінокислотного складу і послідовності амінокислотних фрагментів у поліпептидному ланцюзі.
52. Вуглеводи. Класифікація і номенклатура. Стереοізомерія моносахаридів, конфігураційні ряди моноз. Хімічні властивості моносахаридів. Глікозиди.
53. Кільчасто-ланцюгова (цикло-оксо) таутомерія моносахаридів. Реакції, які використовуються для доказу наявності та розміру циклу. Мутаротація.

54. Класифікація, будова та номенклатура дисахаридів. Хімічні властивості дисахаридів. Цикло-оксо-таутомерія відновних дисахаридів і властивості, пов'язані з нею.
55. Мальтоза, целобіоза, лактоза, сахароза, їх будова і властивості. Інверсія сахарози.
56. Гомополісахариди: крохмаль, глікоген, целюлоза. Їх будова і властивості. Похідні целюлози (нітрати, ацетати, ксантогенати).
57. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (фуран, тіофен, пірол), їх будова. загальні методи синтезу і взаємоперетворення (Юр'єв). Ароматичний характер п'ятичленних гетероциклів з одним гетероатомом. Залежність ступеня ароматичності від природи гетероатома.
58. Хімічні властивості п'ятичленних гетероциклів. Реакції електрофільного заміщення фурану, піролу та тіофену. Кислотні властивості піролу та їх використання в синтезі. Пірольний цикл як структурний фрагмент хлорофілу і гемоглобіну.
59. Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Піридин, номенклатура та ізомерія похідних. Методи побудови піридинового ядра. Електронна будова піридину та її зв'язок з хімічними властивостями. Ароматичність і основність піридинового циклу.
60. Хімічні властивості піридину. Реакції за участю гетероатома, електрофільне і нуклеофільне заміщення в ядрі. Механізм реакції Чичибабіна. Піридинкарбонові кислоти та їх функціональні похідні. Одержання, властивості, застосування в медицині.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота					Виконання лабораторних робіт	Сума
Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		
КР1	КР2	КР3	КР4	КР5		
15	15	15	15	20	20	100

Для зарахування модулів студент має набрати не менше, ніж 50% балів за кожною з контрольних робіт. Для одержання заліку і допуску до підсумкового семестрового контролю студент повинен виконати всі лабораторні роботи і набрати за всі види діяльності не менше 60 балів. Для підняття загальної оцінки на 5 балів студент має можливість виконати індивідуальне навчально-дослідне завдання.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
74-81	C	
64-73	D	Задовільно
60-63	E	
35-59	FX	Не зараховано(повторна здача)
0-34	FI	Не зараховано (повторне вивчення)

13. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Колянковский А.А. , Задачи и упражнения по органической химии чI, II-2010,-116.
3. Колянковский А.А. , Практикум по органической химии. – Одесса, 2010. - 100 с.

14. Список рекомендованої літератури.

1. Петров А.А., Бальян Х. В., Трощенко А.Т. Органическая химия М.,1981-592.
2. Степанко Б. Н. Курс органической химии, ч I,II, М., 1981-766.
3. Черних В.П., Гриценко І.С., Лозинський М.О., Коваленко З.І. Загальний практикум з органічної хімії. - Харків: Вид. НФаУ «Золоті сторінки», 2003. - 591 с.
4. Чирва В.Я., Ярмолюк С. М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є., Органічна хімія., Львів, Бак, 2009,-996.
5. Черних В.П., Зименковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія. В 3 т. – Харків: Основа, 1996. – Т.І. 142 с.; Т.ІІ. 479 с.; Т.ІІІ. 254 с.
6. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. - Львів: Центр Європи, 2006. - 864 с.
7. Нейланд О.Я. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1991. – 751 с.

15. Інформаційні ресурси

<http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>

http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

<http://ru.wikipedia.org/>

<http://www.chem.isu.ru/leos/base/name.html>

<http://chemistry.about.com/od/namedreactions/Named-Organic-Reactions.htm>

http://www.internetchemistry.com/chemistry/name_reactions.htm