

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

ХАРЧОВА ХІМІЯ

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні вказівки
та індивідуальні завдання

для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»

Харків
ХДУХТ
2016

Харчова хімія. Розділ 2. Органічна хімія. Методичні вказівки та індивідуальні завдання з дисципліни для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» [Електронний ресурс] / укладачі О. І. Упатова, Н. В. Мурликіна. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2016. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладачі: О. І. Упатова, Н. В. Мурликіна

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Н. В. Федак

Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за спеціальністю 181 «Харчові технології»

(шифр, назва)

Протокол від « 13 » червня 2016 року № 5

Схвалено вченою радою ХДУХТ

Протокол від « 07 » липня 2016 року № 12

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ

Протокол від « 06 » липня 2016 року № 4

© Упатова О. І., Мурликіна Н. В.,
укладачі 2016

© Харківський державний
університет харчування
та торгівлі, 2016

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна «Харчова хімія» є нормативною дисципліною циклу математичної, природничо-наукової підготовки студентів, що навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології». Вивчення цієї дисципліни дає можливість майбутнім інженерам-технологам вирішувати завдання щодо організації та технологічного забезпечення виробництва харчових продуктів, розробки нових та удосконалення існуючих харчових технологій, забезпечення їх якості й безпечності, володіння основними методами контролю якості з метою організації метрологічних випробувань.

Дисципліна «Харчова хімія» являє собою інтегрований курс, структурно-логічна схема побудови якого складається з трьох розділів: «Неорганічна та аналітична хімія», «Органічна хімія», «Фізична та колоїдна хімія». Кожна з вищезазначених хімічних дисциплін має свою дидактичну основу, методики і технології навчання, організаційно-управлінські та контрольні функції і викладається з урахуванням сучасного рівня розвитку хімічної науки та вимог підготовки висококваліфікованих інженерів-технологів.

«Органічна хімія» є фундаментальною дисципліною в хімічній освіті. Предметом вивчення органічної хімії є більш високорозвинена матерія, вуглеводні та їх похідні, порівняно з предметом неорганічної хімії. До об'єктів органічної хімії спеціалісти включають хімічні елементи, речовини, органічні сполуки, реакції тощо.

Метою викладання розділу «Органічна хімія» є забезпечення високого рівня фундаментальних знань щодо взаємозв'язку структури органічних сполук з їх реакційною здатністю і властивостями, які впливають на якість харчових продуктів а також пояснення хімічних та біохімічних процесів, що відбуваються при зберіганні та технологічній обробці харчових продуктів. Вивчення основних теоретичних положень хімії органічних сполук сприяє формуванню, розширенню і поглибленню фундаментальних, загальнопрофесійних, спеціальних знань, а також активному формуванню предметних і професійних компетенцій, спрямованих на виконання виробничих функцій.

Завдання для виконання індивідуальної роботи студентів, що навчаються за денною, заочною формою, у тому числі прискореною, складено згідно з робочою програмою дисципліни «Харчова хімія. Розділ 2. Органічна хімія».

Методичні вказівки містять 135 вправ і завдань з основних розділів дисципліни. Увагу студентів спрямовано на оволодіння методами синтезу, ознайомлення з фізичними і хімічними властивостями, індивідуальними особливостями представників гомологічних рядів, генетичними зв'язками між різними класами органічних сполук.

Студент, який самостійно вивчає органічну хімію, повинен пам'ятати, що засвоєння теоретичного матеріалу вимагає від студентів уважної та постійної роботи над підручниками та навчальними посібниками.

2. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Базова рекомендована література

1. Кравченко Е. Ф. Органічна хімія : навч. посібн. у 2 частинах. Ч. I. Вуглеводні й оксигеновмісні похідні / Е. Ф. Кравченко, Н. В. Мурликіна. – Х. : ХДУХТ, 2004. – 224 с.

2. Кравченко Е. Ф. Органічна хімія : навч. посібн. у 2 частинах. Ч. II. Гетерофункціональні похідні та гетероциклічні сполуки / Е. Ф. Кравченко, Н. В. Мурликіна. – Х. : ХДУХТ, 2006. – 224 с.

3. Упатова О. І. Органічна хімія. Вуглеводні й оксигеновмісні похідні : електронний підручник [Електронний ресурс] / О. І. Упатова, О. В. Упатов, Н. В. Мурликіна. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2007. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

2.2. Допоміжна рекомендована література

1. Бобрівник Л. Д. Органічна хімія / Л. Д. Бобрівник, В. М. Руденко, Г. О. Лезенко. – К. ; Ірпінь : Перун, 2002. – 544 с.

2. Ластухін Ю. О. Органічна хімія : підручник для вищих навчальних закладів / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов. – Львів : Центр Європи, 2001. – 864 с.

2.3. Методичне забезпечення

1. Мурликіна Н. В. Органічна хімія. Лабораторний практикум. Вправи та завдання : навч. посібник / Н. В. Мурликіна, О. І. Упатова, О. Г. Уклеїна. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 211 с.

2. Основи органічної хімії. Теорія і практикум [Електронний ресурс] : навч. посібник / О. І. Упатова, Н. В. Мурликіна, Т. О. Кузнецова, О. Г. Уклеїна ; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Електронні дані. – Х. : ХДУХТ, 2015. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

3. Мурликіна Н. В. Хімічні основи харчових технологій. Органічна хімія. Короткий конспект лекцій для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», під напрямом «Харчова інженерія» / Н. В. Мурликіна ; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х. : ХДУХТ, 2013. – 127 с.

2.3. Інформаційні ресурси

1. Resources for the WPI General Chemistry Program: CH1010 (Molecularity), CH1020 (Forces and Bonding), CH1030 (Equilibrium), CH1040 (Dynamics) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.wpi.edu/Academics/Depts/Chemistry/Courses/General/>.

2. Ask [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.wpi.edu/Academics/Depts/Chemistry/Courses/General/kinfephtim.html>.

3. Wiley. Online library [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470661345?gclid=CKfL05mYnq8CFcjO3wod_SnNdg.

4. Ask [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.usd.edu/~gsereda/computer.html>.

5. University of South Dakota. Organic Reaction Animations [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://people.usd.edu/~gsereda/computer.html>.

6. Organic Chemistry Demonstration Experiments on Video Chemistry Visualized [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Video-e.htm.

7. RSC. Advancing the Chemical Sciences [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rsc.org/membership/networking/interestgroups/educationaltechniques/chemistrycassettes/index.asp>.

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Вуглеводні й оксигеновмісні похідні

Тема 1. Вуглеводні

Предмет органічної хімії. Значення органічної хімії для теорії пізнання, формування світогляду, розуміння світу, важливих технологічних процесів.

Поняття валентності, будови хімічних сполук, ізомерії, гомології. Електронна будова атому Карбону. Уявлення про гібридизацію: sp^3 -, sp^2 -, sp -гібридизація електронів атому Карбону. Сигма- та π -зв'язки (σ - та π -зв'язки). Будова карбонового ланцюга молекули як основа класифікації органічних сполук. Уявлення про функціональну групу. Класифікація похідних вуглеводнів.

Класифікація реакцій органічних сполук за механізмом: радикальні (R) та йонні (N , E); за напрямком і результатом реакції.

Загальна характеристика гомологічного ряду алканів. Алкани як насичені вуглеводні; Утворення σ -зв'язків в молекулах насичених вуглеводнів. Будова. Структурні формули. Первинний, вторинний, третинний і четвертинний атоми Карбону. Раціональна, тривіальна і міжнародна номенклатура (ІЮПАК). Радикали, їх структура і назви. Нафта і продукти її переробки, природні та супутні гази як природні джерела добування алканів. Синтетичні методи одержання: синтез Вюрца; лужне сплавлення солей карбонових кислот, гідрування ненасичених вуглеводнів, відновлення галогенопохідних алканів.

Закономірності зміни фізичних властивостей (агрегатного стану, густини, температури кипіння і плавлення) в гомологічному ряду. Хімічні властивості алканів. Інертність у хімічному відношенні. Якісна реакція алканів: не знебарвлення бромної води і розчину калій перманганату. Реакції заміщення: галогенування, нітрування, сульфування, сульфохлорування.

Окиснення алканів. Крекінг, піроліз. Окремі представники: метан, етан, пропан, бутан.

Будова, ізомерія і номенклатура, природні джерела і способи добування аліциклічних вуглеводнів (аліцикли). Особливості будови і хімічних властивостей сполук з малими і великими циклами. Теорія напруги малих циклів (теорія А. Байєра). Уявлення про конформацію. Конформації циклогексану: крісла та ванни. Хімічні властивості циклоалканів. Уявлення про циклоалкени, циклоалкадієни і терпени. Ефірні олії і їх використання. Лімонен, *альфа*-пінен, ментол, камфора.

Загальна характеристика гомологічного ряду алкенів (олефіни). Ізомерія карбонового ланцюгу і положення у ньому подвійного зв'язку як види структурної ізомерії алкенів. Просторова – *цис-транс*-ізомерія алкенів. Номенклатура. Ненасичені радикали. Способи добування алкенів: промислові – крекінг і піроліз алканів, лабораторні – дегідратація (відщеплення води) спиртів, дія спиртового розчину лугу на галогенпохідні алканів. Правило Зайцева.

Фізичні та хімічні властивості алкенів. Особливості хімічних властивостей алкенів, зумовлені наявністю подвійного зв'язку і легкістю розриву π -зв'язку. Реакції приєднання H_2 , Cl_2 , Br_2 , HCl , HOH та ін. Правило В.В. Марковнікова. Якісна реакція на подвійний зв'язок: знебарвлення бромної води. Реакції окиснення. Реакція окиснення Вагнера – якісна реакція на подвійний зв'язок (знебарвлення розчину калій перманганату). Реакція озонування. Реакція горіння. Полімеризація алкенів. Окремі представники: етилен, пропілен, бутилен, поліетилен.

Загальна характеристика гомологічного ряду алкадієнів (дієнові вуглеводні). Будова, ізомерія. Класифікація алкадієнів за взаємним розташуванням подвійних зв'язків і хімічними властивостями: кумульовані, спряжені, ізольовані алкадієни. Добування алкадієнів. Хімічні властивості спряжених алкадієнів: реакції приєднання 1,2 і 1,4; полімеризація. Уявлення про натуральні та синтетичні каучуки. Роботи С.В. Лебедева.

Загальна характеристика гомологічного ряду алкінів. Ізомерія карбонового ланцюгу, ізомерія положення у ньому потрійного зв'язку як види структурної ізомерії алкінів. Номенклатура. Способи добування алкінів. Добування ацетилену з кальцій карбїду. Фізичні та хімічні властивості. Реакції електрофільного приєднання: водню, галогенів, галогеноводнів, води (реакція Кучерова), спиртів (реакція А.Е. Фаворького). Особливості перебігу реакцій приєднання для алкінів. Якісна реакція на кратний (потрійний) зв'язок в алкінах: знебарвлення бромної води. Реакції окиснення. Знебарвлення розчину калій перманганату як якісна реакція на кратний зв'язок. Реакція заміщення. Ацетиленіди.

Загальна характеристика класу ароматичних вуглеводнів (арени), їх класифікація (однойдерні та багатовядерні). Будова бензену в світі сучасних уявлень про природу хімічних зв'язків. Гомологи бензену, їх ізомерія. Кам'яновугільна смола, коксовий газ, нафта як природні джерела аренів. Синтез гомологів бензену – реакції Вюрца-Фіттіга і Фріделя-Крафтса. Фізичні та хімічні властивості аренів. Реакції електрофільного заміщення S_E (алкілювання, галогенування, нітрування, сульфування, ацилювання) і їх механізм. Реакції окиснення бензену та його гомологів. Реакції приєднання.

Правила заміщення в бензеновому ядрі. Замісники (орієнтанти) першого та другого роду, їх вплив на розподіл електронної густини в бензеновому ядрі (кільці). Активація, дезактивація бензенового кільця.

Багатовядерні арени з конденсованими циклами: нафтален, антрацен, фенантрен; їх хімічні властивості (реакції електрофільного заміщення, реакції відновлення). Багатовядерні арени: хрізен, пірен, бензпірен. Багатовядерні арени з ізольованими бензеновими ядрами: дифеніл, дифенілметан, трифенілметан. Уявлення про вільні радикали

Тема 2. Гідроксисполуки – спирти і феноли

Загальна характеристика класу гідроксисполук. Гідроксильна група (гідроксигрупа) як функціональна група двох важливих класів сполук: спиртів і фенолів. Класифікація за числом гідроксигруп і за характером радикалу. Насичені одноатомні спирти – алканолі. Уявлення про первинні, вторинні, третинні спирти. Способи добування одноатомних спиртів: гідратація алкенів (приєднання води); гідроліз галогенопохідних алканів; відновлення карбонільних сполук; бродіння вуглеводів та ін.

Водневий зв'язок. Контракція спирту. Хімічні властивості одноатомних спиртів, зумовлені функціональною групою –ОН. Амфотерний характер спиртів. Взаємодія з металічним натрієм. Реакції обміну гідроксигрупи на галоген. Утворення етерів і естерів. Окиснення спиртів.

Ненасичені одноатомні спирти: вініловий спирт, його естери. Полівінілацетат (ПВА). Циклічні спирти: циклогексанол як представник циклічних спиртів. Характерні особливості будови ароматичних спиртів. Бензеновий спирт, β -фенілетиловий спирт як представники ароматичних спиртів.

Багатоатомні спирти. Класифікація. Двоатомні спирти гліколі. Етиленгліколь як відомий представник гліколів. Хімічні властивості гліколів: реакції з активними металами, гідроксидами важких металів, утворення етерів, естерів, окиснення, дегідратація. Реакція розчинення осаду купрум(II) гідроксиду $Cu(OH)_2$ і утворення темно-синього розчину купрум(II) гліколяту – якісна реакція гліколів.

Гліцерин як відомий представник триатомних спиртів. Способи добування гліцерину: повний гідроліз жирів, одержання з пропілену. Хімічні властивості: взаємодія гліцерину з купрум(II) гідроксидом (якісна реак-

ція); дегідратація гліцерину з утворення акролеїну; одержання естерів гліцерину. Одержання естерів гліцерину і нітратної кислоти. Нітрогліцерин. Спирти вищої атомності: ксиліт, сорбіт; етери спиртів.

Будова, ізомерія, номенклатура фенолів, нафтолів. Способи добування. Одноатомні, багатоатомні феноли, α - і β -нафтоли. Добування фенолу із кам'яновугільної смоли, бензолсульфокислот лужним плавленням, ізопропілбензолу (кумолу) – кумольний спосіб. Добування α - і β -нафтолів лужним плавленням відповідних сульфокислот. Фізичні та хімічні властивості фенолів, нафтолів. Взаємний вплив ароматичного ядра і функціональної групи –ОН. Більш виражений кислотний характер фенолів. Взаємодія з активними металами, лугами. Одержання естерів. Реакції заміщення в бензеновому кільці: взаємодія з бромною водою (утворення осаду білого кольору – якісна реакція), з нітратною і сульфатною кислотами. Реакції окиснення і відновлення фенолу. Якісна реакція на феноли з ферум(III) хлоридом. Характерні властивості α - і β -нафтолів. Окремі представники: крезолі. Поширення фенольних сполук у природі та вміст у харчових продуктах. Поліфеноли в рослинній сировині. Фенольні антиоксиданти.

Тема 3. Оксосполуки – альдегіди і кетони

Визначення, загальна характеристика класу оксосполук. Оксогрупа, карбонільна група. Класифікація оксосполук: за місцем розташування оксогрупи в карбоновому ланцюгу – альдегіди і кетони; типом вуглеводневого радикалу – насичені, ненасичені, ароматичні та ін. Будова, ізомерія, номенклатура альдегідів і кетонів. Способи добування альдегідів і кетонів жирного та ароматичного ряду: окиснення спиртів; дегідрування спиртів; відновлення галогенангідридів кислот (реакція Розенмунда); специфічне окиснення гомологів бензолу до альдегідів; розклад солей карбонових кислот; гідроліз *гем*-дигалогенопохідних; гідратація алкінів (реакція Кучерова); оксосинтез; безпосереднє введення альдегідної групи (реакція Гатермана-Коха); реакція Фріделя-Крафтса (ароматичні кетони).

Хімічні властивості. Будова карбонільної групи (*сигма*- та *пі*-зв'язки). Реакції нуклеофільного приєднання A_N : водню (реакція відновлення), синильної кислоти, натрій гідросульфїту, спиртів (утворення напівацеталей та ацеталей). Реакції заміщення Оксигену оксогрупи – взаємодія оксосполук з гідроксиламіном H_2N-OH , фенілгідрaziном $H_2N-NH-C_6H_5$, фосфор(V) галогенідами. Реакції заміщення в радикалі для *альфа*-карбонового атому в умовах опромінення світлом. Реакції заміщення в ароматичних радикалах. Окиснення альдегідів до карбонових кислот (киснем повітря, амоніачним розчином аргентум(I) оксиду, купрум(II) гідроксидом). Окиснення кетонів (концентрованою нітратною кислотою, калій перманганатом у кислому середовищі) із розривом карбонового ланцюга.

Реакції полімеризації і конденсації. Альдольна і кротонова конденсація. Реакція Канніцаро-Тищенко. Поліконденсація з фенолами, утворення феноло-формальдегідних смол.

Окремі представники оксосполук: мурашиний альдегід, оцтовий альдегід, бензальдегід, ванілін (*n*-окси-*m*-метокси-бензальдегід), ацетон, ацетофенон, циклогексанон тощо. Ненасичені оксосполуки: акролеїн, кетен, кротоновий альдегід, цитроль, коричний альдегід. Оксосполуки в харчових продуктах. Хінони.

Тема 4. Карбонові кислоти

Загальна характеристика карбонових кислот, класифікація за основністю і будовою карбонового радикалу. Одноосновні насичені карбонові кислоти. Ізомерія та номенклатура. Ацильні (кислотні) радикали. Основні способи добування карбонових кислот: окиснення органічних сполук (алканів, алкенів, алкінів, амінів, ароматичних вуглеводнів, спиртів, альдегідів, кетонів); гідроліз нітрilів; гідроліз *gem*-тригалогенпохідних; гідроліз естерів та ін.

Закономірності зміни фізичних властивостей у гомологічному ряду карбонових кислот. Асоціація молекул кислот. Водневий зв'язок. Будова карбоксильної групи, карбоксилат-іону. Утворення солей. Функціональні похідні карбонових кислот. Способи добування галогенангідридів, ангідридів, амідів, естерів і їх властивості. Реакції за участю вуглеводневого радикалу.

Окремі представники карбонових кислот: мурашина, оцтова, стеаринова, пальмітинова.

3.2. Гетерофункціональні похідні та гетероциклічні сполуки

Тема 1. Гідроксикислоти

Загальна характеристика гідроксикислот, номенклатура. Гідроксикислоти як органічні сполуки, молекули яких містять дві функціональні групи: карбоксильну і гідроксильну. Класифікація гідроксикислот залежно від кількості карбоксильних груп і від кількості гідроксигруп (з урахуванням гідроксигрупи карбоксильної групи).

Структурна і стереоізомерія (просторова ізомерія) гідроксикислот. Уявлення про оптичну (дзеркальну) ізомерію, поляризацію світла, площину поляризації, величину кута обертання. Схема будови поляриметра. Молярне обертання. Поняття асиметричного (хірального) атому Карбону. Оптична активність речовини. Оптичні антиподи (ізomers). Рацемічна суміш. Уявлення про розділення антиподів. Оптична ізомерія молочної кислоти.

Способи добування гідроксикислот: гідроліз галогенозаміщених кислот, гідратація ненасичених кислот, ціангідринний (оксикарбонільний) синтез, біохімічні методи.

Характерні реакції гідроксикислот за карбоксильною –COOH і гідроксильною –OH групами. Специфічні реакції гідроксикислот – відношення до нагрівання α -, β -, γ -оксикислот.

Окремі представники гідроксикислот: гліколева, молочна, β -оксималяна, яблучна, винна, лимонна кислоти. Реактив Феллінга. Фенолокіслоти. *Орто*-оксибензойна (саліцилова) кислота і її похідні: натрій саліцилат, ацетилсаліцилова кислота, фенілсаліцилат. Галлова кислота. Танін. Дубильні речовини.

Тема 2. Вуглеводи

Загальна характеристика і класифікація вуглеводів. Визначення класу вуглеводів. Біологічне значення і застосування вуглеводів. Класифікація вуглеводів: прості вуглеводи (моносахариди, монози) і складні вуглеводи (полісахариди, поліози).

Будова моносахаридів. Загальна формула моносахаридів – $C_nH_{2n}O_n$. Функціональні групи альдоз і кетоз. Найважливіші гексози – глюкоза, маноза, галактоза, фруктоза. Просторова конфігурація моносахаридів: D- і L-ряди. Циклічні (напівацетальні) форми гексоз: піранозні і фуранозні. Структури Хеурозса. Циклооксотаутомерія моносахаридів. Таутомерні форми моносахаридів. Карбонільно-ендіольна таутомерія епімерних моноз.

Способи добування моносахаридів: гідроліз природних полісахаридів; окиснення багатоатомних спиртів (гекситів); альдольна конденсація; подовження або скорочення карбонового ланцюгу.

Хімічні властивості моносахаридів. Реакції карбонільної групи (реакції в оксоформі): загальна реакція на вуглеводи (реакція Подобедова-Моліша); окиснення моносахаридів (утворення -онових, -арових, -уронових кислот); відновлення моносахаридів – утворення багатоатомних спиртів – гліцинів; приєднання синильної кислоти; взаємодія з гідроксил аміном, фенілгідрразином, утворення озазонів. Реакції гідроксильних груп: характерна якісна реакція на багатоатомні спирти – розчинення осаду купрум(II) гідроксиду. Реакції у напівацетальній формі: утворення глікозидів (взаємодія зі спиртами); взаємодія з сильними алкілюючими засобами (R-I); утворення естерів (дія кислот, ангідридів або галогенангідридів). Бродіння моносахаридів: спиртове, молочнокисле, маслянокисле, лимоннокисле.

Окремі представники гексоз і пентоз. Гексози: глюкоза, маноза, галактоза, фруктоза. Пентози: рибоза, арабіноза, ксилоза, дезоксирибоза. Аскорбінова кислота – вітамін С.

Полісахариди, їх розподіл на цукроподібні (олігосахариди) і нецукроподібні. Поширення у природі та загальна характеристика дисахаридів. Одержання дисахаридів із природних джерел.

Будова дисахаридів. Загальна формула дисахаридів – $C_{12}H_{22}O_{11}$. Глікозид-глікозидний і глікозид-глікозний характер зв'язку. Невідновлюючі і відновлюючі дисахариди.

Фізичні та хімічні властивості дисахаридів. Гідроліз дисахаридів розведеними мінеральними кислотами. Характерні властивості відновлюючих дисахаридів: мутаротація у розчинах, відновлення феллінгового розчину, окиснення до альдобіонових кислот, відновлення до багатоатомних спиртів, утворення озазонів, приєднання синильної кислоти. Властивості невідновлюючих дисахаридів на прикладі сахарози – гідроліз або інверсія. Реакція дисахаридів як багатоатомних спиртів – розчинення купрум(II) гідроксиду.

Окремі представники дисахаридів, їх значення і використання. Відновлюючі дисахариди: мальтоза або солодовий цукор, целобіоза, лактоза або молочний цукор, генціобіоза. Невідновлюючі дисахариди: сахароза, трегалоза або грибний цукор.

Тема 3. Аміни, амінокислоти, білки

Аміни як похідні амоніаку. Первинні, вторинні, третинні аміни жирного та ароматичного ряду. Ізомерія амінів: карбонового ланцюга, положення аміногрупи в ньому, міжгрупова ізомерія. Способи добування амінів: дія амоніаку на алкілгалогеніди (реакція Гофмана); відновлення нітросполук (реакція М.М. Зініна); відновлення нітрilів, оксимів або гідразонів.

Фізичні та хімічні властивості амінів. Основні властивості амінів: утворення гідроксидів, солей. Взаємодія амінів з нітритною кислотою – якісна реакція первинних, вторинних, третинних амінів. Реакція алкілювання й ацилювання. Утворення основ Шиффа. Ізонітрильна проба первинних амінів. Реакція бензенового ядра в ароматичних амінах. Окремі представники амінів, їх значення. Діаміни: тетраметилендіамін, пентаметилендіамін. Гексаметилендіамін, синтез найлону.

Анілін, його властивості; окиснення аніліну, реакції електрофільного заміщення. Аміноспирти. Етаноламін, холін, ацетилхолін.

Азо- й діазосполуки. Загальна характеристика сполук і їх будова. Форми діазосполук. Солі діазонію. Хімічні властивості діазосполук: реакції з виділенням азоту (реакція Зайдмеєра); реакції, які відбуваються без виділення азоту (відновлення, реакції азосполучення).

Визначення амінокислот як сполук, що містять у молекулі дві функціональні групи: аміно- $-NH_2$ і карбоксильну $-COOH$. Класифікація амінокислот за кількістю карбоксильних груп, аміногруп, за розташуванням аміногрупи щодо карбоксильної групи (α -, β -, γ - і т.д.). Будова і номенклатура, ізомерія, стереоізомерія амінокислот. Протеїногенні α -амінокислоти; незамінні α -амінокислоти.

Способи добування амінокислот: гідроліз білків (ферментативний або під дією кислот чи лугів); дія амоніаку на галогензаміщені кислоти (синтез Е. Фішера); оксинітрильний або ціангідринний метод (метод Штреккера-Зелінського-Стаднікова); відновлення α -нітрокислот, оксимів або гідразонів α -оксокислот; приєднання амоніаку до α -, β -ненасичених кислот.

Фізичні та хімічні властивості амінокислот. Амфотерні властивості; утворення внутрішніх солей, біполярних іонів. Ізоелектрична точка. Реакції карбоксильної групи амінокислот: утворення солей – взаємодія з лугами; утворення галогенангідридів; утворення амідів; утворення естерів. Реакції аміногрупи амінокислот: утворення солей – взаємодія з кислотами; реакції з нітритною кислотою; утворення N-ацильних похідних; алкілювання амінокислот (утворення бетаїнів). Специфічні реакції амінокислот: утворення внутрішньоконкомплексних солей з катіонами важких металів, відношення до нагрівання, декарбоксілювання, дезамінування, переамінування. Реакція амінокислот з нінгідрином.

Найважливіші представники α -амінокислот. Незамінні α -амінокислоти. Інші амінокислоти: ε -амінокапронова кислота, ω -аміноетанова, *o*-амінобензойна (антранілова кислота), *n*-амінобензойна (етилловий естер *n*-амінобензойної кислоти – анестезин); *n*-аміносаліцилова кислота.

Визначення білків як складних нітрогеновмісних органічних сполук, біополімерів. Розповсюдженість білків у природі. Класифікація білків за хімічним складом – прості, складні. Тривіальні назви білків.

Тема 4. Ліпіди

Загальна характеристика ліпідів. Поширення ліпідів у природі. Значення для життєдіяльності. Класифікація ліпідів. Прості й складні ліпіди. Циклічні ліпіди. Ліпіди: естери триатомного спирту гліцерину і високомолекулярних жирних кислот – ацилгліцерини; воски; фосфо- і гліколіпіди; сфінголіпіди.

Воски як речовини природного походження, більша частина яких відноситься до естерів вищих карбонових кислот і вищих одноатомних первинних спиртів. Склад восків. Рослинні та тваринні воски, їх роль і застосування. Карнаубський віск, воски ліпідів рису і соняшнику, віск стебел льону; бджолиний віск, спермацет, ланолін.

Природні тваринні і рослинні жири (олії). Поширення у природі. Способи добування жирів: віджимання; пресування нагрітого рослинного насіння під тиском; витоплювання – нагрівання тваринних тканин; екстракція – вилучення жирів за допомогою розчинників. Очищення сирих жирів, рафінація.

Будова і склад жирів. Будова ацилгліцеринів жирів. Основні карбонові кислоти, що входять до складу природних жирів і олій. Тверда та рідка консистенції жиру.

Фізичні та хімічні властивості жирів. Види гідролізу жирів. Моно- і діацилгліцерини – продукти неповного гідролізу жирів. Мило, тверде і рідке. Гідрування (гідрогенізація), окиснення, переестерифікація жирів.

Тема 5. Гетероциклічні сполуки

Визначення і класифікація гетероциклічних сполук.

П'ятичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом: фуран, тіофен, пірол. Ароматичність гетероциклів. Ацидофобність фурану і піролу. Взаємне перетворення гетероциклів – реакція Юр'єва, реакції електрофільного заміщення, відновлення.

Конденсовані системи, які містять п'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Представники класу: бензофуран, бензотіофен, бензопірол або індол. Індол, будова і хімічні властивості. Окиснення індоксилу – реакція утворення природного рослинного барвника індиго. Кубові барвники і кубове фарбування. Синій водорозчинний барвник індигокармін (натрієва сіль 5,5'-індиго-дисульфоїкислоти) і його застосування у харчовій промисловості. Триптофан, [β -(3-індоліл)-аланін] як незамінна α -амінокислота більшості білків.

Загальна характеристика п'ятичленних гетероциклів з двома гетероатомами. Оксазол, тіазол, імідазол (азоли). Ароматичний характер. Реакції електрофільного заміщення. Імідазол, гістидин – поширені представники шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом у кільці.

Конденсовані гетероцикли з декількома гетероатомами: біотини, пеніциліни. Біотини як водорозчинні вітаміни групи факторів росту. Відомі природні біотини: α -біотин (виділено з яєчного жовтка), β -біотин, вітамін Н, (виділено з молока і печінки).

Загальна характеристика шестичленних гетероциклів з одним гетероатомом. Група пірану – оксигеновмісні шестичленні гетероцикли неароматичного характеру. Стійкі природні похідні – пірони. Хромон – бенз- γ -пірон, флавіон – 2-фенілхромон. Антоціани і антоціанідини. Вітаміни Е (токоферолі). Група піридину – шестичленні гетероцикли з атомом Нітрогену у кільці. Піридин. Реакції електрофільного заміщення (β -положення); нуклеофільного заміщення (α - або γ -положення); реакції окиснення і відновлення, основні властивості. Піколіни – метилпіридині. Піридинкарбонові кислоти: α -піридинкарбонова (піколінова) кислота; β -піридинкарбонова (нікотинова) кислота; γ -піридинкарбонова (ізонікотинова) кислота. Нікотинова кислота та її амід – вітамін РР. Вітамін В₆ або піридоксин. Конденсовані гетероцикли – хінолін, акридин.

Загальна характеристика, шестичленних гетероциклів з двома атомами Нітрогену. Представники групи: піридазин, піримідин, піразин. Ароматичність сполук, реакція відновлення. Окси- й амінопіридині – піримі-

динові основи як складові нуклеїнових кислот і складних білків: урацил, тимін, цитозин. Лактим-лактамна таутомерія. Барбітурова кислота (2,4,6-триоксипіримідин), 2-тіобарбітурова кислота.

Конденсовані нітрогеновмісні гетероциклічні сполуки. Пурин як ароматичний гетероцикл зі сконденсованими за спільним ребром ядрами піримідину й імідазолу. Окси- й амінопохідні пурину – пуринові основи аденін і гуанін. Сечова кислота – кінцевий продукт обміну пуринів у живих організмах. Ксантин і його поширеність у природі. Метильовані за атомом Нітрогену 2,6-діоксипурини (ксантини) як сильнодіючі збудники центральної нервової системи: 3,7-диметилксантин (теобромін); 1,3,7-триметилксантин (кофеїн); 1,3-диметилксантин (теофілін).

Визначення нуклеїнових кислот як високомолекулярних гетерополімерів, які в результаті гідролізу утворюють еквімолекулярну суміш гетероциклічних амінів (піримідинових і пуринових основ), моносахаридів (пентоз) і фосфатної кислоти.

4. ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА ПРИКЛАДИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Запитання кожної теми даних контрольних робіт можна поділити на п'ять основних типів:

1. Ізомерія та номенклатура органічних сполук.
2. Синтез за допомогою вихідних речовин.
3. Синтез на основі формули будови заданої речовини.
4. Синтез заданої сполуки із зазначеної речовини (іноді зазначається шлях синтезу).
5. Синтез речовини та написання для неї низки хімічних реакцій.

Вуглеводні й оксигеновмісні похідні

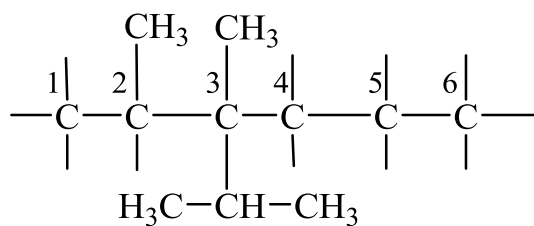
Навчальне завдання № 1

Написати напівструктурну формулу сполуки 2,3-диметил-3-ізопропілгексан. Скласти схему реакції її з хлором (1 моль, за умов опромінення світлом).

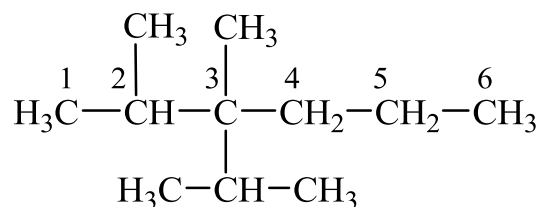
Розв'язання

Загальний підхід. З назви слід визначити, який головний ланцюг буде у зазначеному вуглеводні. Написати і позначити ланцюг атомів Карбону. Визначити в назві замісники і їх місцеположення в головному ланцюгу; розмістити їх біля відповідних атомів Карбону. Після цього залишається біля атомів Карбону головного ланцюга дописати атоми Гідрогену, враховуючи, що валентність атому Карбону в органічних сполуках дорівнює чотирьом.

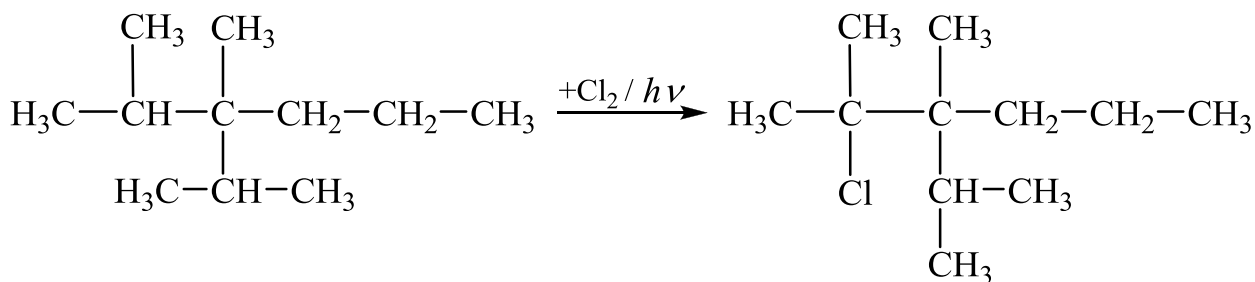
1 етап. Із назви вуглеводню видно, що головний ланцюг у нього – гексан. Біля другого і третього атомів Карбону розміщено замісники – радикали метил; біля третього атому – радикал ізопропіл:



Після заповнення вільних валентностей атомами Гідрогену формула матиме наступний вигляд:



2 етап. Складаючи схему реакції цього вуглеводню з хлором, необхідно пам'ятати, що для алканів характерними є реакції заміщення, причому, якщо у реакції бере участь розгалужена молекула, то заміщення Гідрогену легше відбуватиметься за третинного атому Карбону – за даного випадку це атом Карбону № 2.



2,3-Диметил-3-ізопропілгексан

2-Хлор-2,3-диметил-3-ізопропілгексан

Навчальне завдання № 2

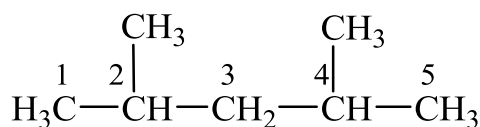
Одержати двома способами (відновленням відповідного алкену та з галогенопохідних за реакцією Вюрца) 2,4-диметилпентан.

Розв'язання

Загальний підхід. Для синтезу речовини, виходячи з її формули, необхідно:

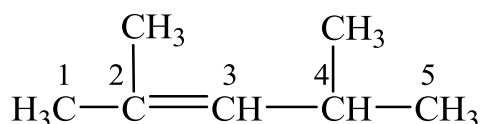
1. Записати формулу одержуваної речовини.
2. Скласти і написати формулу вихідної речовини.
3. Продумати шлях синтезу, написати схему реакції.

1 етап. Виходячи з назви, складаємо формулу речовини, яку слід одержати:

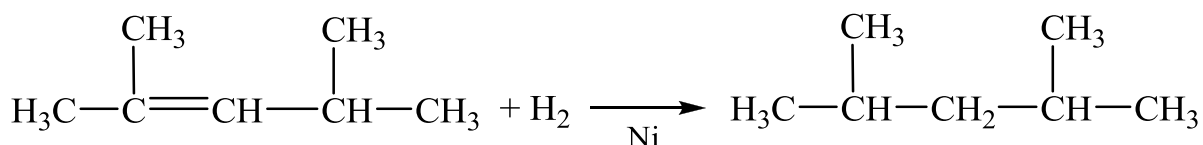


2,4-Диметилпентан

Це алкан. За умовою перший спосіб одержання – з відповідного алкену. Добираємо алкен з таким же карбоновим ланцюгом: подвійний зв'язок може знаходитись між будь-яких двох атомів Карбону, наприклад:



Алкен перетворюється на алкан за умов каталітичного гідрування:

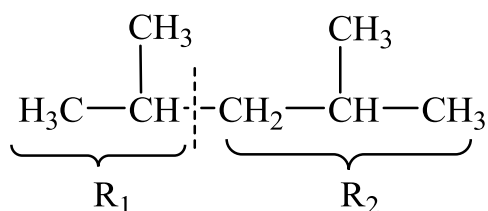


2,4-Диметил-2-пентен

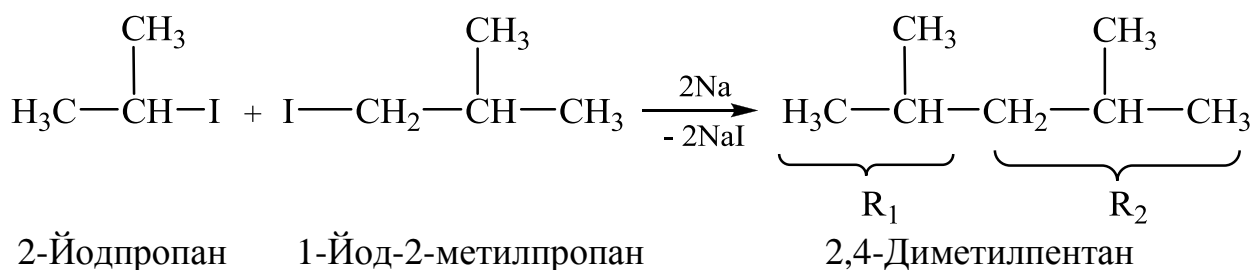
2,4-Диметилпентан

2 етап. Синтез алканів з галогенопохідних з меншою кількістю атомів Карбону, ніж у сполуці, яку слід одержати, проводять у присутності металічного натрію (синтез Вюрца). Для розв'язання задачі необхідно розділити формулу на дві будь-які частини-фрагменти, що і повинні входити до формули вихідних галогенопохідних.

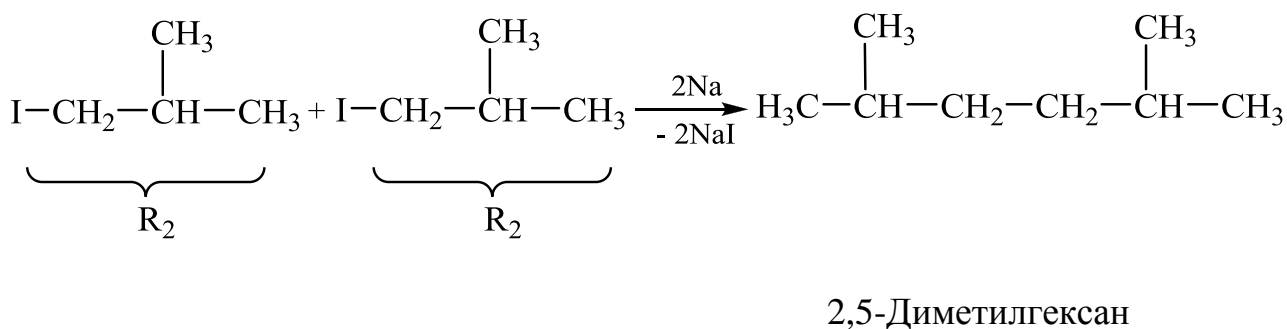
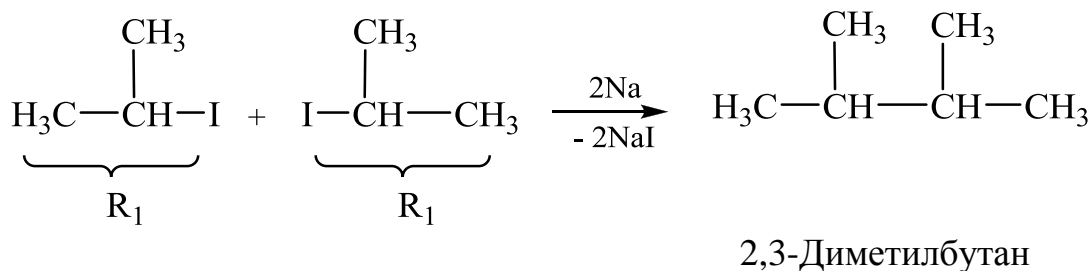
Формула сполуки, яку необхідно одержати:



Галогенопохідні вибраних фрагментів уводимо в реакцію:



Але слід пам'ятати, що з суміші двох різних галогенпохідних за реакцією Вюрца завжди утворюється ще дві побічних сполуки:



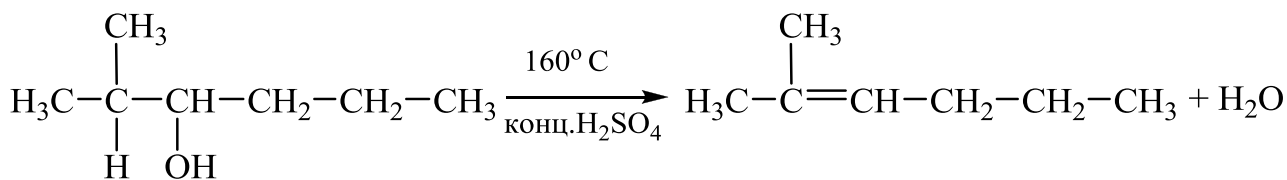
Суміш алканів, які утворюються в реакції Вюрца, можна розділити за допомогою перегонки.

Навчальне завдання № 3

Одержати ненасичений вуглеводень дегідратацією 2-метил-3-гексанолу і на продукт реакції подіяти гідрогенбромідом. Відповідь підтвердити схемами відповідних реакцій.

Загальний підхід. Виходячи з того, що у назві вихідної сполуки присутній суфікс «ол», то 2-метил-3-гексанол є спиртом. Дегідратація спиртів (відщеплення молекули води) відбувається у присутності водовідщеплюючих засобів за умов нагрівання. Дегідратація може бути проведена внутрішньомолекулярно (у такому випадку утворюється алкен) або — міжмолекулярно (у такому випадку утворюється етер), результат залежить від умов проведення реакції.

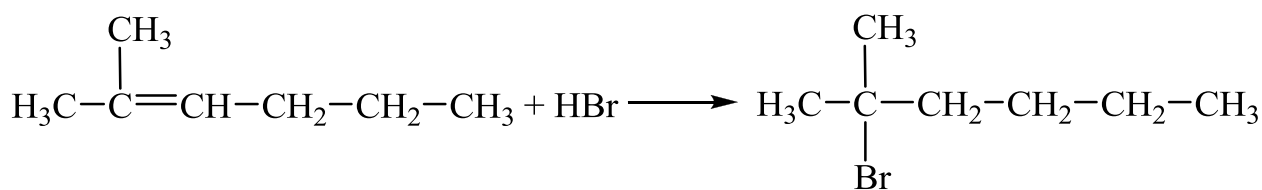
1 етап. За правилом А.М. Зайцева за внутрішньомолекулярної дегідратації Гідроген відщеплюється від найменш гідрогенізованого з сусідніх з гідроксилом атомів Карбону:



2-Метил-3-гексанол (спирт)

2-Метил-3-гексен (алкен)

2 етап. Для 2-метил-2-гексену, як для алкену, характерні реакції приєднання за місцем розриву π -зв'язку. Зображуючи схему реакції приєднання, необхідно пам'ятати правило Марковникова: за місцем розриву π -зв'язку Гідроген приєднується до найбільш гідрогенізованого, а галоген – до менш гідрогенізованого атому Карбону.



2-Метил-3-гексен (алкен)

2-Бром-2-метилгексан

Навчальне завдання № 4

Написати чотири ізомери складу C_6H_{10} , які можна віднести до алкадієнів зі спряженими зв'язками. Для одного з ізомерів написати схеми таких реакцій:

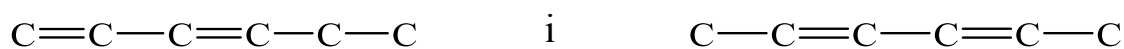
- з бромною водою;
- полімеризації.

Загальний підхід. Загальна формула $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ (до якої можна віднести C_6H_{10}) відповідає гомологічним рядам алкінів і алкадієнів. Алкадієни поділяють на три типи: з кумульованими, ізольованими і спряженими зв'язками. У дієнів зі спряженими зв'язками два подвійні зв'язки розділені одним ординарним зв'язком. У такій системі два ненасичених центри діють як єдине ціле. У зв'язку з цим типові для ненасичених вуглеводнів реакції приєднання відбуваються за двома напрямками: або в положенні 1,4 (за крайніми положеннями системи спряжених зв'язків; між 2 і 3 атомами Карбону утворюється новий подвійний зв'язок), або – 1,2-приєднання (традиційно за місцем розриву одного з подвійних зв'язків). Кінцевий результат (приєднання в положенні 1,4 чи в положенні 1,2) залежить від природи реагуючих речовин і умов проведення реакції, але найбільш ймовірним є приєднання в положенні 1,4.

1 етап. Ізомерія ненасичених вуглеводнів зумовлена ізомерією карбонового ланцюгу та ізомерією положення подвійних зв'язків. Виходячи із формули ізомерів, необхідно спочатку будувати схеми карбонових ланцю-

гів, поступово скорочуючи головний ланцюг, і розташовувати атоми Карбону, що залишилися, у вигляді розгалужених (бічних ланцюгів) в усіх можливих положеннях. Кожний карбоновий ланцюг, що утворюється, може існувати у вигляді декількох ізомерів з різним розміщенням подвійних зв'язків.

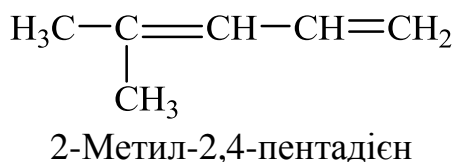
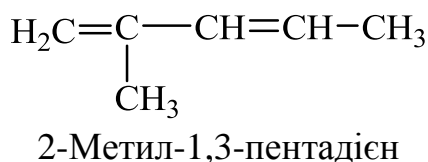
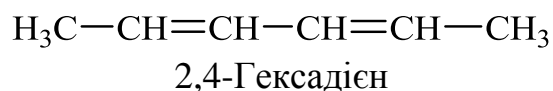
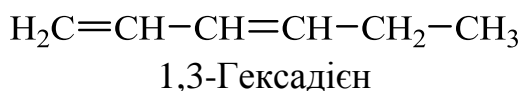
У лінійному ланцюгу з шести атомів Карбону спряжені зв'язки можливо розмістити двома способами:



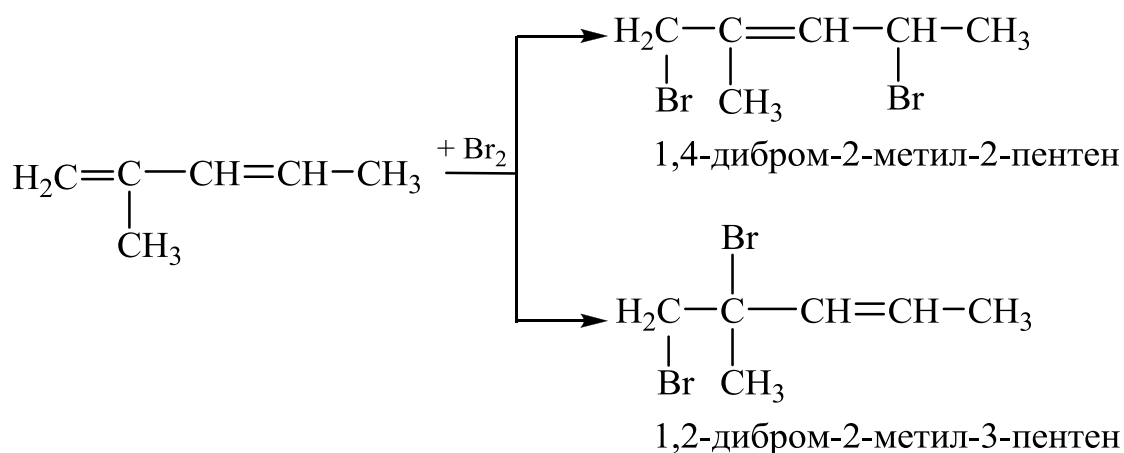
Для третього та четвертого ізомерів одержуємо новий вуглецевий ланцюг:



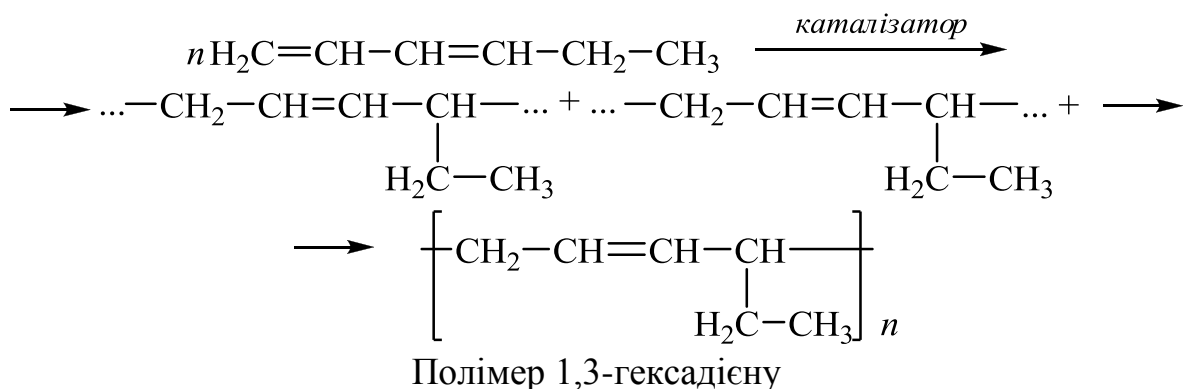
Повні формули отримуємо після заповнення усіх зв'язків атомів Карбону карбових скелетів атомами Гідрогену:



2 етап. Виходячи з того, що для спряжених дієнів більш характерним є 1,4-приєднання, однак, можливим є і 1,2-приєднання, запишемо схему реакції:

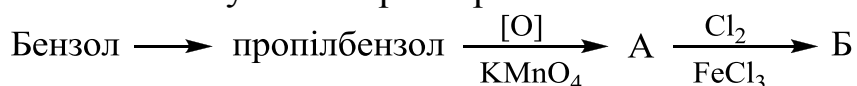


3 етап. Характерною особливістю дієнів зі спряженими зв'язками є їх здатність до полімеризації. Процес полімеризації відбувається за дії каталізаторів, під впливом світла і навіть самочинно. Макромолекула утворюється за рахунок сполучення молекул мономерів у положенні 1,4:

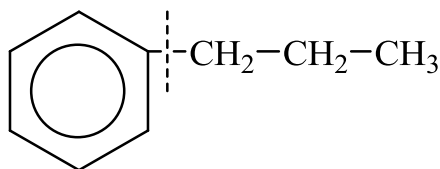


Навчальне завдання № 5

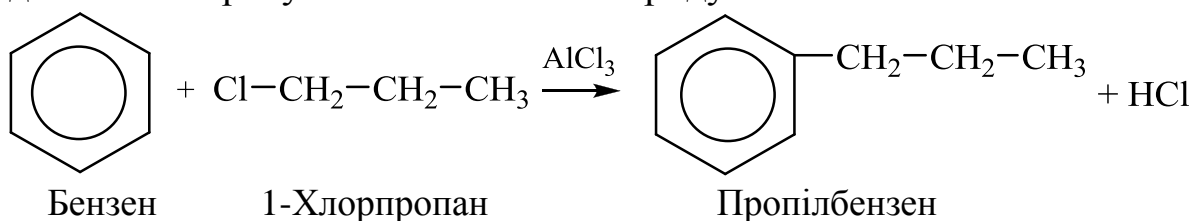
Написати схеми наступних перетворень:



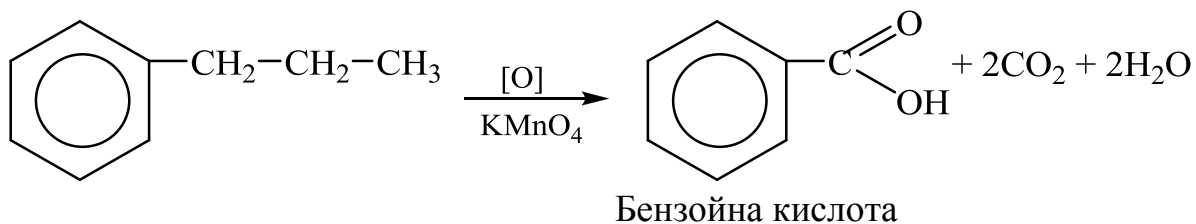
Загальний підхід. Для синтезу сполуки, виходячи з її формули, слід вибрати вихідні сполуки, розбивши формулу необхідної сполуки на фрагменти:



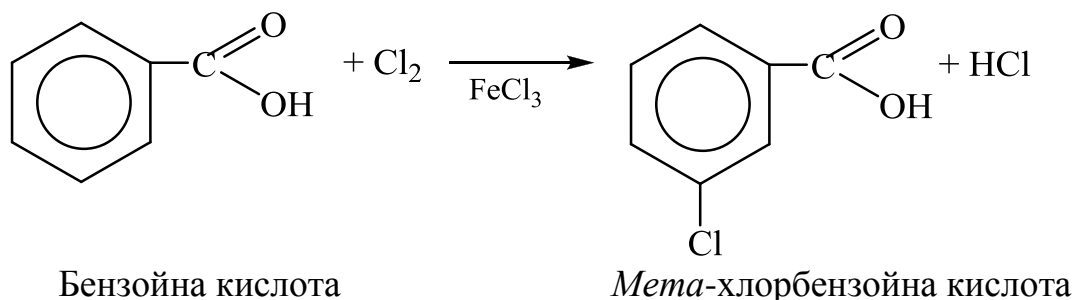
1 етап. Таким чином, у молекулу бензену необхідно ввести алкільний радикал – пропіл. Один із методів одержання гомологів бензену – синтез Фріделя-Крафтса. Алкільний радикал вводять у кільце за дії на бензен галоїдалкілів за присутності алюміній хлориду.



2 етап. Бензенове кільце є стійким до дії окисників. Окисненню піддаються бічні відгалуження, причому ланцюги будь-якого складу руйнуються і «згоряють», а в кільці залишається, як замісник, тільки один атом Карбону, який окиснюється до карбоксильної групи. Утворюється ароматична кислота:



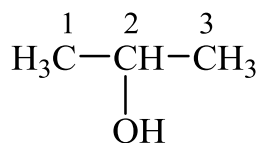
3 етап. За умовою завдання на продукт окиснення необхідно подіяти хлором у присутності ферум(III) хлориду. Це реакція електрофільного заміщення. У похідних бензену (за типом C_6H_{5-x}), які мають замісник, атоми Карбону в кільці нерівноцінні за електронною густиною, тому за уведення іншого замісника можливим стає утворення трьох ізомерів. Місце, куди буде спрямовуватися другий електрофільний замісник, визначатиметься природою замісника, який уже знаходиться в кільці (тобто першого або орієнтуючого замісника). Орієнтуючі замісники в бензеновому кільці поділяють на дві групи: *орто*—*пара*- і *мета*-орієнтанти. Карбоксильна група – це орієнтант II роду, тому наступний замісник буде направлятися в *мета*-положення відносно карбоксильної групи:



Навчальне завдання № 6

Одержати 2-пропанол із відповідного кетону. На 2-пропанол подіяти оцтовою кислотою у присутності концентрованої сульфатної кислоти. Написати схеми відповідних реакцій і назвати одержані сполуки.

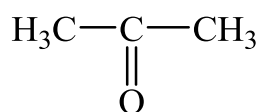
Загальний підхід. Виходячи з назви сполуки, що має суфікс «ол», слід одержати спирт такої будови:



2-Пропанол

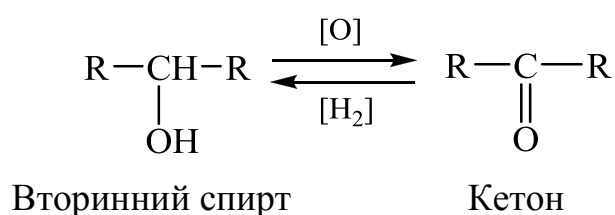
Це вторинний спирт, оскільки гідроксильна група знаходиться біля вторинного атому Карбону. Кетон, який відповідатиме спирту з тим же

числом атомів Карбону, повинен мати такий же карбоновий ланцюг, а карбонільна група повинна знаходитись біля другого атому Карбону (тобто там же, де гідроксил у спирті):

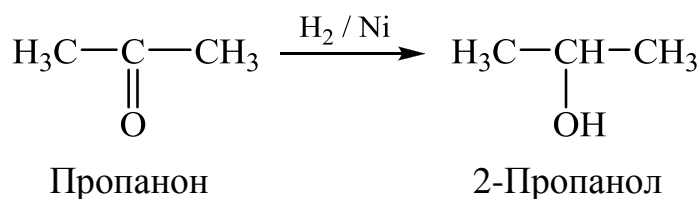


2-Пропанон

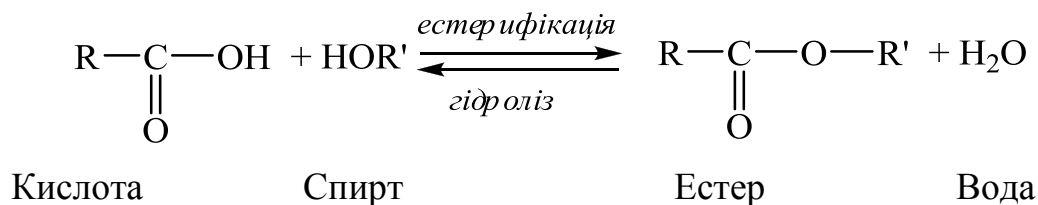
1 етап. Вторинний спирт і кетон генетично зв'язані один з одним взаємними окисно-відновними перетвореннями:



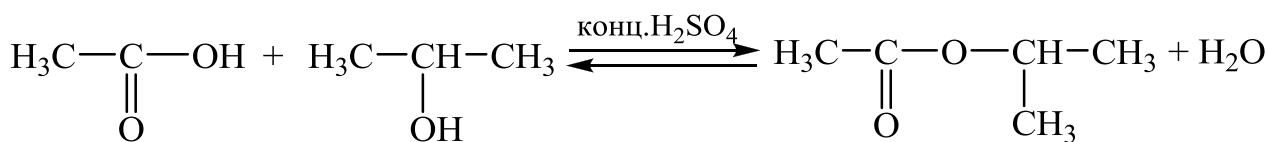
Таким чином, для одержання 2-пропанолу проводимо каталітичне відновлення 2-пропанону:



2 етап. Спирти реагують з карбоновими кислотами з виділенням води і утворенням відповідних естерів. Ця реакція називається естерифікацією. Одержані естери під дією води, що виділяється, здатні піддаватися гідролізу:



Для зміщення рівноваги у бік утворення естеру (праворуч) слід зв'язати воду, що утворюється, концентрованою сульфатною кислотою:



Оцтова кислота

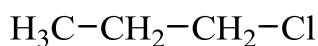
Ізопропанол

Ізопропілацетат

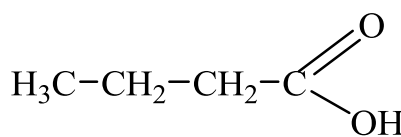
Навчальне завдання № 7

Із 1-хлорпропану одержати масляну кислоту, використовуючи нітрильний синтез. Написати схеми реакцій цієї кислоти з кальцій гідрокарбонатом і фосфор(V) хлоридом.

Загальний підхід. Порівнюючи формули вихідної сполуки і сполуки, що слід одержати, видно, що друга речовина має число атомів Карбону на один атом Карбону більше, ніж перша:

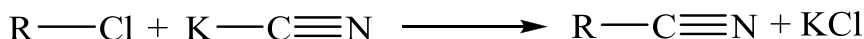


1-Хлорпропан



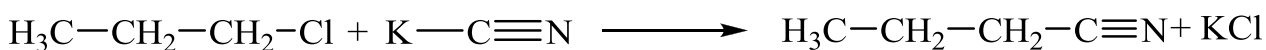
Масляна (бутанова) кислота

Збільшити карбоновий ланцюг на один атом Карбону можливо за допомогою нітрильного синтезу. Під дією солей синильної кислоти на галогенопохідні вуглеводнів утворюються нітрили кислот, таким чином у молекулу вводять додатковий атом Карбону:



Нітрили кислот, як й інші похідні карбонових кислот, в умовах гідролізу перетворюються на кислоти:

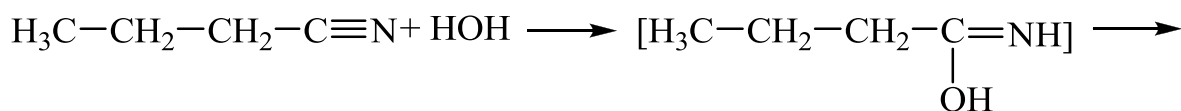
1 етап. Із 1-хлорпропану одержують нітрил кислоти, в якому є 4 атоми Карбону, тобто нітрил масляної (бутанової) кислоти:

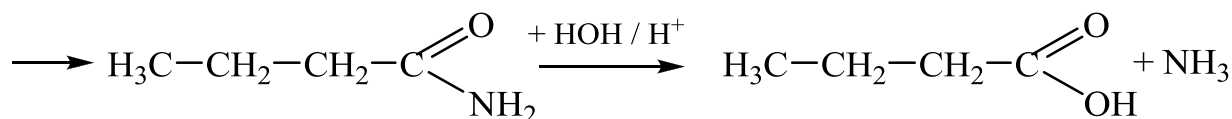


1-Хлорпропан

Нітрил масляної (бутанової) кислоти

Гідроліз нітрилів у присутності мінеральних кислот перебігає з утворенням карбонових кислот:

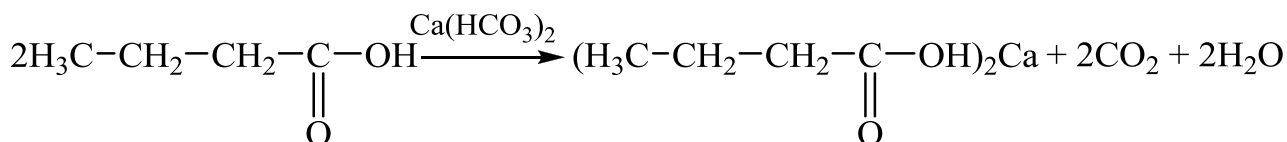




Амід масляної (бутанової) кислоти

Масляна (бутанова) кислота

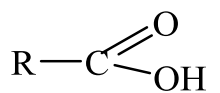
2 етап. У результаті реакцій взаємодії кислот з основами, солями, оксидами або активними металами Гідроген карбоксильної групи кислоти заміщується на метал і утворюються солі карбонових кислот:



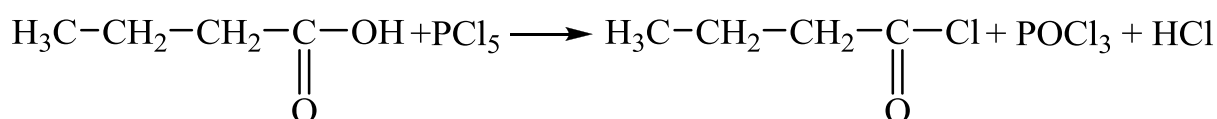
Масляна (бутанова) кислота

Кальцій бутират (бутаноат)

3 етап. Гідроксил у карбоксильній групі може бути заміщений різними атомами або групою атомів. Сполуки, які при цьому утворюються, називають функціональними похідними карбонових кислот загальною формулою



У реакції взаємодії кислоти з фосфор(V) хлоридом гідроксигрупа заміщується на галоген (атом хлору) з утворенням галогенангідриду:



Масляна (бутанова)
кислота

Хлорангідрид масляної (бутанової)
кислоти — бутирил (бутаноїл) хлорид

Гетерофункціональні похідні та гетероциклічні сполуки

Навчальне завдання № 1

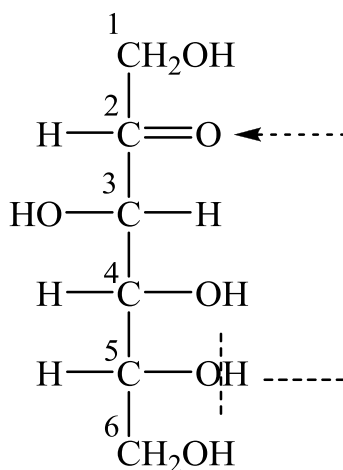
Написати схему взаємодії α -D-фруктофуранози з 1 моль етилового спирту (за присутності гідрогенхлориду).

Загальний підхід. α -D-фруктофураноза – представник кетогексоз загальної формули $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Наведена в умові назва D-фруктози свідчить, що вона представлена п'ятичленною (фуранозною) циклічною формою у вигляді α -таутомеру.

Приналежність до D-стереохімічного ряду показує, що конфігурація найбільш віддаленого від карбонільної групи асиметричного атому Карбону така, як і конфігурація D-гліцеринового альдегіду. Тому в проєкційній структурній формулі гідроксигрупу розміщують праворуч.

I етап. Моносахариди у водних розчинах існують у п'яти таутомерних формах: в оксо- або карбонільній (нециклічній) і чотирьох циклічних напівацетальних формах (два п'ятичленних цикли – фуранозні форми і два шестичленних – піранозні форми).

Спочатку записують оксоформу D-фруктози, використовуючи проекційну формулу Фішера. Карбонільна група утворюється вторинним атомом Карбону, тому D-фруктоза є кетогексозою. Приналежність до D-ряду визначають за конфігурацією п'ятого атому Карбону.

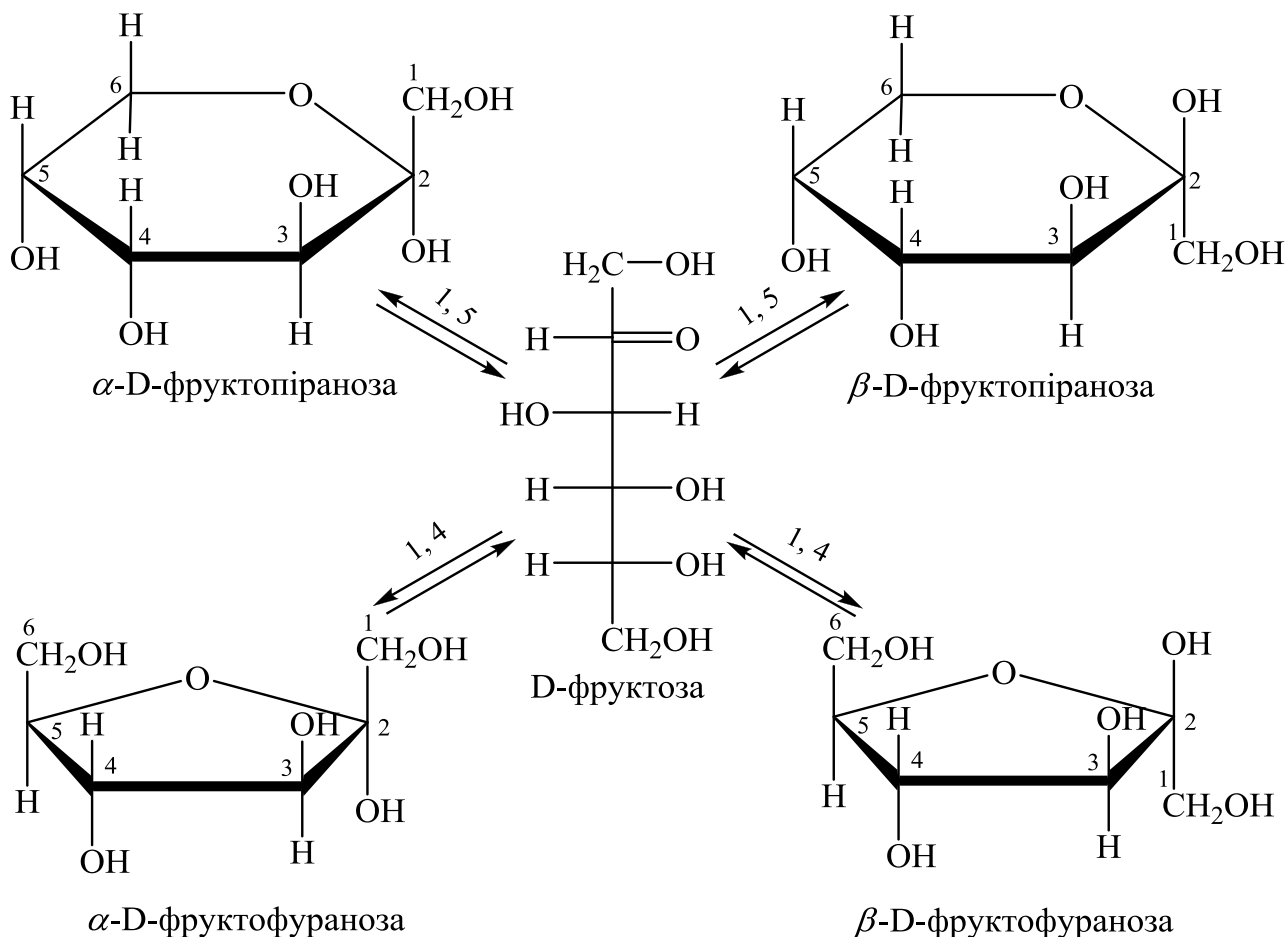


Утворення циклічних форм відбувається за рахунок таких перетворень: атом Гідрогену спиртової гідроксигрупи переходить до карбонільного Оксигену (за місцем розриву подвійного зв'язку), а Оксиген цього гідроксилу зв'язується з другим атомом Карбону. Якщо в перетвореннях бере участь гідроксил біля п'ятого атому Карбону, то утворюється п'ятичленний цикл, а якщо бере участь гідроксил біля шостого атому Карбону – утворюється шестичленний цикл (тобто відбувається 1,5- або 1,4-взаємодія). Другий атом Карбону, який в оксоформі був карбонільним Карбоном, називають напівацетальним атомом Карбону, а зв'язана з ним гідроксигрупа – напівацетальним або глікозидним гідроксидом. Цей атом Карбону в циклі стає асиметричним атомом і тому кожна напівацетальна форма, як піранозна, так і фуранозна, існують у вигляді двох стереоізомерів з протилежним просторовим розміщенням Гідрогену і гідроксигрупи біля напівацетального Карбону. Форми, в яких гідроксигрупа розміщується з того боку, з якого розташовується гідроксигрупа біля асиметричного атому Карбону, що визначає принадлежність моносахариду до D-, L-ряду, відносяться до α -форм, а ті, у яких вона розміщується з протилежного боку, – до β -форм.

Проекційні формули Фішера відображають будову моносахариду тільки умовно. Більш правильним і точним є спосіб відображення формул за Хеуорсом. Циклічні форми розміщують перспективно – перпендикулярно

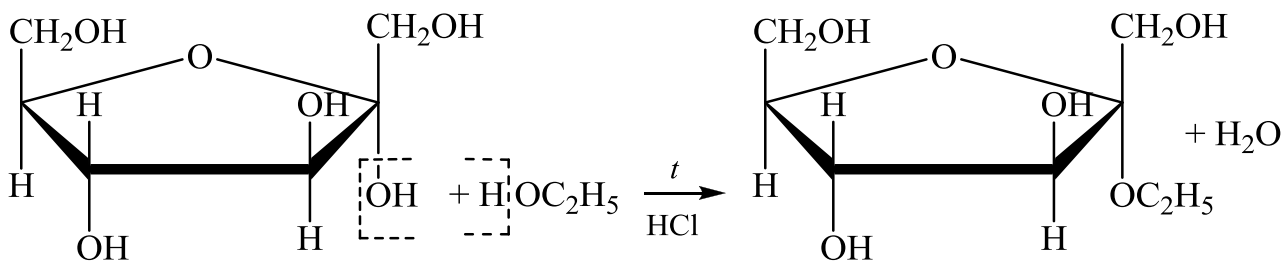
до площини кільця, згори або знизу розміщують атоми Гідрогену і гідроксигрупи.

Таутомерну рівновагу, яка існує в розчині D-фруктози, використовуючи формули Хеуорса, відображують наступною схемою:



2 етап. Необхідно розрізняти, яка з існуючих у розчині таутомерних форм може вступати в ту або іншу реакцію. Якщо реакція відбувається за карбонільною групою, то реагуватиме розкрита оксоформа (яка має карбонільну групу). У реакціях утворення глікозидів беруть участь гідроксигрупи і, перш за все, найбільш активний напівацетальний гідроксил. Схеми таких реакцій необхідно писати, використовуючи одну з напівацетальних форм.

За умовою задачі реакцію слід проводити з α -D-фруктофуранозою. Реакція моносахаридів зі спиртами перебігає за напівацетальним гідроксидом з утворенням глікозиду – похідного, в якому Гідроген гідроксигрупи заміщений на радикал. Реакція відбувається за умов нагрівання у присутності гідрогенхлориду. Інші гідроксогрупи за цих умов зі спиртами не взаємодіють.



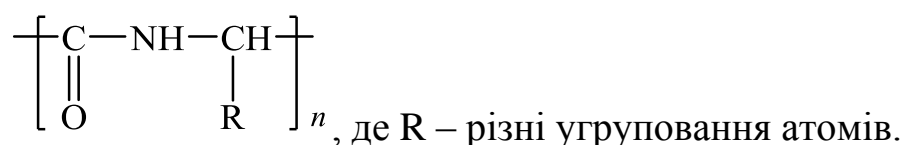
α -D-фруктофураноза

Етил- α -D-фруктофуранозид

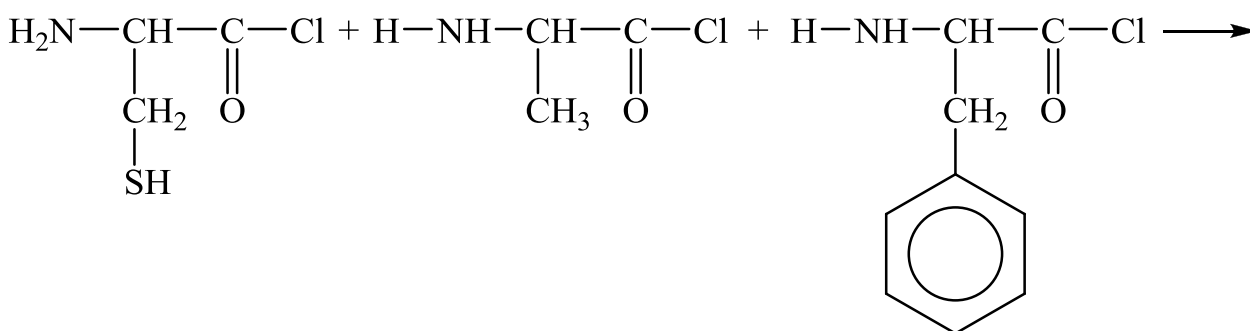
Навчальне завдання № 2

Написати схему утворення трипептиду з галогенангідридів наступних амінокислот: цистеїну, аланіну і фенілаланіну. Яка кольорова реакція вказує на присутність у цьому пептиді ароматичного угруповання? Написати схему цієї реакції.

Загальний підхід. Різні амінокислоти під час одержання білків зв'язуються за рахунок карбоксильної й аміногрупи з утворенням угруповання $-\text{CO}-\text{NH}-$, яке називається пептидним зв'язком. Продукт взаємодії двох α -амінокислот називається дипептидом, трьох – трипептидом, багатьох – поліпептидом. Реакції утворення поліпептидів з α -амінокислот складають основу синтезу білкових сполук у живих організмах. Загальну формулу поліпептиду можна записати наступним чином:



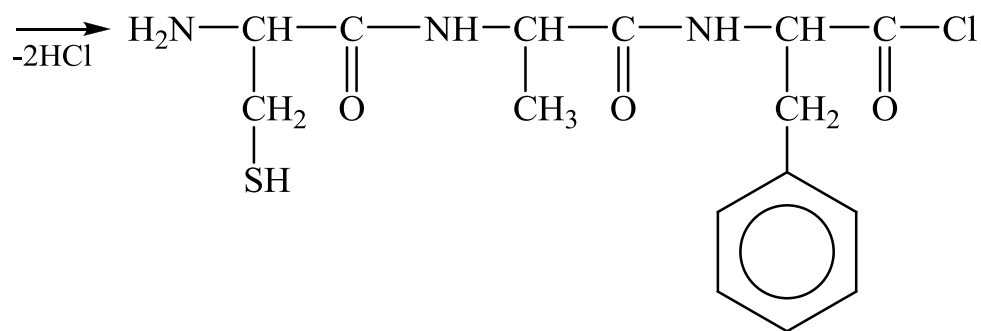
1 етап. Для синтезу білкових сполук використовують галогенангідриди α -амінокислот. За умовою в реакцію вводимо хлорангідриди вказаних амінокислот:



Хлорангідрид цистеїну

Хлорангідрид аланіну

Хлорангідрид фенілаланіну

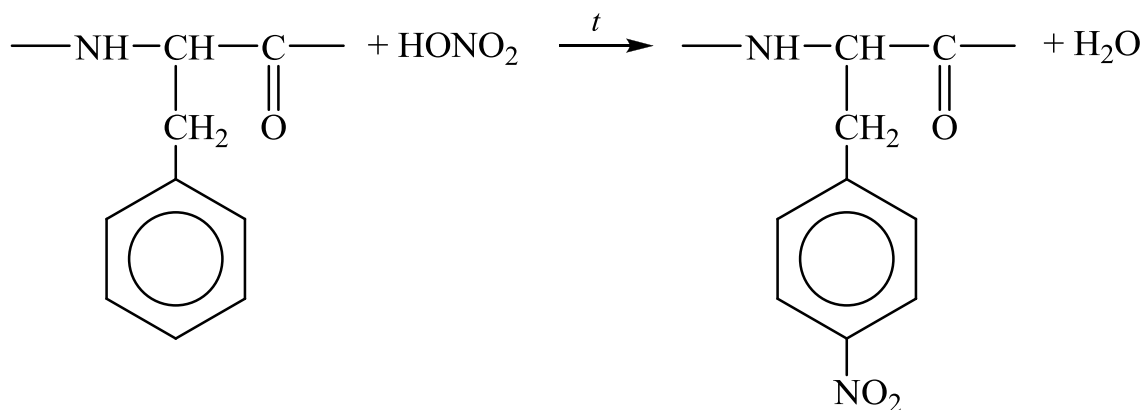


Трипептид: цистеїл-аланіл-фенілаланін

Називають пептиди за назвами α -амінокислот, які входять до їх складу, замінюючи функціональне закінчення -ін на -іл у тривіальних назвах тих амінокислот, які прореагували карбоксильною групою і їх карбоксильні групи утворили пептидний зв'язок. Таким чином, одержаний трипептид називають цистеїл-аланіл-фенілаланін.

2 етап. Однією з якісних реакцій на білки є ксантопротеїнова реакція, яка доводить присутність у білках ароматичних α -амінокислот. За умов нагрівання такого білка з концентрованою нітратною (азотною) кислотою розчин і осад його забарвлюються на жовтий колір.

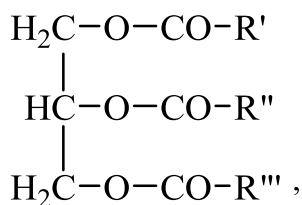
Ксантопротеїнова реакція – це реакція нітрування ароматичного кільця. Схему реакції з фрагментом пептидного ланцюгу наведено нижче:



Навчальне завдання № 3

Написати схему вичерпної гідрогенізації простого триацилгліцерину, до складу якого входить олеїнова кислота. Навести схему одержання твердого мила.

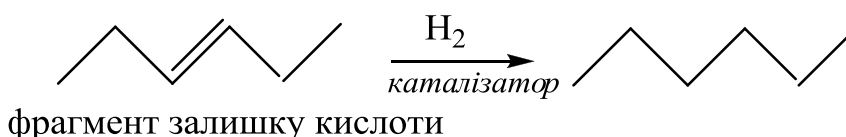
Загальний підхід. Жири – це повні естери триатомного спирту гліцерину (гліцеролу) і вищих карбонових кислот, що мають загальну форму:



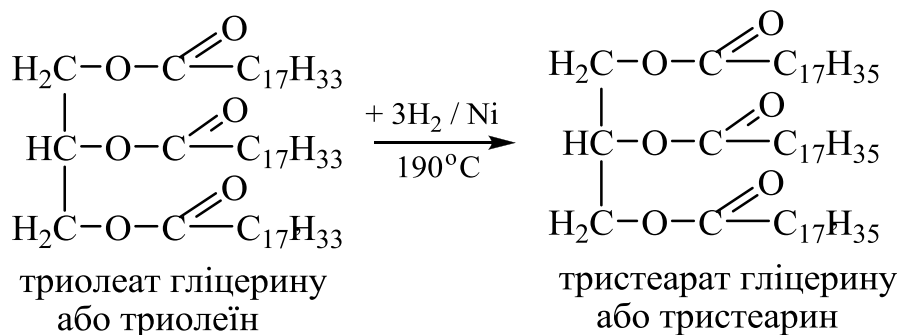
де R', R'', R''' – радикали алканових і алкенових кислот

Три гідроксили гліцерину можуть бути естерифіковані або тільки однією кислотою, або двома, або трьома різними кислотами. Триацилгліцерини, молекули яких містять однакові залишки жирних кислот, називаються простими, якщо залишки різних кислот – змішаними. Природні жири й олії містять переважно змішані триацилгліцерини.

1 етап. Гідрогенізація олій і жирів воднем (H₂) здійснюється за температур 180...240°C у присутності нікелевих або мідно-нікелевих катализаторів під тиском, як правило, близьким до атмосферного. Основна хімічна реакція, що перебігає під час гідрогенізації, – приєднання атомів Гідрогену до подвійних зв'язків залишків ненасичених жирних кислот:

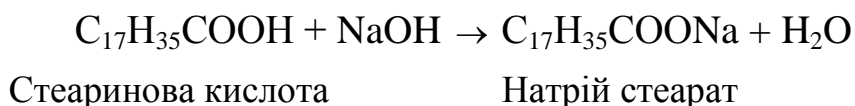


Схему гідрогенізації триолеїну можна зобразити таким чином:



2 етап. В результаті взаємодії вищих карбонових кислот з водними розчинами лугів утворюються солі відповідних кислот, які називаються милами. Натрієві солі вищих жирних карбонових кислот являють собою тверде мило, калієві солі – рідке мило.

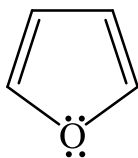
Схема одержання твердого мила:



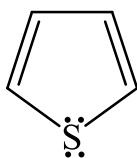
Навчальне завдання № 4

Написати схему одержання фурфуролу із пентоз. Навести схему реакції, за допомогою якої із фурфуролу можна одержати фуран.

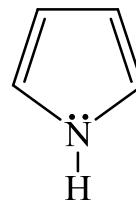
Загальний підхід. Найпоширенішими п'ятичленими сполуками з одним гетероатомом є фуран, тіофен і пірол. Їх можна розглядати як продукти заміщення в бензольному ядрі фрагмента $-\text{CH}=\text{CH}-$ гетероатомом з неподіленою парою електронів:



Фуран



Тіофен

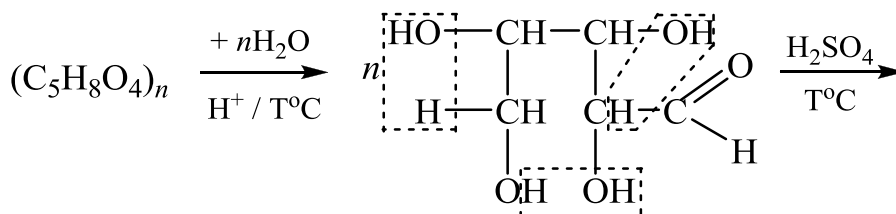


Пірол

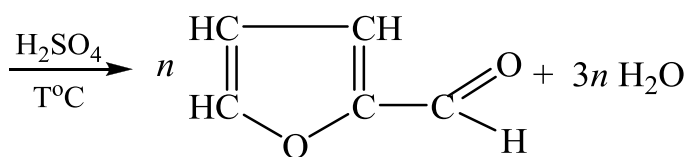
Серед похідних фурану найбільше значення має фурфурол – α -фуриловий альдегід, який за властивостями подібний до ароматичних альдегідів. Він використовується для виробництва деяких бактерицидних лікарських препаратів (фурацилін, фурадонін тощо), як сировина для фенолальдегідних пластмас і синтетичних волокон, в органічному синтезі тощо.

Фурфурол – безбарвна рідина з температурою кипіння 102°C і запахом житнього хліба, точніше, житній хліб має запах фурфуролу, який утворюється з пентоз під час випікання борошняних виробів.

1 етап. Фурфурол одержують нагріванням у кислому середовищі пентозовмісних полісахаридів – пентозанів (солома, висівки, соняшникове лушпиння, деревна тирса тощо). Процес починається з гідролізу пентозанів до альдопентоз (найчастіше до D-ксилози і D-арабінози), які далі дегідратуються на фурфурол:



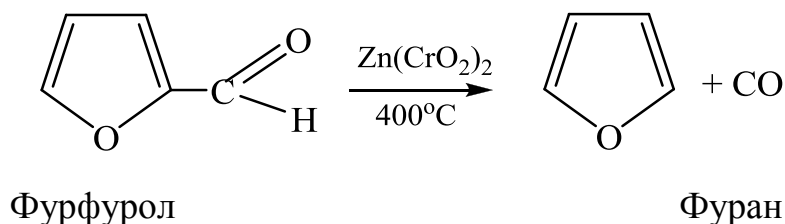
Альдопентоза



Фурфурол

2 етап. За хімічними властивостями фурфурол подібний до бензальдегіду і для нього характерними є реакції цього класу сполук. Так, він взаємодіє з натрій гідрогенсульфітом NaHSO_3 , синильною кислотою HCN , відновлюється до фурфурилового спирту й окиснюється до пірослізевої кислоти, вступає в реакцію Канніццаро.

У промисловості з природних вуглеводів (альдопентоз) добувають спочатку фурфурол, нагріванням якого в присутності каталізатора одержують фуран:



5. ВКАЗІВКИ ДО ВИБОРУ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ, ОФОРМЛЕННЯ ТА ВИКОНАННЮ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Навчальним планом із дисципліни «Харчова хімія. Розділ 2. Органічна хімія» передбачається виконання контрольної роботи.

Контрольна робота складається з 9 індивідуальних завдань з усього курсу органічної хімії. Зміст завдань відповідає таким темам:

- завдання 1 – «Вуглеводні»;
- завдання 2, 3 – «Гідроксисполуки – спирти і феноли»;
- завдання 4 – «Оксосполуки – альдегіди і кетони»;
- завдання 5 – «Карбонові кислоти»;
- завдання 6 – «Вуглеводи»;
- завдання 7 – «Аміни, амінокислоти, білки»;
- завдання 8 – «Ліпіди»;
- завдання 9 – «Гетероциклічні сполуки».

Перед виконанням контрольної роботи треба уважно опрацювати відповідні розділи в посібнику [1; 2].

Для вибору індивідуальних завдань, які повинен виконувати студент, необхідно зробити наступне:

1. На першій сторінці зошита написати повністю своє прізвище, ім'я та по батькові.

2. Потім оформити наступну таблицю:

Номери завдань	Прізвище	Ім'я	По батькові

3. Згідно з таблицею 1 визначити номери індивідуальних завдань для контрольної роботи.

Вибір індивідуальних завдань контрольної роботи проводять за першими п'ятьма літерами прізвища, першими трьома літерами імені та першою літерою по батькові студента.

Виходячи з перших п'яти літер Вашого прізвища, у таблиці 1 у колонках 1, 2, 3, 4, 5 добирають відповідно до літер номери завдань. Далі в колонках 6, 7, 8 тієї ж таблиці за першими трьома літерами Вашого імені – ще три завдання. Останнє завдання контрольної роботи беруть з колонки 9, виходячи з першої літери Вашого ім'я по батькові.

Літеру «і» вважати за «ї», а літеру «є» вважати за «е».

Приклади:

Номери завдань	Прізвище	Ім'я	По батькові
2; 21; 34; 46; 70; 90; 100; 120; 134	Пугачова	Ніна	Миколаївна

Оформлення контрольних робіт

1. На першій сторінці зошита в таблиці необхідно вказати номери завдань, які треба виконувати.

2. Робота повинна бути написана розбірливо, акуратно, грамотно. Формули необхідно писати чітко. Загальний обсяг відповідей на всі завдання контрольної роботи не повинен бути більший, ніж 8–10 аркушів.

3. Формулювання кожного завдання слід дослівно записати, після чого оформлювати відповідь.

4. На кожній сторінці необхідно залишати поля.

5. У кінці роботи необхідно навести перелік використаної навчальної літератури, дату виконання роботи та підпис.

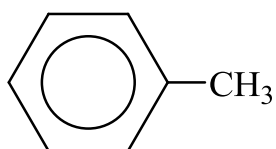
6. Не дозволяється переносити формули органічних сполук з одного рядка на інший.

7. Усі схеми реакцій необхідно писати із зазначенням умов реакції (температури, тиску, каталізатору та ін.).

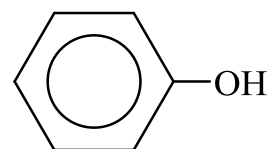
8. Слова необхідно писати повністю, уникаючи скорочень.

9. Під час оформлення не застосовувати скорочення у вигляді комбінації слів та хімічних символів, зокрема: «Na хлорид», «висока t». Слід писати «натрій хлорид» або NaCl, «висока температура» або $t = 450^{\circ}\text{C}$.

10. Структурні формули ароматичних сполук необхідно зображувати у вигляді циклів. Наприклад, формулу толуену або фенолу не рекомендується писати у молекулярній формі $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, а слід писати:



або



11. Під формулами органічних сполук слід писати їх назви.

Контрольна робота, яку виконано за самовільним або неправильно вибраним варіантом, а також оформлено з порушенням вимог, не зараховується.

Після перевірки контрольної роботи студент повинен виправити помилки, на які зауважив викладач.

Робота над помилками проводиться в тому ж зошиті письмово. Після цього студент повинен захистити контрольну роботу на співбесіді з викладачем, який перевіряв роботу.

Зараховані (після захисту) контрольні роботи повинні бути представлені під час іспиту.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Літери алфавіту		Перші п'ять літер прізвища					Перші три літери імені			Перша літера по батькові
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
а	о	1	16	31	46	61	76	91	106	121
б	п	2	17	32	47	62	77	92	107	122
в	р	3	18	33	48	63	78	93	108	123
г	с	4	19	34	49	64	79	94	109	124
д	т	5	20	35	50	65	80	95	110	125
е,є	у	6	21	36	51	66	81	96	111	126
ж	ф	7	22	37	52	67	82	97	112	127
з	х	8	23	38	53	68	83	98	113	128
и	ц	9	24	39	54	69	84	99	114	129
і,ї	ч	10	25	40	55	70	85	100	115	130
й	ш	11	26	41	56	71	86	101	116	131
к	щ	12	27	42	57	72	87	102	117	132
л	ю	13	28	43	58	73	88	103	118	133
м	я	14	29	44	59	74	89	104	119	134
н	ь	15	30	45	60	75	90	105	120	135

6. ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Дати загальну характеристику насиченим вуглеводням. Написати структурні формули чотирьох ізомерних вуглеводнів складу C_7H_{16} , головний ланцюг яких складається з п'яти вуглецевих атомів. Назвати їх за міжнародною номенклатурою. Позначити в них первинні, вторинні, третинні, четвертинні атоми Карбону

2. Пояснити, які сполуки називаються ізомерами. Написати чотири ізомери складу C_4H_9Br . Написати схему реакції взаємодії 2-бромбутану з металічним натрієм (синтез Вюрца). Назвати одержаний вуглеводень за міжнародною номенклатурою.

3. Охарактеризувати властивості алканів. Написати схему одержання ізобутану будь-яким методом та схему реакції його нітрування (з 1 моль HNO_3).

4. Дати загальну характеристику ненасиченим вуглеводням. Написати чотири ізомери, які належать до дієнових та ацетиленових вуглеводнів складу C_4H_6 і назвати їх за міжнародною номенклатурою. Для кожного ізомеру написати схему реакції взаємодії з 1 моль Br_2 .

5. Пояснити, які види ізомерії характерні для алкенів. Одержати етиленовий вуглеводень дегідратацією 3-метил-2-пентанолу. Написати схему реакції окиснення одержаного алкену розчином калій перманганату і назвати продукт реакції за міжнародною номенклатурою.

6. Написати рівняння реакції одержання алкену під дією спиртового розчину лугу на 2-бром-2-метилбутан. Назвати вуглеводень за міжнародною номенклатурою і написати для нього схеми реакцій з:

- гідрогенхлоридом;
- лужним розчином калій перманганату;
- водою (у присутності сульфатної кислоти).

Назвати одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

7. Охарактеризувати властивості алкадієнів. Написати 5 сполук з ізолюваними, спряженими та кумульованими подвійними зв'язками загальною формулою C_5H_8 . Написати схему реакції 1,3-пентадієну з 1 моль бромом і назвати сполуки за міжнародною номенклатурою.

8. Дати загальну характеристику алкінів. Написати формули і назви органічних сполук, які одержують взаємодією 1-бутину з наступними реагентами:

- HBr (1 моль);
- H_2O (H^+ , Hg);

в) Br_2 (2 моль);

г) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$.

9. Охарактеризувати хімічні властивості алкінів. Навести схеми реакцій, за допомогою яких можна відрізнити пентан, 1-пентен і 1-пентин. Відповідь обґрунтувати.

10. Охарактеризувати хімічні властивості циклоалканів. Написати рівняння реакцій циклопропану, циклобутану і циклопентану з наступними реагентами:

а) 1 моль бромиду;

б) 1 моль водню (у присутності каталізатора).

Назвати одержані сполуки.

11. Пояснити, які види ізомерії характерні для циклоалканів. Написати схеми реакцій α -пінену з наступними реагентами:

а) 1 моль хлору;

б) гідрогенбромідом.

12. Пояснити, які полуки відносяться до терпенів. Написати рівняння реакцій лімонену з наступними реагентами:

а) водою в кислому середовищі;

б) бромною водою;

в) воднем.

13. Дати загальну характеристику ароматичним вуглеводням. Написати схеми одержання бензолу з таких вихідних речовин:

а) ацетилену;

б) циклогексану.

Навести приклади реакцій заміщення та приєднання для бензолу. Назвати одержані сполуки.

14. Написати структурні формули чотирьох ізомерних ароматичних сполук складу C_8H_{10} і назвати їх. Зазначити, які ізомери здатні утворювати фталеві кислоти. Написати схеми реакцій їх утворення.

15. Охарактеризувати хімічні властивості аренів. Написати схеми наступних реакцій:

а) *пара*-метилізопропілбензол з H_2 ((Ni, t, p));

б) *орто*-ксилол з KMnO_4 (H_2SO_4);

в) бензойна кислота з CH_3COCl (AlCl_3).

г) хлорбензол з CH_3Cl (AlCl_3).

Назвати одержані сполуки.

16. Одержати відповідний спирт відновленням пропіонового альдегіду і написати для одержаної речовини такі реакції:

а) внутрішньомолекулярної дегідратації (у присутності концентрованої сульфатної кислоти за умов нагрівання);

б) з металічним натрієм;

в) з гідрогенбромідом.

Назвати одержані сполуки.

17. Одержати етиловий спирт з ацетилену. Написати схеми реакцій, які характеризують властивості етилового спирту (реакції приєднання, заміщення, окиснення, дегідратації). Назвати одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

18. Написати схеми реакцій окиснення первинного, вторинного та третинного спиртів складу $C_5H_{11}OH$. Назвати вихідні сполуки та продукти реакції за міжнародною номенклатурою.

19. Написати структурні формули всіх ізомерних ароматичних спиртів складу $C_9H_{12}O$ і для кожного з них реакцію окиснення. Назвати сполуки за міжнародною номенклатурою.

20. Написати структурні формули наступних спиртів:

а) 1-пропанол;

б) 2-бутанол;

в) 3-метил-3-пентанол;

Зазначити, які з них є первинними, вторинними та третинними. Написати схеми реакцій окиснення кожного спирту. Назвати продукти реакцій.

21. Одержати дегідратацією відповідних спиртів такі сполуки:

а) метилпропіловий етер;

б) дибутиловий етер;

в) 2-бутен;

г) 2-метил-1-пентен.

22. Зазначити реакції одержання етерів з етанолу та ізопропанолу спиртів у присутності концентрованої сульфатної кислоти. Назвати одержані етери.

23. Одержати гідратацією відповідних етиленових вуглеводнів такі спирти:

а) 3,3-диметил-2-бутанол;

б) 2-метил-2-пентанол;

в) 3-метил-2-гексанол;

г) 2,3-пентадіол.

Назвати вихідні сполуки і зазначити серед них первинні, вторинні та третинні спирти.

24. Написати схеми одержання 2-пропанолу з наступних сполук:

- а) 2-хлорпропану;
- б) пропану;
- в) 1-пропену;
- г) пропанону;
- д) пропіну.

25. Одержати одноатомні спирти при відновленні таких сполук:

- а) 2-метилпропаналь;
- б) метилетилкетон;
- в) етилізопропілкетон;
- г) 2-метилпентаналь;
- д) 2-бутанон.

Назвати одержані спирти за міжнародною номенклатурою.

26. Написати рівняння реакцій:

- а) 2,2-диметил-1-бутанолу з метиловим спиртом (у присутності концентрованої сульфатної кислоти);
- б) етиленгліколю з купрум(II) гідроксидом;
- в) 2-пропанолу з водним розчином калій біхромату (у присутності сульфатної кислоти за умов нагрівання);
- г) гліцерину з нітратною кислотою;
- д) бензилового спирту з п'ятихлористим фосфором.

Назвати одержані сполуки.

27. Написати схеми реакцій одержання з пропанолу таких сполук:

- а) 1,2-пропандіол;
- б) ацетон;
- в) пропанова кислота;
- г) дипропіловий етер.

28. Написати схеми реакцій окиснення та внутрішньомолекулярної дегідратації таких спиртів;

- а) 1-бутанол;
- б) 2,4-диметил-1-пентанол;
- в) 1,3-пентадіол.

Назвати одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

29. Написати схеми реакцій, які характеризують хімічні властивості пропілового спирту: реакції приєднання, заміщення, окиснення, дегідратації, дегідрування. Назвати одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

30. Написати схеми реакцій одержання вторинного пропілового спирту з:

- а) відповідного кетону;
- б) етиленового вуглеводню.

Написати схеми взаємодії одержаного спирту з металічним натрієм і метанолом (у присутності концентрованої сульфатної кислоти). Назвати вихідні та одержані сполуки.

31. Написати схеми реакцій взаємодії:

- а) *para*-нітрофенолу з натрій гідроксидом;
- б) натрій феноляту з йодетаном;
- в) резорцину з бромною водою;
- г) α -нафтолу з металічним натрієм.

Назвати одержані сполуки.

32. Написати схеми послідовних реакцій одержання фенолу з бензолу різними способами.

33. Написати схеми реакцій взаємодії фенолу з наступними реагентами:

- а) нітратною кислотою;
- б) натрій гідроксидом;
- в) бромною водою;
- г) п'ятихлористим фосфором.

Назвати одержані сполуки.

34. Пояснити відмінності в будові і властивостях фенолів і ароматичних спиртів. Підтвердити пояснення відповідними схемами реакцій.

35. Написати рівняння послідовних реакцій одержання уксуснофенілового естеру за схемою:

бензен \rightarrow бензенсульфо кислота \rightarrow натрієва сіль бензенсульфо кислоти \rightarrow
 \rightarrow натрій фенолят \rightarrow фенол \rightarrow оцтовофеніловий естер.

36. Написати схеми реакцій взаємодії наступних пар сполук:

- а) *para*-бромфенолу з натрій гідроксидом;
- б) феноляту натрію з хлористим метилом;
- в) оксигідрохінону з надлишком оцтового ангідриду;
- г) резорцину з нітратною кислотою.

Назвати одержані сполуки.

37. Із нафталену одержати α -нафтол за такою схемою:

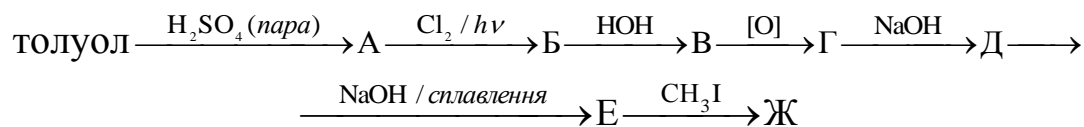
нафтален \rightarrow α -сульфонафтален \rightarrow α -нафтол.

Написати для кожного перетворення відповідну схему реакції.

38. Написати структурні формули і назвати ізомерні двоатомні і триатомні феноли. Навести схеми реакцій взаємодії гідрохінону з натрій гідроксидом; оцтовим ангідридом; п'ятихлористим фосфором.

39. Написати схеми реакції одержання дифенілового етеру за схемою:
ізопропілбензол → фенол → натрій фенолят → дифеніловий етер.

40. Написати схеми реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення, і назвати всі продукти:



41. Написати схеми реакцій одержання таких сполук:

- фенілетилового етеру;
- оцтовобензилового естеру.

42. Написати структурні формули чотирьох ізомерних ароматичних гідроксисполук складу $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ та назвати їх. Навести схеми реакцій одного з ізомерів із натрій гідроксидом, бромною водою, воднем (у присутності каталізатору), назвати одержані сполуки.

43. Написати схеми реакції одержання з бензену таких сполук:

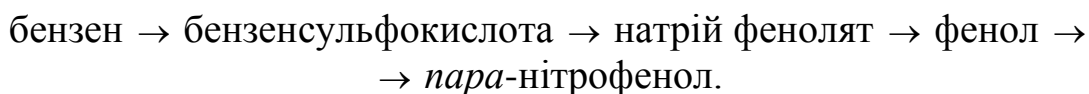
- пара*-крезолу;
- мета*-нітрофенолу;
- бензилового спирту.

44. Написати схеми реакцій взаємодії таких пар сполук:

- орто*-нітрофенолу з оцтовим ангідридом;
- натрій феноляту з йодистим пропілом;
- бензилового спирту з масляною кислотою (у присутності концентрованої сульфатної кислоти);
- β -нафтолу з калій гідроксидом.

Назвати одержані сполуки.

45. Написати схеми реакцій одержання *пара*-нітрофенолу за схемою:



46. Навести схеми реакцій, що відбуваються при каталітичному дегідуванні первинного та вторинного бутилових спиртів. Пояснити хімічні властивості одержаних сполук.

47. Одержати оцтовий альдегід з ацетилену і написати для цього альдегіду схеми реакції:

- окиснення;
- відновлення;
- приєднання.

Назвати одержані сполуки.

48. Із 1-бутину за реакцією гідратації (реакція Кучерова) одержати бутанон і для нього написати схеми реакцій окиснення, відновлення і взаємодії з сильною кислотою та гідроксиламіном. Назвати одержані сполуки.

49. Окисненням відповідних спиртів одержати наступні оксосполуки: 2-метилбутаналь, метилізопропілкетон. Порівняти їх хімічні властивості на прикладі реакцій окиснення. Назвати вихідні та одержані сполуки.

50. Написати структурні формули ізомерних альдегідів і кетонів загальної формули C_4H_8O та назвати їх за міжнародною номенклатурою. Для одного з ізомерів написати схеми таких реакцій:

- а) приєднання синильної кислоти;
- б) приєднання водню (у присутності нікелю);
- в) окиснення.

Назвати одержані сполуки.

51. Написати для масляного альдегіду схеми таких реакцій:

- а) «срібного дзеркала»;
- б) альдольної конденсації;
- в) відновлення.

Назвати одержані сполуки.

52. Написати схеми реакцій взаємодії таких пар сполук:

- а) бутаналь із купрум(II) гідроксидом за умов нагрівання;
- б) метилізопропілкетон з натрій гідрогенсульфітом;
- в) 2-пентанон із п'ятихлористим фосфором;
- г) 4-метил-2-гексанон з гідроксиламіном.

Назвати одержані сполуки.

53. Написати структурні формули і назви трьох кетонів складу $C_5H_{10}O$. Для одного з ізомерів написати схеми таких реакцій:

- а) окиснення;
- б) відновлення;
- в) взаємодії з фенілгіdraзином.

Назвати одержані сполуки.

54. Одержати диметилкетон різними способами (окиснення спиртів, гідроліз дигалогенопохідних вуглеводнів, піроліз солей карбонових кислот тощо) і написати для нього реакції взаємодії з натрій гідрогенсульфітом і гідроксиламіном. Назвати вихідні та одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

55. Із відповідного ацетиленового вуглеводню за реакцією Кучерова одержати 4-метил-2-пентанон. Навести схеми реакцій приєднання і заміщення для цієї сполуки. Назвати вихідні та одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

56. Одержати з відповідних спиртів масляний альдегід та метилетилкетон. Написати схеми реакцій відновлення та окиснення цих сполук. Усі сполуки назвати за міжнародною номенклатурою.

57. Написати структурні формули наступних сполук:

- а) ізомасляний альдегід;
- б) метилізопропілкетон;
- в) 3-метил-пентаналь;
- г) 2,2-диметил-3-гексанон;
- д) 2,4-пентадіон.

Написати схеми реакцій окиснення ізомасляного альдегіду і відновлення метилізопропілкетону. Назвати одержані сполуки.

58. Із 1-хлорбутану одержати бутанон і для нього написати схему реакції відновлення. Назвати усі речовини за міжнародною номенклатурою.

59. Написати схеми реакцій взаємодії наступних сполук:

- а) бутаналь із розчином Фелінга;
- б) метилізопропілкетон із натрій гідрогенсульфітом;
- в) 3-пентанон із п'ятихлористим фосфором;
- г) 2-метил-пентаналь із фенілгідразином;
- д) 2,3-диметилгексаналь із метиловим спиртом.

Назвати одержані сполуки за міжнародною номенклатурою.

60. Запропонувати декілька способів одержання бутаналу і написати для нього схеми реакцій:

- а) «срібного дзеркала»;
- б) взаємодії із воднем;
- в) взаємодії із фенілгідразином.

Назвати одержані сполуки.

61. Одержати оцтову кислоту з метилброміду за допомогою нітрильного синтезу. Написати схеми реакцій оцтової кислоти з:

- а) етанолом у присутності концентрованої сульфатної кислоти;
- б) п'ятихлористим фосфором;
- в) магній гідроксидом.

Назвати одержані сполуки.

62. Навести схеми реакцій одержання валеріанової кислоти з амілового спирту. Написати реакції її взаємодії з такими сполуками:

- а) кальцій оксидом;
- б) 2-бутанолом (у присутності концентрованої сульфатної кислоти);
- в) амоніаком за умов нагрівання.

Назвати одержані сполуки.

63. Одержати щавлеву кислоту окисненням відповідного двохатомного спирту і написати схеми реакцій цієї кислоти з:

- а) метиловим спиртом у присутності концентрованої сульфатної кислоти;
- б) натрій гідроген карбонатом;
- в) п'ятихлористим фосфором.

Назвати одержані сполуки.

64. Написати схему послідовного одержання естеру з пропаналю та пропанону (через стадії одержання кислоти і спирту). Назвати сполуки і написати для одержаного естеру схему лужного гідролізу.

65. Із бурштинової кислоти одержати такі сполуки:

- а) бурштиновий ангідрид;
- б) дипропіловий естер бурштинової кислоти;
- в) монохлорангідрид бурштинової кислоти;
- г) амід бурштинової кислоти

66. Одержати ізомасляну кислоту окисненням відповідної карбонільної сполуки. Написати схеми реакцій взаємодії цієї кислоти з такими сполуками:

- а) крейдою;
- б) п'ятихлористим фосфором;
- в) 2-пропанолом (у присутності концентрованої сульфатної кислоти).

Назвати одержані сполуки.

67. Із 1-хлорпропану одержати пропіонову кислоту і написати схеми реакції її взаємодії із такими речовинами:

- а) сода;
- б) етанол у присутності концентрованої сульфатної кислоти;
- в) амоніак за умов нагрівання.

Назвати одержані сполуки.

68. Використовуючи як вихідні сполуки ацетилен та етанол, одержати етилацетат і написати для одержаного естеру схеми реакцій взаємодії із натрій гідроксидом, амоніаком, ізопропанолом. Назвати одержані сполуки.

69. Одержати пропіонову кислоту з 1,1,1-трихлорпропану і написати схеми реакцій взаємодії цієї кислоти з такими сполуками:

- а) п'ятихлористим фосфором;
- б) ізопропанолом (у присутності концентрованої сульфатної кислоти);
- в) амоніаком;
- г) кальцій гідроксидом.

70. Написати формули молочної, яблучної, винної та лимонної кислот і визначити їх атомність і основність. Написати схеми реакцій одержання калій тартрату (сіль винної кислоти), амоній лактату (сіль молочної кислоти), діаміду яблучної кислоти.

71. Написати схеми реакцій взаємодії таких сполук:

- а) L-молочна кислота з пропіловим спиртом;
- б) саліцилова кислота з концентрованою нітратною кислотою у присутності концентрованої сульфатної кислоти;
- в) галова кислота з надлишком калій гідроксиду;
- г) мезовинна кислота з металічним натрієм.

72. Написати схеми реакцій утворення молочної кислоти з:

- а) оцтового альдегіду;
- б) пропіонової кислоти;
- в) піровиноградної кислоти.

73. Із брометану одержати такі сполуки:

- а) малонову кислоту;
- б) бурштинову кислоту;
- в) фталеву кислоту.

74. Навести схеми реакцій одержання з оцтової кислоти оцтового ангідриду, кальцій ацетату, ізопропілацетату, нітрилу оцтової кислоти.

75. Написати схеми реакцій одержання акрилової кислоти такими способами:

- а) дегідрогалогенуванням галогенопохідної кислоти;
- б) дегідратацією оксикислоти;
- в) із ацетилену.

Назвати вихідні сполуки за міжнародною номенклатурою.

76. Написати схему таутомерних перетворень D-фруктози. Пояснити існування ізомерних циклічних форм молекул (α - і β -форми). Написати реакцію взаємодії α -D-фруктопіранози з етиловим спиртом, назвати продукт реакції.

77. Написати схему таутомерних перетворень D-манози і відмітити в молекулі асиметричні атоми Карбону. Написати реакції взаємодії α -D-манопіранози з купрум(II) гідроксидом за умов нагрівання і метанолом. Назвати продукти реакції.

78. Пояснити, за допомогою яких реакцій можна відрізнити сахарозу і мальтозу. Написати схеми відповідних реакцій. Дати пояснення щодо відновлюючих і невідновлюючих властивостей дисахаридів.

79. Написати схеми будови молекул крохмалю і целюлози, застосовуючи формули Хеуорса. Пояснити схожість і відмінність їх будови. Охарактеризувати властивості цих сполук.

80. Написати структурну формулу і назву відновлюючого дисахариду, який утворюється з двох молекул α -D-глюкопіранози. Написати схему реакції окиснення цього дисахариду.

81. Пояснити, за допомогою яких реакцій можна відрізнити сахарозу і лактозу. Написати схеми відповідних реакцій. Дати пояснення щодо відновлюючих і невідновлюючих властивостей дисахаридів.

82. Пояснити будову і властивості фракцій крохмалю – амілози й амілопектину. Скласти схему ступінчастого гідролізу крохмалю і пояснити його значення. Написати схеми утворення піранозних і фуранозних α - і β -форм D-фруктози. Відмітити всі хіральні атоми Карбону.

83. Навести і пояснити будову молекули сахарози. Охарактеризувати процеси інверсії і карамелізації сахарози.

84. Навести схеми реакцій одержання аскорбінової кислоти. Пояснити її властивості та значення.

85. Навести будову молекул мальтози і сахарози, застосовуючи формули Хеуорса. Пояснити, який із цих дисахаридів і чому є відновлюючим. Пояснення підтвердити відповідними схемами реакцій.

86. Написати структурну формулу і назву невідновлюючого дисахариду, який утворюється з двох молекул α -D-глюкопіранози. Пояснити властивості одержаного дисахариду і навести відповідні схеми реакцій.

87. Навести схеми реакцій окиснення моносахаридів до -онових, -арових, -уронових кислот. Пояснити, для молекул яких із цих кислот характерні таутомерні перетворення. Написати схеми відповідних реакцій. Назвати одержані сполуки.

88. Пояснити будову і властивості клітковини. Одержати естери клітковини з нітратною кислотою: колоксилін і піроксилін та пояснити їх застосування.

89. Написати схему кислотного гідролізу крохмалю. Пояснити сутність і значення процесів декстринізації і клейстеризації крохмалю.

90. Написати і пояснити будову пектинових речовин. Навести їх значення і напрями застосування.

91. Пояснити будову та ізомерію амінокислот. Написати схеми наступних реакцій:

а) цистеїну з лугом;

б) серину з хлоридною кислотою;

в) гліцину з аспарагіною кислотою.

Назвати одержані сполуки.

92. Пояснити, які сполуки називаються поліпептидами. Написати схему реакції утворення трипептиду гліцил-цистеїл-фенілаланіну.

93. Виходячи з будови молекул амінокислот, пояснити їх фізичні властивості. Написати схему реакції одержання трипептиду з цистеїну, фенілаланіну та аспарагінової кислоти. Назвати одержаний трипептид.

94. Пояснити, які сполуки називаються амінами, навести їх класифікацію. Написати схеми реакцій етиламіну з:

а) хлоридною кислотою;

б) нітритною кислотою;

в) ацетилхлоридом.

Назвати продукти реакції.

95. Охарактеризувати хімічні властивості амінокислот на прикладі аланіну (утворення внутрішньої солі, амфотерні властивості, характерні реакції за функціональними групами). Написати схеми відповідних реакцій і назвати одержані сполуки.

96. Дати визначення класу сполук білки і навести класифікацію білків за хімічною будовою. Одержати трипептид з аланіну і двох молекул гліцину. Назвати одержаний трипептид.

97. Навести формули відомих α -амінокислот: моноаміномонокарбонової, діаміномонокарбонової і моноамінодикарбонової. Пояснити на їх прикладі поняття ізоелектричної точки кислот. Для однієї із наведених кислот написати реакції взаємодії із хлоридною кислотою і натрій гідроксидом. Назвати одержані сполуки.

98. Дати визначення класу сполук аміни і пояснити види їх ізомерії. Написати формули первинного, вторинного і третинного амінів складу C_3H_9N та схеми їх взаємодії із нітритною кислотою.

99. Навести властивості α -амінокислот. Написати схеми реакцій аспарагінової кислоти з:

а) калій гідроксидом;

б) нітратною кислотою;

в) двома молекулами гліцеролу.

Назвати одержані сполуки.

100. Зазначити загальну схему гідролізу білків і пояснити їх значення. Написати схему реакції одержання трипептиду з гліцину, глутамінової кислоти і цистеїну. Назвати одержаний трипептид.

101. Пояснити утворення пептидного зв'язку. Написати схему реакції одержання тетрапептиду аланіл-серил-гліцил-лізин. Пояснити кольорові реакції, які характерні для наведеного тетрапептиду.

102. Дати загальну характеристику хімічних властивостей α -амінокислот. Написати такі реакції для амінокислот:

- а) дисоціація лізину;
- б) взаємодія аспарагінової кислоти з лугом;
- в) взаємодія аланіну з нітритною кислотою.

Назвати одержані сполуки.

103. Зазначити і пояснити, яку реакцію середовища, кислу, лужну або нейтральну, мають водні розчини:

- а) аланіну;
- б) аспарагінової кислоти;
- в) лізину.

Написати схеми дисоціації цих кислот.

104. Охарактеризувати властивості білків (гідроліз, гідратація, дегідратація, осадження). Написати схему реакції одержання трипептиду з цистеїну, лізину та аланіну. Назвати одержаний трипептид і визначити кольорові реакції, які характерні для цього трипептиду.

105. Пояснити, що таке пептиди і пептидний зв'язок. Написати схему реакції утворення тетрапептиду, послідовно з'єднуючи аланін, фенілаланін, гліцерин та аспарагінову кислоту. Назвати одержаний тетрапептид і визначити для нього значення ізоелектричної точки.

106. Написати схему утворення і назву змішаного триацилгліцерину з гліцерину, олеїнової і двох молекул стеаринової кислот. Навести схему омилення цього жиру і пояснити, за яких умов утворюється тверде і рідке мило.

107. Написати структурну формулу олеоліноленостеарину і пояснити, як визначається консистенція жиру з триацилгліцерином переважно такого складу. Підтвердити ненасиченість цього триацилгліцерину схемою відповідної якісної хімічної реакції.

108. Написати схему одержання пальмітодистеарину і пояснити, як визначається консистенція жиру з триацилгліцерином переважно такого складу. Одержати з триацилгліцерину рідке і тверде мило. Назвати одержані сполуки.

109. Написати схему утворення бутироліноленостеарину і схему його гідрогенізації. Назвати одержаний триацилгліцерин і зазначити схему його кислотного гідролізу.

110. Написати формули п'яти кислот, які найчастіше входять до складу жирів і масел. Пояснити, як визначається консистенція жиру. Навести

схему каталітичного гідрування олеодилінолену, назвати продукт реакції і охарактеризувати властивості вихідного і одержаного триацилгліцерину.

111. Написати структурну формулу змішаного триацилгліцерину, який утворено з пальмітинової, олеїнової і лінолевої кислот, назвати його і пояснити, як визначається консистенція жиру з триацилгліцеринами переважно такого складу. Навести схему каталітичного гідрування цього триацилгліцерину і охарактеризувати властивості вихідного і одержаного жиру.

112. Одержати естер з гліцерину, пальмітинової і ліноленової кислоти, назвати його. Навести схему каталітичного гідрування цього триацилгліцерину. Охарактеризувати процеси, що перебігають під час згортання жиру.

113. Написати схему одержання пальмітодистеарину і зазначити консистенцією жиру з триацилгліцеринами переважно такого складу. Навести схему гідролізу цього триацилгліцерину у присутності натрій гідроксиду і назвати продукти реакції.

114. Написати схеми реакцій кислотного і лужного гідролізу тристеарину. Навести схему взаємодії продукту лужного гідролізу з кальцій гідрогенкарбонатом. Назвати одержані сполуки.

115. Написати схему реакції одержання олеопальмітостеарину і зазначити консистенцією жиру з триацилгліцеринами переважно такого складу. Навести схему гідролізу цього жиру у присутності калій гідроксиду і відмітити консистенцію утвореного мила.

116. Дати визначення класу сполук жири. Від чого залежить консистенція жиру? Написати структурні формули змішаного триацилгліцерину пальмітодіолеїну. Охарактеризувати його властивості, навівши схеми відповідних реакцій. Навести схему якісної реакції, що підтверджує властивості триацилгліцерину як ненасиченої сполуки.

117. Написати схеми реакцій одержання таких триацилгліцеринів:

- а) бутиропальмітостеарин;
- б) триолеїн.

Порівняти фізичні та хімічні властивості зазначених триацилгліцеринів, відповідь підтвердити схемами реакцій.

118. Написати схеми таких реакцій:

- а) каталітичного гідрування ліноленодіолеїну;
- б) омилення пальмітодистеарину.

Назвати продукти реакцій.

119. Одержати змішаний триацилгліцерин з олеїнової, лінолевої і ліноленової кислот і навести схему його гідрогенізації. Назвати вихідний триацилгліцерин і продукт гідрогенізації та порівняти їх властивості.

120. Провести лужний гідроліз (омилення) змішаного триацилгліцерину пальмітоолеостеарин. Написати схеми реакцій однієї з одержаних солей з сульфатною кислотою, кальцій хлоридом.

121. Написати структурну формулу піридину і навести схеми реакцій, які характеризують властивості цієї сполуки (відношення піридину і β -метилпіридину до дії окисників, реакція з гідроген хлоридом, нітрування).

122. Написати структурні формули піридину та ізомерів етилпіридину. Назвати ізомери. Для одного з них написати схеми реакції з:

- а) хлоридною кислотою;
- б) окисником.

123. Дати визначення класу гетероциклічних сполук. Одержати тіофен з ацетилену і гідрогенсульфуру і стисло охарактеризувати цю сполуку. Написати схеми реакцій сульфування і хлорування тіофену.

124. Одержати фурфурол із пентози. Охарактеризувати властивості фурфуролу і його галузі використання (написати схеми реакцій окиснення і відновлення фурфуролу).

125. Написати формули фурану, індолу і нікотинової кислоти. Зазначити, які гетероатоми містять ці сполуки. Написати реакції взаємодії фурану з амоніаком, індолу з киснем і нікотинової кислоти з лугом.

126. Написати схеми реакції піролу з:

- а) металічним калієм;
- б) воднем (у присутності каталізатора);
- в) гідрогенсульфуром (у присутності Al_2O_3).

Назвати одержані сполуки. Охарактеризувати значення піролу для життєдіяльності тварин і рослин.

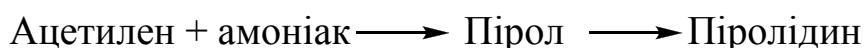
127. Стисло охарактеризувати властивості фурану як ароматичної сполуки. Написати схеми реакцій фурану з:

- а) ацетилнітратом;
- б) бромом (у діоксані);
- в) оцтовим ангідридом.

Назвати одержані сполуки.

128. Написати структурні формули фурфуролу і пірослізевої кислоти. Стисло охарактеризувати хімічні властивості фурфуролу. Зазначити способи одержання фурфуролу?

129. З ацетилену й амоніаку одержати піролідін за схемою:



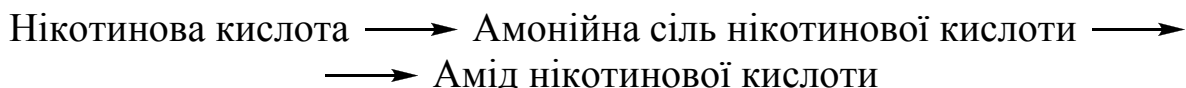
Охарактеризувати хімічні властивості піролу (реакції з металічним калієм і воднем) і зазначити схеми відповідних реакцій.

130. Написати схеми наступних реакцій:

- а) піридину з воднем (у присутності каталізатору);
- б) фурфуролу з амоніачним розчином аргентум(І) оксиду;
- в) тіофену з водою (у присутності каталізатору).

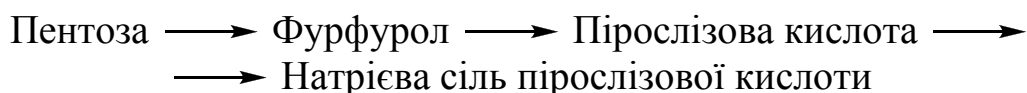
Назвати одержані сполуки.

131. Написати послідовно реакції за схемою:



Охарактеризувати біологічне значення нікотинової кислоти й амиду нікотинової кислоти.

132. Написати схеми послідовних перетворень:



133. Написати схеми наступних реакцій:

- а) фурану з амоніаком (у присутності Al_2O_3);
- б) тіофену з водою (у присутності Al_2O_3);
- в) нікотинової кислоти з лугом.

Зазначити, які гетероатоми містять вихідні сполуки.

134. Дати визначення класу гетероциклічних сполук. Написати схему взаємних перетворень п'ятичленних гетероциклів за Юр'євим. Обґрунтувати ароматичний характер п'ятичленних гетероциклів.

135. Написати реакції послідовних перетворень за схемою:



Стисло охарактеризувати використання індиго у галузях промисловості.

ДОДАТКИ

Таблиця 1 – Номенклатура нерозгалужених алканів

Формула алкану	Назва
CH_4	Метан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	Етан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пропан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Бутан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пентан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Гексан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Гептан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Октан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Нонан
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Декан

Таблиця 2 – Номенклатура поширених радикалів алканів

Формула радикалу	Назва
1	2
$-\text{CH}_3$	Метил
$-\text{C}_2\text{H}_5$	Етил
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Пропіл
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ізопропіл
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Нормальний бутил (бутил)

$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Вторинний бутил (<i>втор-бутил</i>)
--	---------------------------------------

Продовження табл. 2

1	2
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Первинний ізобутил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Третинний ізобутил (<i>трет-бутил</i>)

Таблиця 3 – Номенклатура нерозгалужених нормальних алкенів і деяких алкадієнів

Формула алкену	Назва
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	Етен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$	1-Пропен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Бутен
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	2-Бутен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Пентен
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	2-Пентен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Гексен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Гептен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Октен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Нонен
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-Декен
$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$	Пропадієн, алєн
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	1,3-Бутадієн, дивініл

$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	1,4-Пентадієн
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	1,3-Гексадієн

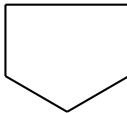
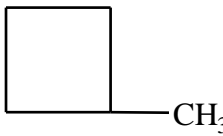
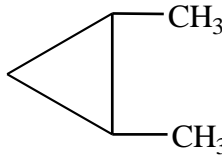
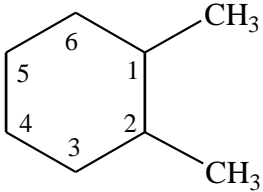
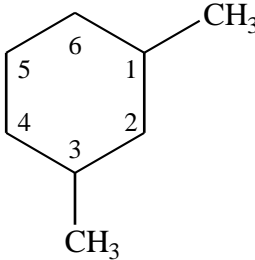
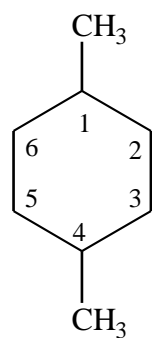
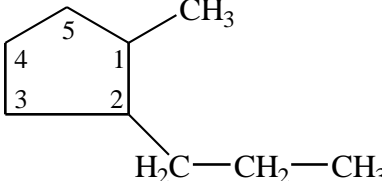
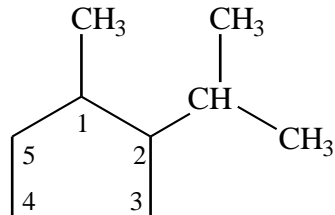
Таблиця 4 – Номенклатура деяких нерозгалужених алкінів

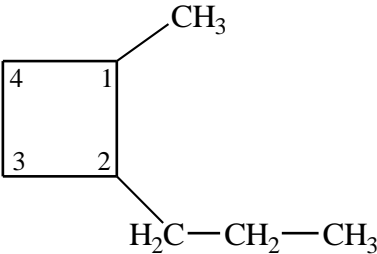
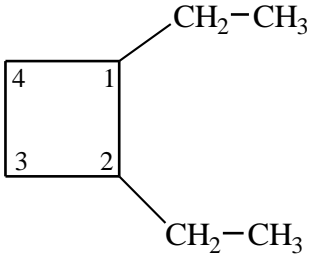
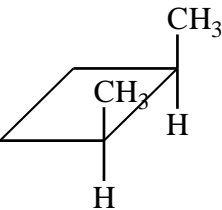
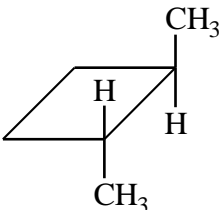
Формула	Номенклатура	
	IUPAC	Раціональна
$\text{HC} \equiv \text{CH}$	Етин	Ацетилен
$\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$	Пропін	Метилацетилен
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$	1-Бутин	Етилацетилен
$\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	2-Бутин	Диметилацетилен

Таблиця 5 – Номенклатура поширених ненасичених радикалів

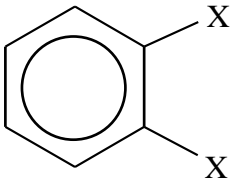
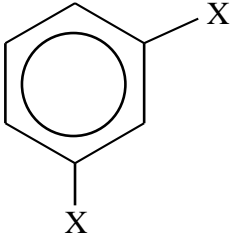
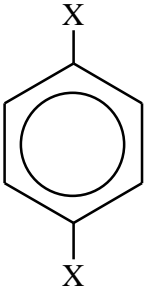
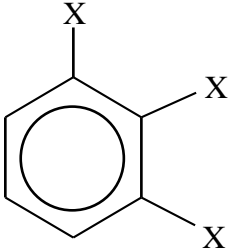
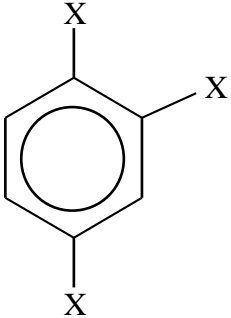
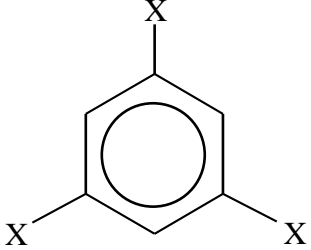
Формула радикалу	Радикал
$\text{HC} \equiv \text{C} -$	Етеніл
$\text{HC} \equiv \text{C} -$	Етиніл (застосовується й ацетиленіл)
$\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} -$	1-Пропиніл
$\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 -$	2-Пропиніл (пропаргіл)

Таблиця 6 – Номенклатура та ізомерія поширених циклоалканів

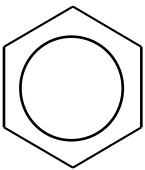
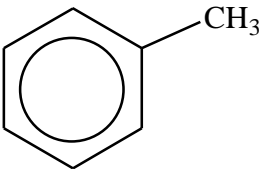
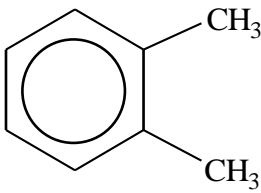
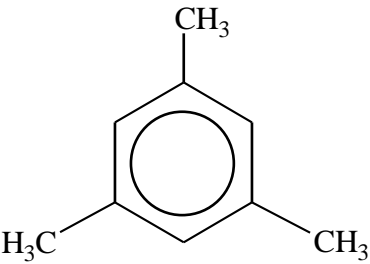
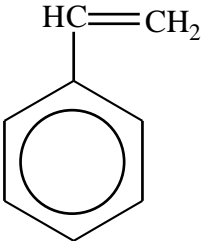
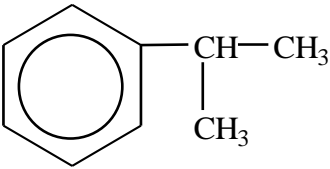
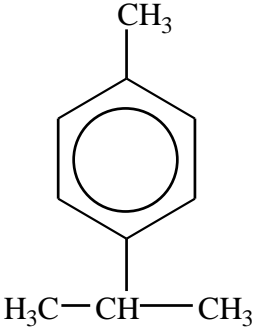
Ізомерія розміру циклу		
C_5H_{10}		
		
Циклопентан	Метилциклопропан	Диметилциклопропан
Ізомерія положення замісника		
C_8H_{16}		
		
1,2-Диметилциклогексан	1,3-Диметилциклогексан	1,4- Диметилциклогексан
Ізомерія бічних ланцюгів		
C_9H_{18}		
		
1-Метил-2-пропілциклопентан	1-Метил-2-ізопропілциклопентан	

Ізомерія за кількістю атомів Карбону у бічних замісниках	
C_8H_{16}	
	
1-Метил-2-пропілциклобутан	1,2-Діетилциклобутан
Просторова або стереоізомерія	
	
<i>Цис</i> -1,2-диметилциклобутан	<i>Транс</i> -1,2-диметилциклобутан

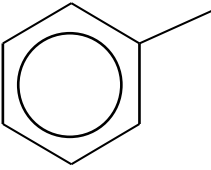
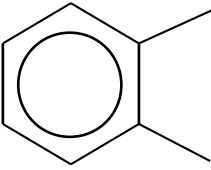
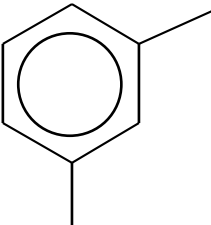
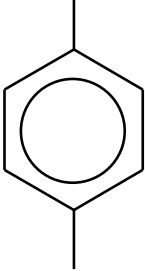
Таблиця 7 – Номенклатура дво- і тризаміщених ізомерів аренів

Формула	Назва
	<p><i>Орто-</i> (<i>о-</i>, або 1,2-)</p>
	<p><i>Мета-</i> (<i>м-</i>, або 1,3-)</p>
	<p><i>Пара-</i> (<i>п-</i>, або 1,4-)</p>
	<p>1,2,3- рядовий віцинальний</p>
	<p>1,2,4- несиметричний</p>
	<p>1,3,5- симетричний</p>

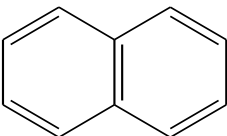
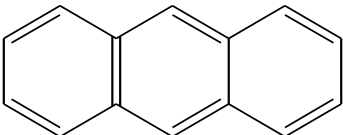
Таблиця 8 – Номенклатура поширених аренів

Формула	Тривіальна назва арену (IUPAC)
	<p>Бензен бензол</p>
	<p>Толуен толуол</p>
	<p>о-Ксилен о-ксилол</p>
	<p>Мезитилен 1,3,5-триметилбензен</p>
	<p>Стирен стирол</p>
	<p>Кумен кумол або ізопропілбензен</p>
	<p><i>n</i>-Цимен <i>n</i>-цимол або <i>n</i>-метилізопропілбензен</p>

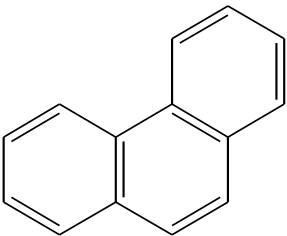
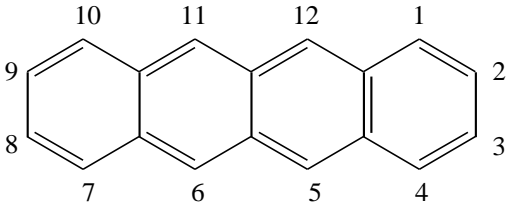
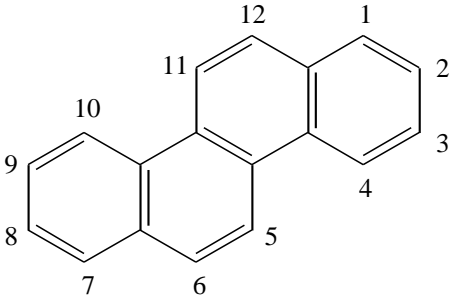
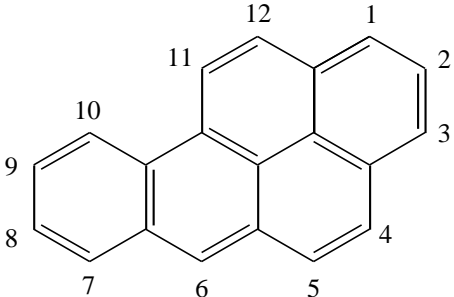
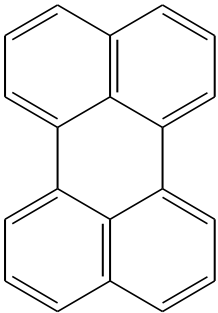
Таблиця 9 – Номенклатура двовалентних радикалів для бензену C_6H_4 (–фенілені (*o*-, *m*-, *p*-)).

Формула радикалу	Назва радикалу
	Феніл
	<i>o</i> -Фенілен
	<i>m</i> -Фенілен
	<i>p</i> -Фенілен

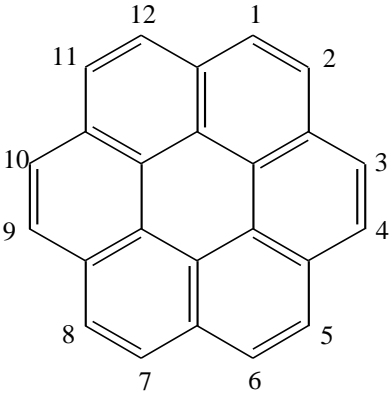
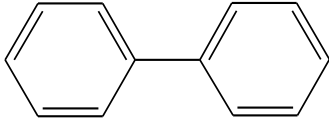
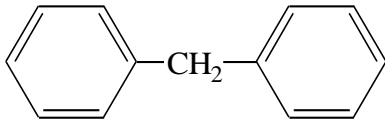
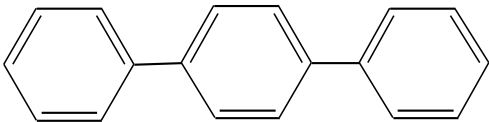
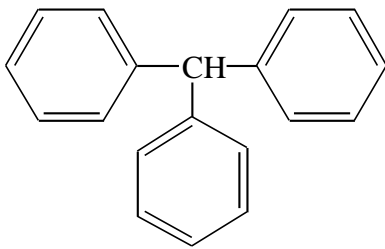
Таблиця 10 – Номенклатура поширених багатоядерних аренів

Формула	Назва
1	2
	Нафтален нафталін
	Антрацен

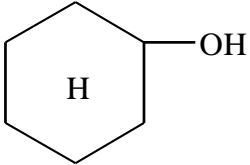
Продовження табл. 10

1	2
	<p>фенантрен</p>
	<p>нафтацен (тетрацен)</p>
	<p>хризен</p>
	<p>1,2-бензпірен</p>
	<p>перилен</p>

Продовження табл. 10

1	2
	<p>коронен</p>
	<p>біфеніл</p>
	<p>дифенілметан</p>
	<p><i>n</i> – терфеніл (<i>n</i> – дифенілбензол)</p>
	<p>трифенілметан</p>

Таблиця 11 – Гомологічний ряд і номенклатура насичених одноатомних спиртів

№	Формула	Номенклатура		
		Радикально-функціональна	Раціональна	Систематична IUPAC
1	2	3	4	5
1	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	Метиловий спирт	Карбінол	Метанол
2	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	Етиловий спирт	Метилкарбінол	Етанол
3	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	Пропіловий спирт	Етилкарбінол	1-Пропанол
4	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Ізопропіловий спирт	Диметилкарбінол	2-Пропанол
5	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	Бутиловий спирт	Пропілкарбінол	1-Бутанол
6	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Вторинний бутиловий спирт	Метилетилкарбінол	2-Бутанол
7		–	–	Циклогексанол
8	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	Фенілметиловий спирт бензиловий спирт	Фенілкарбінол	Фенілметанол
9	$\text{C}_6\text{H}_5 - \overset{\beta}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{\alpha}{\text{C}}\text{H}_2 - \text{OH}$	β -Фенілетиловий спирт	Бензилкарбінол	2-Фенілетанол
10		Бензиловий спирт	Фенілкарбінол	Фенілметанол

1	2	3	4	5
11		α -Фенілетило- вий спирт	Метилфе- нілкарбінол	1-Феніл-1- етанол
12		β -Фенілетило- вий спирт	Толілкарбінол	2-Феніл-1- етанол

Таблиця 12 – Номенклатура поширених ненасичених одноатомних спиртів

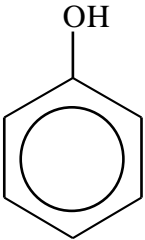
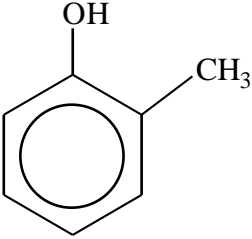
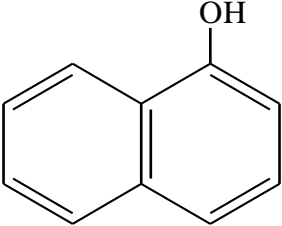
Формула	Тривіальна	Систематична IUPAC
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{OH}$	Вініловий спирт	Етенол
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$	Алілови спирти	2-Пропен-1-ол

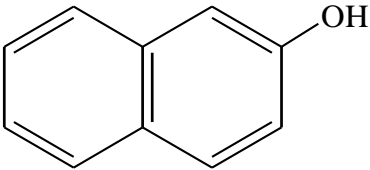
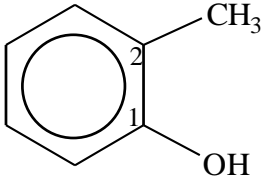
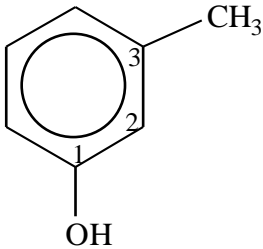
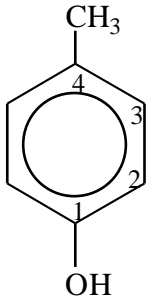
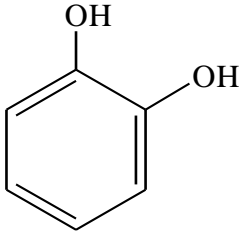
Таблиця 13 – Номенклатура поширених багатоатомних спиртів

Формула	Назва
1	2
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \end{array}$	Етиленгліколь 1,2-етандіол
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{HC} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Пропіленгліколь 1,2-пропандіол

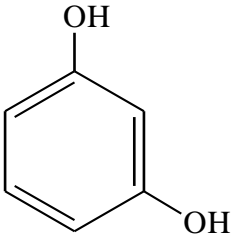
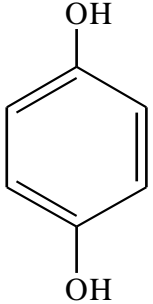
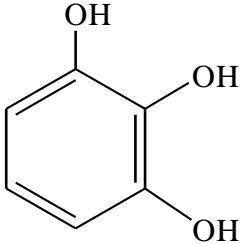
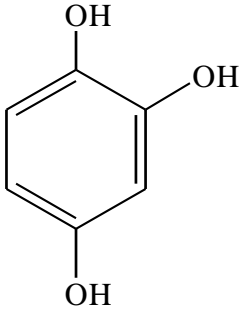
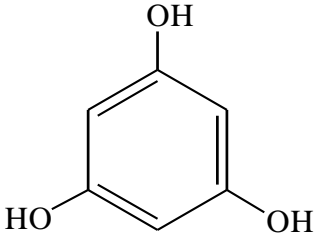
1	2
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Триметиленгліколь 1,3-пропандіол
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Гліцерин пропантриол

Таблиця 14 – Номенклатура поширених фенолів

Формула	Назва
1	2
	Фенол гідроксибензен
	<i>o</i> -Крезол <i>o</i> -гідрокситолуен
	α -Нафтол 1-нафтол α -гідроксинафтален

1	2
	<p><i>β</i>-Нафтол 2-нафтол <i>β</i>-гідроксинафтален</p>
	<p><i>o</i>-Крезол <i>o</i>-гідрокситолуен 2-метил-1-гідроксибензен</p>
	<p><i>m</i>-Крезол <i>m</i>-гідрокситолуен 3-метил-1-гідроксибензен</p>
	<p><i>p</i>-Крезол <i>p</i>-гідрокситолуен 4-метил-1-гідроксибензен</p>
	<p>Пірокатехін <i>o</i>-дигідроксибензен 1,2-бензендіол</p>

Продовження табл. 14

1	2
	<p>Резорцин <i>m</i>-дигідроксибензен 1,3-бензендіол</p>
	<p>Гідрохінон <i>p</i>-дигідроксибензен 1,4-бензендіол</p>
	<p>Пірогалол 1,2,3-бензентриол</p>
	<p>Гідроксигідрохінон 1,2,4-бензентриол</p>
	<p>Флороглуцин 1,3,5-бензентриол</p>

Таблиця 15 – Гомологічний ряд і номенклатура альдегідів і кетонів

№	Формула	Номенклатура	
		Тривіальна	Систематична ІUPAC
1	2	3	4
Альдегіди			
1	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix}$	Мурашиний альдегід формальдегід	Метаналь
2	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix}$	Оцтовий альдегід ацетальдегід	Етаналь
3	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix}$	Пропіоновий альдегід пропіональдегід	Пропаналь
4	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix}$	Масляний альдегід бутиральальдегід	Бутаналь
5	$\begin{matrix} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix} \\ \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	Ізомасляний альдегід	2-Метилпропаналь
6	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix}$	Валеріановий альдегід	Пентаналь
7	$\begin{matrix} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{=} \text{O} \\ \text{H} \end{matrix} \\ \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$	Ізовалеріановий альдегід β -метилмасляний альдегід	3-Метилбутаналь

1	2	3	4
15	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Коричний альдегід	3-Феніл-2-пропеналь
Кетони			
1	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	Диметилкетон ацетон	Пропанон
2	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Метилетилкетон	2-Бутанон
3	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Метилпропілкетон	2-Пентанон
4	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Метилізопропілкетон	3-Метил-2-бутанон
5	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Діетилкетон	3-Пентанон
6	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_5$	Метилфенілкетон ацетофенон	—

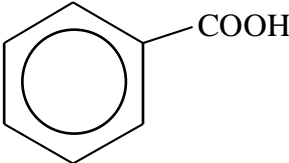
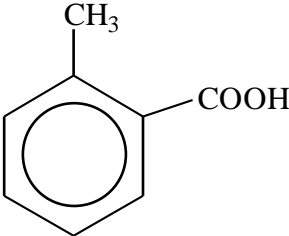
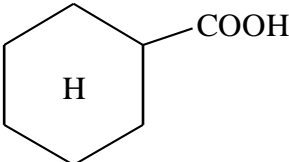
Продовження табл. 15

1	2	3	4
7	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{---C---C}_6\text{H}_5 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	Дифенілкетон бензофенон	—

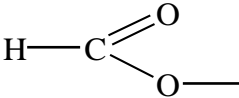
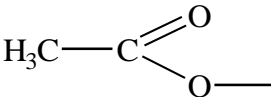
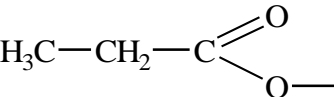
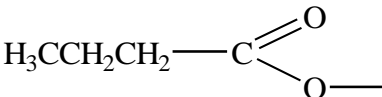
Таблиця 16 – Гомологічний ряд і номенклатура одноосновних насичених карбонових кислот

№	Формула	Номенклатура		
		Тривіальна	Раціональна	Систематична IUPAC
1	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	Мурашина	–	Метанова
2	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	Оцтова	Оцтова	Етанова
3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	Пропіонова	Метилоцтова	Пропанова
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Масляна бутиратна	Етилоцтова	Бутанова
5	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ізомасляна ізобутиратна	Диметилоцтова	2-Метил- пропанова
6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Валеріанова	Пропілоцтова	Пентанова
7	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Капронова	Бутилоцтова	Гексанова
8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Пальмітинова	–	Гексадеканова
9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Стеаринова	–	Октадеканова

**Таблиця 17 – Номенклатура ароматичних і циклопарафінових
одноосновних карбонових кислот**

№	Формула	Назва кислоти
1		Бензойна бензолкарбонова
2		<i>o</i> -Толуолкарбонова
3		Циклогексанкарбонова

Таблиця 18 – Номенклатура ацилоксигруп (ацилатних груп) кислот

№	Формула	Номенклатура	
		Тривіальна	Систематична IUPAC
1		Форміат	Метаноат
2		Ацетат	Етаноат
3		Пропіонат	Пропаноат
4		Бутират	Бутаноат

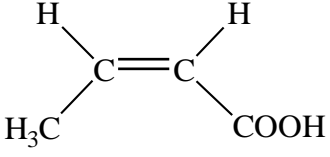
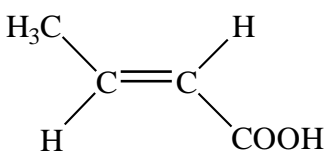
Таблиця 19 – Номенклатура ацилів кислот (оксоалкіли)

№	Формула	Номенклатура	
		Тривіальна	Систематична IUPAC
1	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Форміл	Метаноїл
2	$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Ацетил	Етаноїл
3	$\text{H}_3\text{CCH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Пропіоніл	Пропаноїл
4	$\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Бутирил	Бутаноїл
5	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ізобутирил	2-Метилпропаноїл
6	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array}$	Бензоїл	–

Таблиця 20 – Номенклатура ненасичених одноосновних карбонових кислот

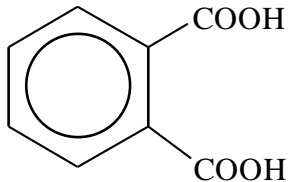
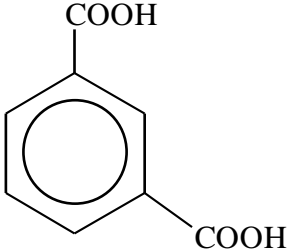
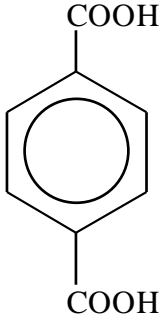
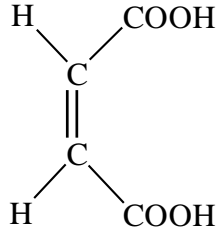
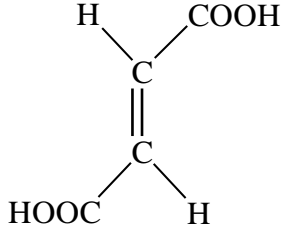
№	Формула	Номенклатура	
		Тривіальна	Систематична IUPAC
1	2	3	4
1	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{COOH}$	Акрилова	Пропенова
2	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Метакрилова	2-Метилпропенова

Продовження табл. 20

1	2	3	4
3		Ізокротонова	<i>Цис</i> -2-бутенова
4		Кротонова	<i>Транс</i> -2-бутенова
5	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Вінілоцтова	3-Бутенова
6	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$	Сорбінова	2,4-Гексадієнова

Таблиця 21 – Номенклатура поширених дикарбонових кислот

№	Формула	Назва кислоти за тривіальною номенклатурою
1	2	3
1	$\text{HOOC}-\text{COOH}$	Щавлева
2	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Малонова
3	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	Бурштинова
4	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$	Глутарова
5	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	Адипінова

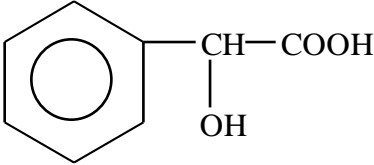
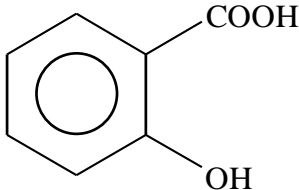
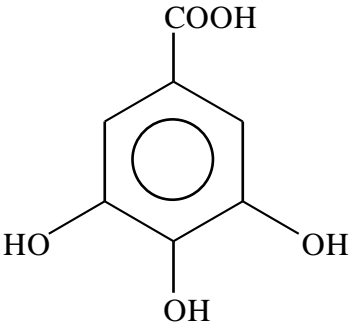
1	2	3
6		<p>Фталева <i>орто</i>-фталева 1,2-бензолдикарбонова</p>
7		<p>Ізофталева <i>мета</i>-фталева 1,3-бензолдикарбонова</p>
8		<p>Терефталева <i>пара</i>-фталева 1,4-бензолдикарбонова</p>
9		<p>Малеїнова кислота <i>цис</i>-бутендіова</p>
10		<p>Фумарова кислота <i>транс</i>-бутендіова</p>

Таблиця 22 – Номенклатура оксокислот

№	Формула	Номенклатура		
		Тривіальна	Раціональна	Систематична IUPAC
Альдегідокислоти				
1	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Гліоксилова гліоксалева	Формілмурашина	2-Оксоетанова
2	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Малональдегідна	Формілоцтова	3-Оксопропанова
Кетокислоти				
3	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Піровиноградна	α -Кетопропіонова	2-Оксопропанова
4	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Ацетоцтова	β -кетобутиратна	3-Оксобутанова
5	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Левулінова	γ -Кетовалер'янова	4-Оксопентанова

Таблиця 23 – Номенклатура гідроксикислот

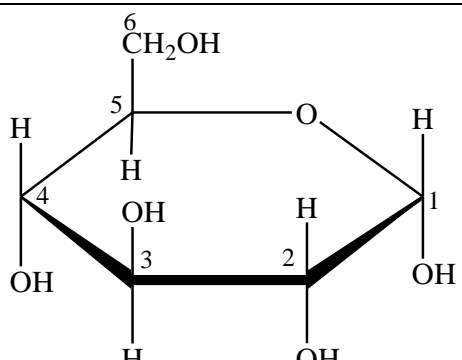
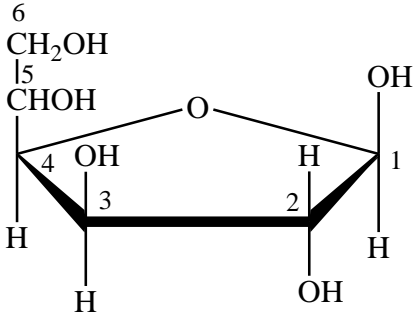
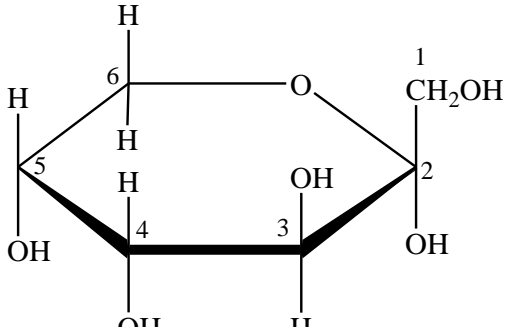
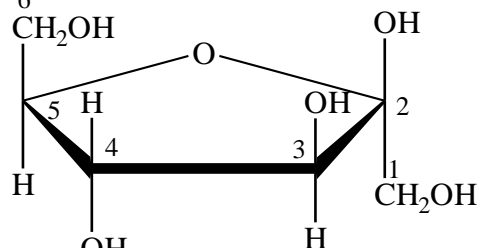
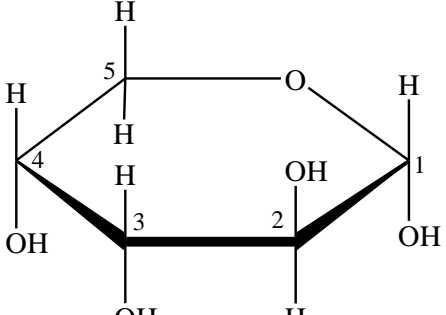
№	Формула	Номенклатура		
		Тривіальна	Раціональна	Систематична IUPAC
1	2	3	4	5
1	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Гліколева	Гідроксиоцтова	Гідроксиетанова
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Молочна	α -Гідроксипропіонова	2-Гідроксипропанова

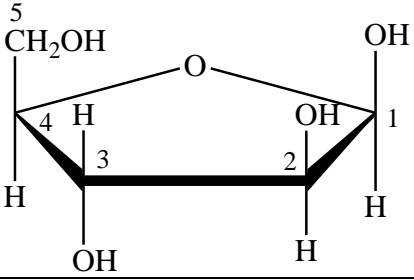
1	2	3	4	5
3	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	–	β -Гідроксипропіонова	3-Гідроксипропанова
4	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Яблучна	α -Гідроксибурштинова	2-Гідроксибутанова
5	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	Винна	α, β -Дигідроксибурштинова	2,3-Дигідроксибутандіова
6	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \end{array}$	Лимонна	–	3-Гідрокси-3-карбоксіпентандіова
7		Мигдальна	Фенілгідроксиоцтова	Фенілгідроксиетанова
8		Саліцилова	<i>орто</i> -Гідроксибензенова	2-Гідроксибензенкарбонова
9		Галова	3,4,5-Тригідроксибензенова	3,4,5-Тригідроксибензенкарбонова

Таблиця 24 – Лінійні форми деяких моносахаридів

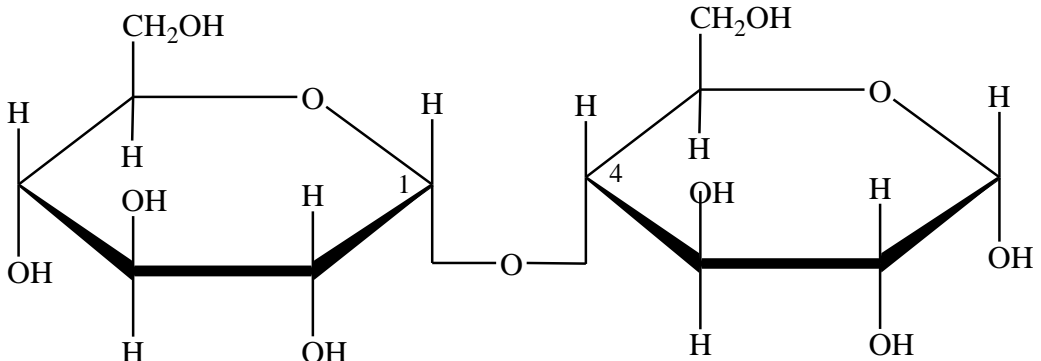
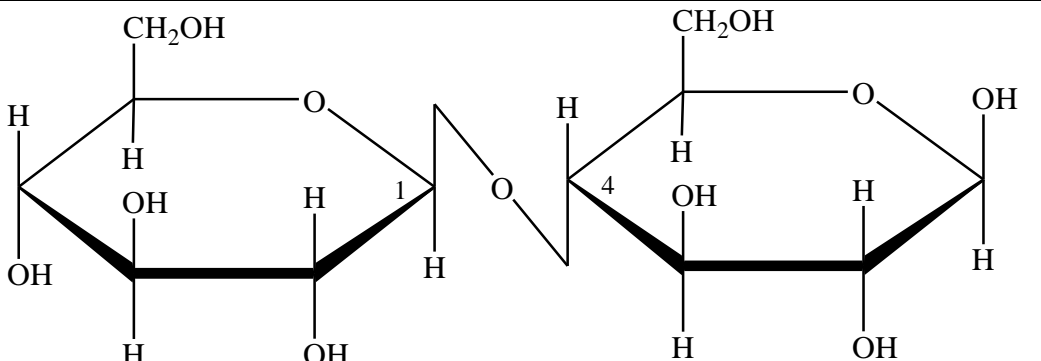
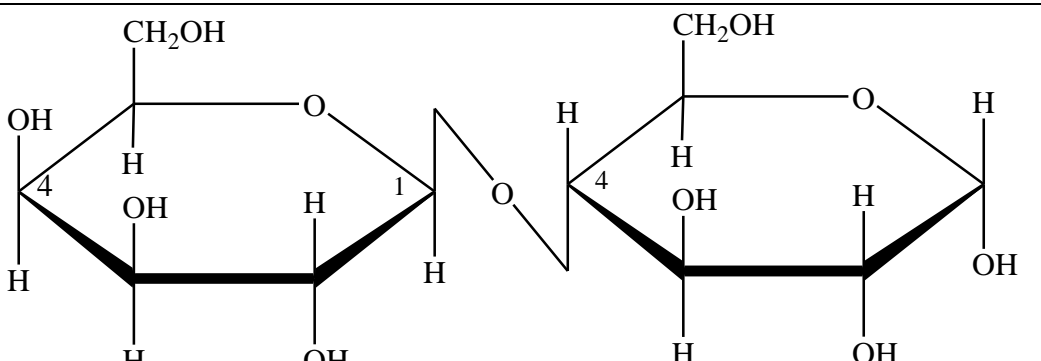
Гексози			
$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $
D-глюкоза	D-маноза	D-галактоза	D-фруктоза
Пентози			
$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $
D-арабіноза	D-ксилоза	D-рибоза	D-дезоксирибоза

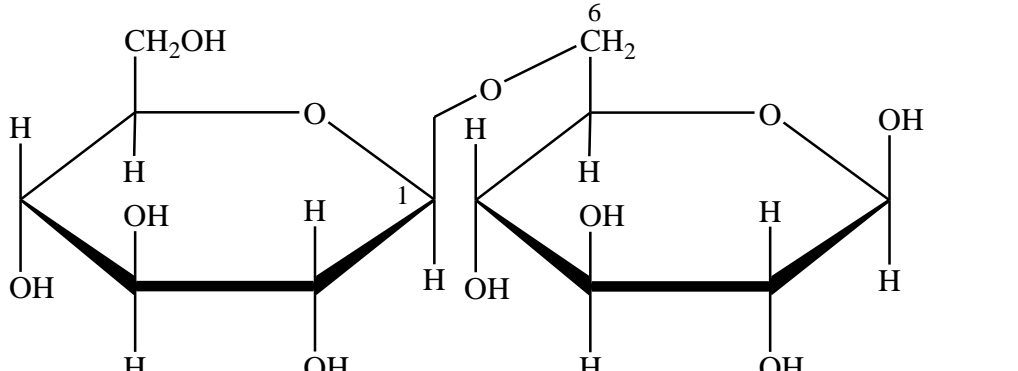
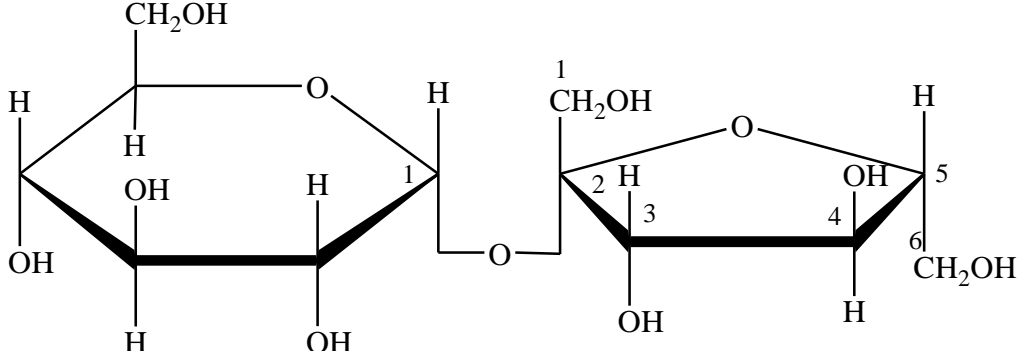
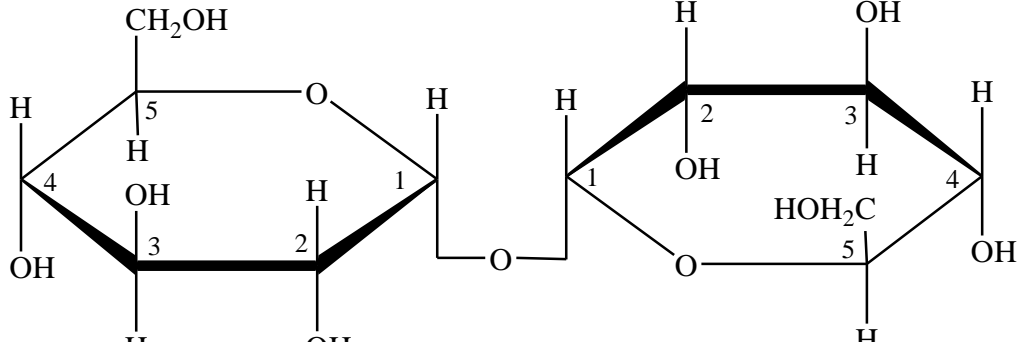
Таблиця 25 – Циклічні форми деяких моносахаридів

Структура Хеурса	Назва форми моносахариду
<p style="text-align: center;">1</p> 	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">α-D-глюкопіраноза</p>
	<p style="text-align: center;">β-D-глюкофураноза</p>
	<p style="text-align: center;">α-D-фруктопіраноза</p>
	<p style="text-align: center;">β-D-фруктофураноза</p>
	<p style="text-align: center;">α-D-арабінопіраноза</p>

1	2
	<p style="text-align: center;"><i>β</i>-D-арабінофураноза</p>

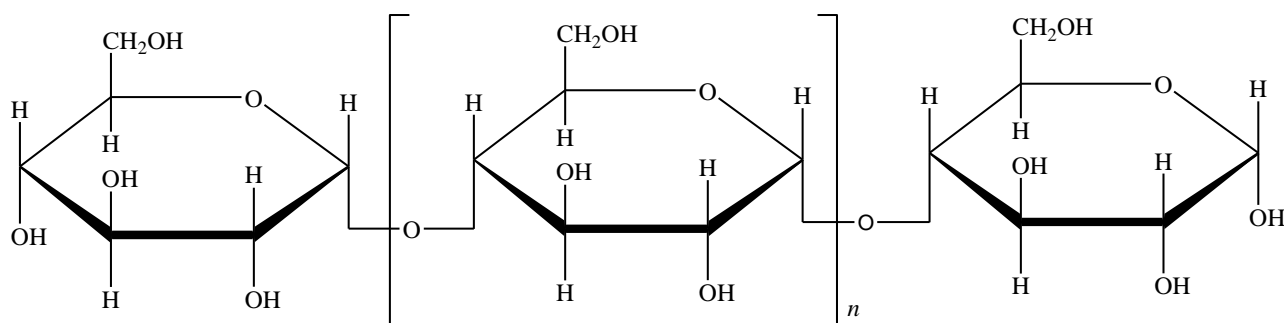
Таблиця 26 – Циклічні форми деяких дисахаридів

Відновлюючі дисахариди	
<p>Мальтоза</p>	<p>4-(<i>α</i>-D-глюкопіранозидо)-<i>α</i>-D-глюкопіраноза</p> 
<p>Целобіоза</p>	<p>4-(<i>β</i>-D-глюкопіранозидо)-<i>β</i>-D-глюкопіраноза</p> 
<p>Лактоза</p>	<p>4-(<i>β</i>-D-галактопіранозидо)-<i>α</i>-D-глюкопіраноза</p> 

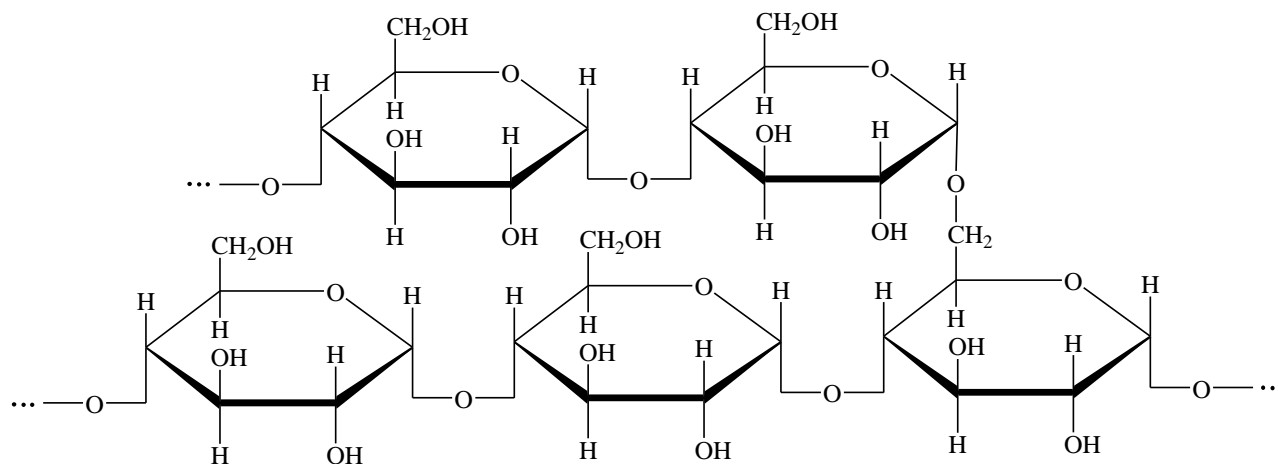
Генціобіоза	6-(β -D-глюкопіранозидо)- β -D-глюкопіраноза
	
Невідновлюючі дисахариди	
Сахароза	2-(α -D-глюкопіранозидо)- β -D-фруктофуранозид
	
Трегалоза	1-(α -D-глюкопіранозидо)- α -D-глюкопіранозид
	

Таблиця 27 – Циклічні форми деяких полісахаридів

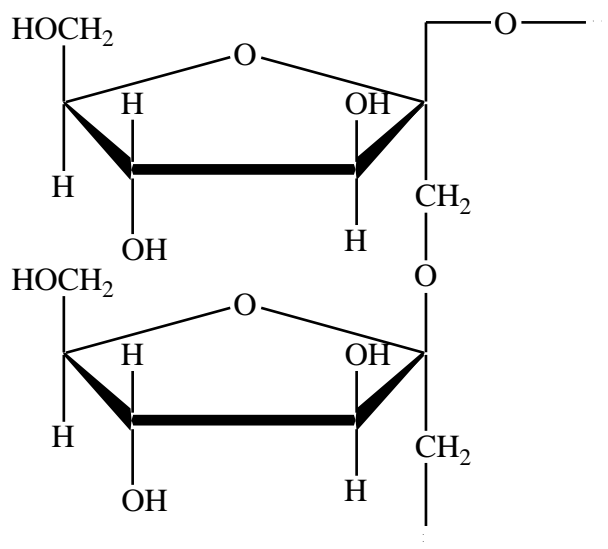
Амілоза



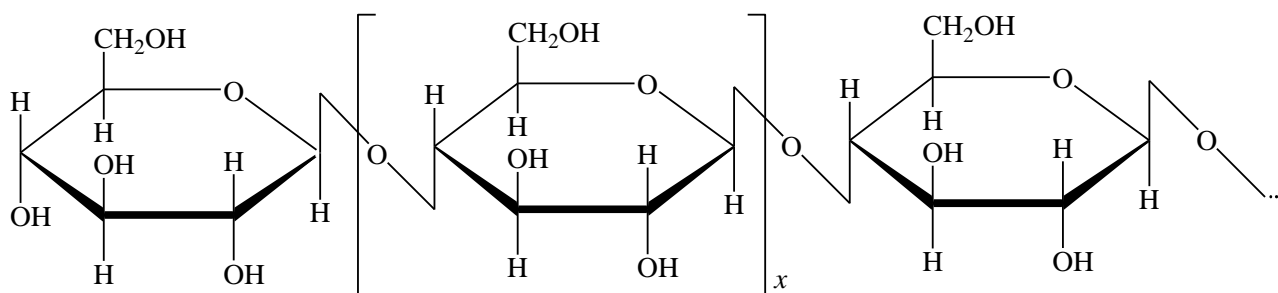
Амілопектин



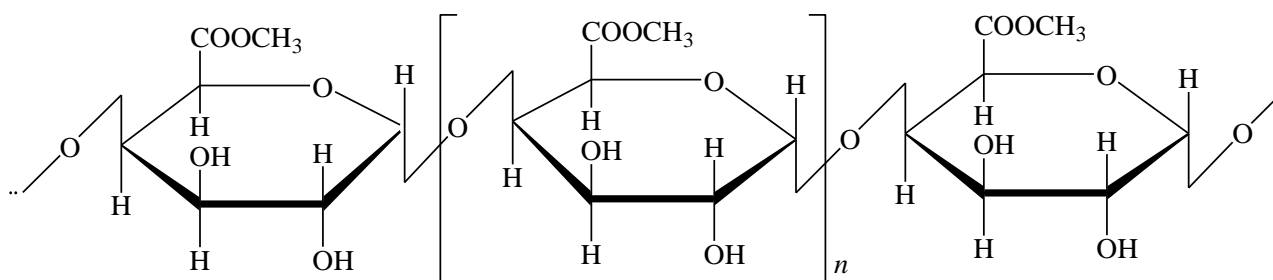
Інулін



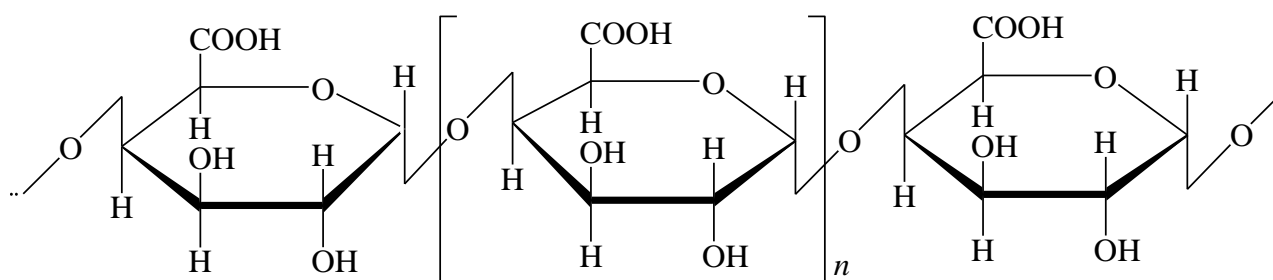
Целюлоза



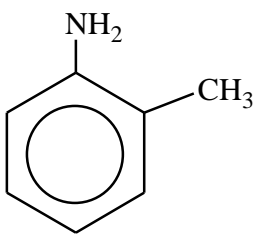
Пектинова кислота (поліметилгалактуронід)



Пектова кислота

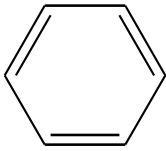


Таблиця 28 – Номенклатура поширених амінів

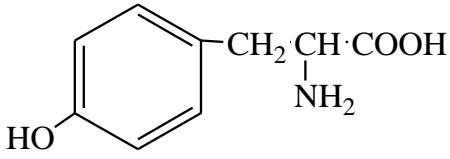
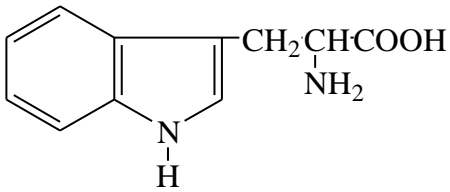
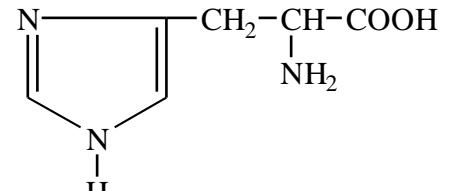
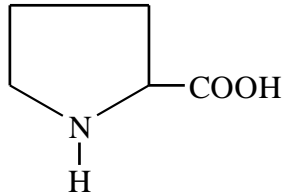
№	Формула	Назва
1	2	3
1	$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$	Метиламін
2	$\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_3$	Диметиламін
3	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Триметиламін
4	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2$	Феніламініанілін
5	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5$	Дифеніламін
6	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{N} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{C}_6\text{H}_5 \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Трифеніламін
7	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{CH}_3$	Метилфеніламін N-метиланілін
8	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{N} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Диметилфеніламін N,N-диметиланілін
9		2-Метилбензол-1-амін толуїдин
10	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array}$	Ацетанлід

	2	3
11	$n\text{-C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4\text{-NH-COCH}_3$	<i>n</i> -Ацетилфенетидіну фенацетин
12	$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	1,2-Етандіамін етилендіамін
13	$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	1,4-Бутандіамін тетраметилендіамін путресцин
14	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	Пентаметилендіамін кадаверин
15	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	Етаноламін коламін
16	$\left[\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\overset{+}{\text{N}} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_3 \\ \diagdown \text{CH}_3 \\ \diagdown \text{CH}_3 \end{array} \end{array} \right] \text{OH}^-$	Оксиетилтриметиламоній гідроксид холін
17	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OCOCH}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\overset{+}{\text{N}}(\text{CH}_3)_3 \end{array} \right] \text{OH}^-$	Холінацетат ацетилхолін

Таблиця 29 – Найважливіші амінокислоти білків

№	Формула	Номенклатура		
		Тривіальна	IUPAC	Раціональна
1	2	3	4	5
1	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	Гліцин/ глікокол	Аміноетанова	Амінооцтова
2	$\begin{array}{c} \text{NH-CH}_2\text{-COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Саркозин	N-Метиламіно- етанова	N-Метиламіно- оцтова
3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Аланін	2-Амінопропанова	α -Амінопропіо- нова
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Серин	2-Аміно-3- гідроксипропа- нова	α -Аміно- β - оксипропіонова
5	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-COOH} \\ \quad \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Цистеїн	2-Аміно-3- тіопропанова	α -Аміно- β - тіопропіонова
6	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-COOH} \\ \quad \quad \\ \text{S-CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Метіонін	2-Аміно-4-ме- тилтіобутанова	α -Аміно- γ - метилтіомасляна
7	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH-COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Треонін	2-Аміно-3- гідроксибутанова	α -Аміно- β - оксималяна
8	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-COOH} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{HN-C} \begin{array}{l} \nearrow \text{NH}_2 \\ \searrow \text{NH} \end{array} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Аргінін	2-Аміно-5-гуані- динпентанова	α -Аміно- β -гуані- динвалеріанова
9	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C-CH-CH-COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Валін	2-Аміно-3-ме- тилбутанова	α -Аміно- ізовалеріанова
10	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH-COOH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Лейцин	2-Аміно-4-ме- тилпентанова	α -Аміноізо- капронова
11	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH-COOH} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Ізолейцин	2-Аміно-3-ме- тилпентанова	β -Метил- α -амі- новалеріанова
12	 $\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Фенілаланін	2-Аміно-3- фенілпропанова	β -Феніл- α -амі- нопропіонова

Продовження табл. 29

1	2	3	4	5
13		Тирозин	2-Аміно-3-пара-гідроксифенілпропанова	β -Пара-окси-феніл- α -амінопропіонова
14		Триптофан	2-Аміно-3-індолілпропанова	β -Індоліл- α -амінопропіонова
15		Гістидин	2-Аміно-3-імідазолілпропанова	β -Імідазолілаланін
16	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Орнітин	2,5-Діамінопентанова	α, δ -Діаміновалеріанова
17	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Лізин	2,6-Діаміногексанова	α, ω -Діамінокапронова
18	$\begin{array}{c} \text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Аспарагінова кислота	2-Аміно-1,4-бутандіова	α -Амінобурштинова
19	$\begin{array}{c} \text{HOOC} - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Глутамінова кислота	2-Аміно-1,5-пентандіова	α -Аміноглутарова
20	$\begin{array}{c} \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \qquad \qquad \\ \text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Цистин	-	-
21		Пролін	2-Піролідинкарбонова	-

Таблиця 30 – Основні спирти ліпідів

Назва	Число атомів Карбону	Формула
Міристиловий	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_2\text{OH}$
Цетиловий	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2\text{OH}$
Стеариловий	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}_2\text{OH}$
Карнаубіловий	24	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{CH}_2\text{OH}$
Цериловий	26	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{CH}_2\text{OH}$
Мірициловий	30	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{CH}_2\text{OH}$
Мелісиловий	31	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{29}\text{CH}_2\text{OH}$
Олеїловий	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_2\text{OH}$

Таблиця 31 – Основні карбонові кислоти, що входять до складу природних жирів і олій

Кислота	Число атомів Карбону	Формула
1	2	3
Насичені кислоти		
Масляна	4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Капронова	6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
Каприлова	8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
Капринова	10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
Лауринова	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Міристинова	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Пальмітинова	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$

1	2	3
Насичені кислоти		
Стеаринова	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Арахінова	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
Ненасичені кислоти		
Олеїнова	C^1_{18-9}	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Лінолева	$\text{C}^2_{18-9,12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Ліноленова	$\text{C}^3_{18-9,12,15}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Арахідонова	$\text{C}^4_{20-5,8,11,14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_4-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$
Гідроксикислоти		
Рицинолева	C^1_{18-9}	$\text{H}_3\text{C}(\text{H}_2\text{C})_5-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

ЗМІСТ

1. Загальні вказівки.....	3
2. Навчально-методичні матеріали до дисципліни.....	4
3. Типові навчальні завдання та приклади їх розв'язання.....	5
4. Вказівки до вибору індивідуальних завдань, оформлення та виконання контрольних робіт.....	22
5. Варіанти контрольних робіт.....	25
ДОДАТКИ.....	41

Навчальне електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

ХАРЧОВА ХІМІЯ

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Методичні вказівки та індивідуальні завдання

для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»

Укладачі:
УПАТОВА Олена Іванівна
МУРЛИКІНА Наталя Віталіївна

Відповідальна за випуск зав. кафедри хімії, мікробіології
та гігієни харчування професор В.В. Євлаш
Техн. редактор Н.А. Кобилко

План 2016 р., поз. 66/

Підп. до друку 21.12.2016 р. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних 0,50 Мб. Тираж 100

Видавець і виготівник
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.