

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ, ХІМІЧНИХ І ЗАГАЛЬНОБІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

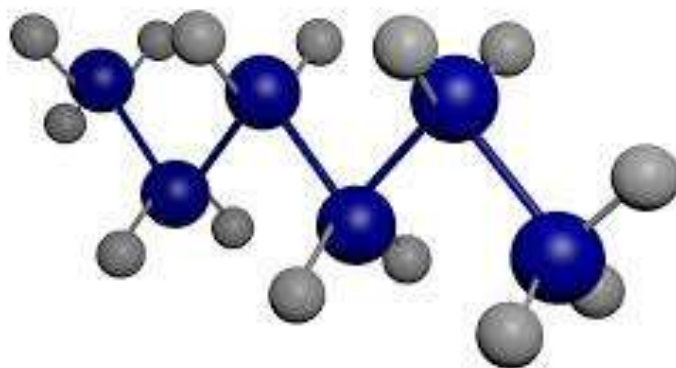
Роговик Л.Й., Крачан Т.М.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

для студентів

природничих спеціальностей



Кам'янець-Подільський

2020

УДК 547

Укладачі:

Роговик Л.Й. – кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри агрохімії, хімічних і загальнобіологічних дисциплін;

Крачан Т.М. – кандидат хімічних наук, асистент кафедри агрохімії, хімічних і загальнобіологічних дисциплін

Друкується згідно з рішенням Вченої ради
Подільського державного аграрно-технічного університету
(*протокол № 8 від 2 червня 2020 року*)

Рецензенти:

В. С. Матійчук, доктор хімічних наук, доцент, професор кафедри органічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка

О. С. Лявинець, доктор хімічних наук, професор, професор кафедри загальної хімії та хімічного матеріалознавства Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

О. І. Любинський, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

Т. М. Супрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри мікробіології, фармакології та гігієни тварин Подільського державного аграрно-технічного університету.

Роговик Л.Й.

Органічна хімія: навчальний посібник для студентів природничих спеціальностей / Л.Й. Роговик, Т.М. Крачан. – Кам'янець-Подільський, 2020. – 145 с.

Навчальний посібник складено відповідно до галузевих стандартів з органічної хімії для здобувачів вищої освіти аграрних закладів освіти III-IV рівня акредитації. У посібнику викладено матеріал для засвоєння головних тем органічної хімії як основи для подальшого ефективного вивчення фахових дисциплін, що викладаються в аграрних закладах освіти. Рекомендований як навчальний посібник при вивченні теоретичних положень, організації самостійної роботи та проведення малого лабораторного практикуму. Також посібник може бути використаний здобувачами нехімічних спеціальностей університетів при вивченні курсу органічної хімії.

УДК 547

© Роговик Л.Й. 2020

© Крачан Т.М. 2020

ВСТУП

У вищих аграрних закладах освіти органічна хімія вивчається як хімія організмів, а тому знання про вуглеводні та сполуки із функціональними групами передують засвоєнню структур біоорганічних сполук, таких, як вуглеводи, білки та жири. Саме із таких розділів та тем складається даний навчальний посібник.

У посібнику стисло наведено основний теоретичний матеріал органічної хімії, поставлені питання для самостійної роботи з кожної теми, завдання для проведення лабораторних робіт малого лабораторного практикуму та тестові контрольні завдання.

У вступі до курсу слід ознайомитись із правилами роботи в лабораторії органічної хімії. Розглянуто основні методи виділення та очистки речовин, якісного аналізу органічних сполук.

Основою для розуміння структури органічних речовин є теорія хімічної будови О. М. Бутлерова, яка представлена наступними твердженнями:

1. Хімічна будова – це певна послідовність з'єднання атомів у молекулі, яка визначає хімічні і фізичні властивості речовини.

2. Атоми та групи атомів у молекулі виявляють взаємний вплив.

3. Вивчення властивостей речовин дозволяє встановити їх хімічну будову і проводити класифікацію сполук.

На підставі цієї теорії, студент має представляти просторову будову органічних сполук, а звідси і явище ізомерії, записувати структурні формули, керуючись тим, що Карбон у всіх органічних речовинах є чотиривалентним. Слід засвоїти поняття про типи хімічних зв'язків, гібридизацію атома Карбону та взаємний вплив атомів у молекулі, класифікацію органічних сполук та поняття про функціональні групи.

Опрацювання лабораторного практикуму має на меті допомогти студентові глибше засвоїти теоретичний матеріал,

ознайомитись з головними методами і прийомами роботи у лабораторії і основними реакціями функціональних груп.

Викладання теоретичного матеріалу даного посібника базується головним чином на відредагованих текстах лекцій, що читаються доцентом Л.Й. Роговиком, а завдання малого практикуму вибрані з існуючих видань для практичних занять з органічної хімії.

Практикум розрахований на 30–36 годин лабораторно-практичних занять і складений згідно типових програм природничих спеціальностей. До кожного лабораторного заняття студент має підготувати теоретичний матеріал, провести записи в лабораторному журналі про хід експерименту, а на занятті записати спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Перед початком лабораторної роботи викладач у короткій бесіді і при проведенні контрольної роботи перевіряє готовність студента до виконання дослідів лабораторної роботи.

Після виконання та належного оформлення лабораторної роботи вона приймається викладачем, про що робиться відповідна відмітка.

Умовою зарахування лабораторного практикуму є виконання і здача всіх лабораторних робіт, передбачених робочою програмою.

Правила роботи в лабораторії органічної хімії

1. У лабораторії дозволяється працювати виключно в халатах.
2. На заняттях слід дотримуватися спокою. Не допускається безпричинне ходіння, а також зайві розмови.
3. Забороняється кидати у водопровідну раковину різні предмети (фільтри, папери, скло), а також виливати кислоти і речовини з великим вмістом осаду.
4. Робоче місце потрібно підтримувати чистим, відповідальність за це несе черговий студент, який приходить в лабораторію раніше за всіх студентів, приймає лабораторію в чергового лаборанта і після закінчення занять здає йому.
5. Забороняється нагрівати хімічний посуд (крім пробірок) на прямому вогні.
6. Отвір пробірки при нагріванні потрібно направляти на вільний від людей простір.
7. Для нагрівання колб, склянок і чашок слід використовувати різноманітні бані (водяні, піщані) та азбестові сітки.
8. Лабораторний посуд, який використовується у роботі, повинен бути чистим.
9. На прямому вогні розчини не кип'ятити, а лише доводити до кипіння.
10. Посуд із реактивами повинен зберігатись у призначеному місці.
11. Концентровані леткі кислоти, а також їдкі та отруйні речовини повинні зберігатись виключно у витяжних шафах.
12. При наливанні реактиву банку потрібно тримати так, щоб надпис був у верхній частині, або у боковій частині при наявності двох надписів.
13. Забороняється переставляти корки із однієї банки на іншу, виливати розчини назад у склянки, користуватись піпетками без їхньої попередньої обробки спиртом.
14. Для кріплення лабораторного посуду слід використовувати штатив Бунзена.
15. При виникненні запитань потрібно звертатися до лаборанта.
16. Забороняється залишати в лабораторії відкриті крани, увімкнені електроприлади та світло.
17. Хто виходить з лабораторії останнім, перевіряє на вимкнення воду та електроенергію.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ЯК НАУКА

ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Термін „органічна хімія” вперше запропонований шведським вченим І. Я. Берцеліусом у підручнику, виданому в 1827р., де він мав на увазі хімію організмів. Тобто органічні – це ті речовини, що виробляються, перетворюються і виділяються в організмах рослин, тварин та людини. Однак, Берцеліус та його послідовники вважали, що органічні речовини утворюються лише під впливом життєвої сили і не підлягають законам, що характерні для мінеральних речовин. Таким чином вони розділили речовини на ті, що отримані за допомогою життєвої сили і без неї, за що їх звинувачували у віталізмі (*vis vitalis* – життєва сила, лат.)

Подальший хід історії показав, що закони хімії єдині і мають однакову силу як для органічних так і для неорганічних речовин. Перш за все, це було доведено численними синтезами органічних сполук із неорганічних. Таким чином зникла межа, яка розділяла органічні речовини від неорганічних. Однак, виходячи з великого числа і багатогранності органічних сполук, наявністю специфічної класифікації і специфічних властивостей, їх виділили у самостійну науку.

Важливим аспектом у визначенні органічної хімії було встановлення факту, що до складу всіх органічних речовин обов'язково входить елемент Карбон. Тому органічну хімію визначаємо як науку, що вивчає сполуки Карбону з іншими елементами (Гідроген, Оксиген, Нітроген і ін.) і закони, за якими відбуваються перетворення цих речовин.

Карбон обраний природою в якості основного елемента органічних речовин тому, що, на відміну від інших елементів, він може утворювати скільки завгодно довгі ланцюги, різноманітні цикли і сполучатись одинарними, подвійними і потрійними зв'язками.

Виникнення органічних речовин без участі живої матерії називають абіотичним процесом на відміну від біотичного процесу – утворення органічних речовин всередині живих клітин.

У природі органічні речовини утворюються, в першу чергу, рослинами у вигляді цукристих речовин за рахунок фотосинтезу із карбон (4) оксиду і води під впливом сонячного випромінювання, що поглинається і каталізується хлорофілом. Далі утворені сполуки засвоюються і перетворюються на білки, жири та інші речовини, які забезпечують життєдіяльність рослин, тварин, людини. Тому органічні речовини мають виключне значення для живих організмів, а, відтак, стає зрозумілою необхідність їх вивчення природничими спеціальностями.

Але не лише цим визначається значення органічної хімії. Органічні сполуки складають основу багатьох галузей промисловості, таких, як нафтової, вуглекислотної, лісотехнічної, а саме: виробництва пластмас, барвників, фармацевтичних препаратів, ароматичних речовин, штучних волокон, вибухових речовин, синтетичного каучуку, спиртів, кислот, миючих засобів та інших цінних продуктів.

Органічна хімія тісно пов'язана з низкою суміжних дисциплін – біохімією, фізіологією, агрономією, медициною. Загалом, всі біохімічні і агрономічні процеси – це, по суті, хімічні перетворення, що відбуваються в організмах і ґрунті. Великі досягнення цих наук якраз стали можливими завдяки встановленню структури речовин, що беруть участь у різноманітних перетвореннях у живих клітинах і організмах в цілому.

ХІМІЧНИЙ ПОСУД



Мірна колба



Конічна колба



Пробірки



Мірні циліндри



Хімічний стакан



Лійка



Чаша Петрі



Предметні скельця



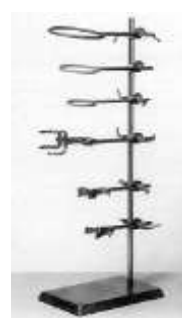
Скляні палички



Штатив



Газовий пальник



Штатив Бунзена

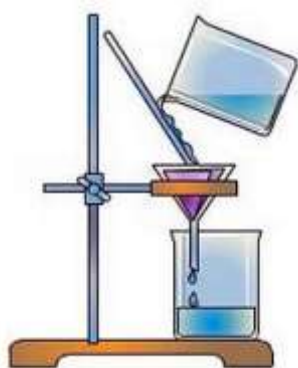
ОЧИСТКА І ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Кристалізація бензойної кислоти

Для очистки органічних сполук користуються методами кристалізації, сублімації, перегонки та адсорбції.

Метод кристалізації застосовується для очистки твердих речовин і базується на неоднаковій розчинності речовин і домішок, що виділяються.

У пробірку поміщають 0,5 г забрудненої бензойної кислоти і додають 5-6 мл води. Суміш нагрівають до початку кипіння. Кислота



при цьому розчиняється. Гарячий концентрований розчин відфільтровують через складчастий фільтр від нерозчинних домішок. Фільтрат ділять на дві рівні частини. Одну частину швидко охолоджують занурюванням пробірки у баню із холодною водою, другу залишають поступово охолоджуватись на повітрі. У першій пробірці швидко з'являються дрібні кристали, а в другій виділяються великі кристали чистої бензойної

кислоти. Кристали чистої речовини, що утворились, відфільтровують на воронці із застосуванням відсмоктування. У фільтраті залишаються розчинні домішки та частина бензойної кислоти.

Сублімація бензойної кислоти або нафталіну

Сублімацією називається процес переходу твердої речовини в пароподібну, оминаючи рідкий стан. Сублімацією користуються як методом очистки твердих речовин.

Досліджувану речовину забрудненої бензойної кислоти або

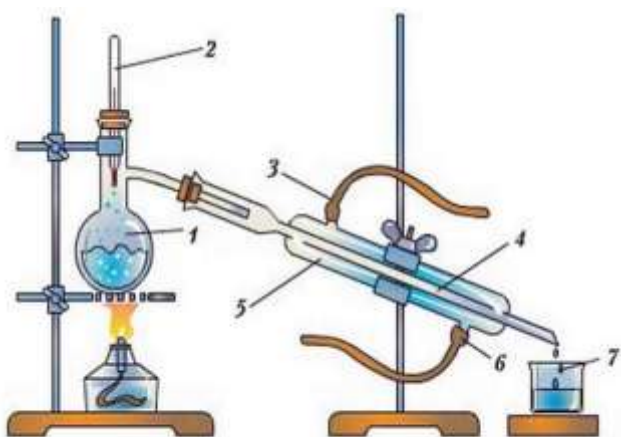


нафталіну поміщають у фарфорову чашу, накривають її лійкою, кінець якої закривають ватою. Чашу ставлять на сітку і обережно нагрівають над невеликим полум'ям, не допускаючи плавлення речовини. Пари речовини що сублімується, конденсуються на холодних стінках лійки у вигляді блискучих кристаликів. При закінченні досліду чисту речовину переносять з поверхні лійки на папір.

Перегонка і визначення температури кипіння

Метод перегонки застосовується для очищення рідких речовин і ґрунтується на різній температурі кипіння речовин і домішок, що виділяються. Розрізняють перегонку при атмосферному тиску у вакуумі та з водяною парою.

У невелику перегонну колбу Вюрца наливають 25-30 мл хлороформу (т. кип. $61,2^\circ$) або іншої речовини, наприклад, чотирихлористого вуглецю (т. кип. $76,5^\circ$), метилового спирту (т. кип. $64,7^\circ$) або бензену (т. кип. 81°), підфарбованого будь-яким барвником, і дають туди кусочок „кип’ятильника“ для рівномірного кипіння. Колбу закривають пробкою з термометром, ртутна кулька якого



1 – колба; 2 – термометр; 3 – вихід нагрітої води; 4 – внутрішня трубка холодильника; 5 – холодильник; 6 – подавання холодної води; 7 – склянка – збірник

повинна бути на 0,5 см нижче від рівня відповідної трубки колби. Колбу з’єднують з водяним холодильником і ставлять приймач для конденсату. Вмикають воду у холодильник, колбу нагрівають на водяній бані і збирають дистилат у приймач. За показником термометра відмічають температуру кипіння рідини. Постійність точки

кипіння рідини, що переганяється, свідчить про чистоту речовини.

Відкриття Карбону та Гідрогену

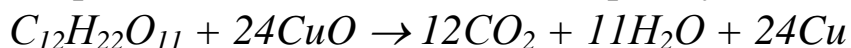
Для виявлення Карбону та Гідрогену досліджувану органічну речовину нагрівають у пробірці з сухим купрум (II) оксидом. При цьому утворюється вуглекислий газ, вода та металічна мідь.

Для виконання досліду збирають прилад із трьох пробірок.

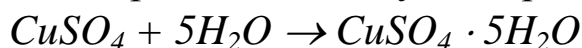
У суху пробірку А поміщають добре перемішану суміш: 2г сухого порошку купрум (II) оксиду і 0,2 г подрібненої органічної речовини (цукор, крохмаль, бензойна кислота). Пробірку щільно закривають пробкою з газовідвідною трубкою, що зігнута під прямим кутом, закріплюють у затискачі штатива майже в горизонтальному положенні так, щоб верхній кінець пробірки з пробкою був трохи вищий від нижнього кінця. Другий кінець газовідвідної трубки поміщають у пробірку Б, з попередньо насипаним 2 г зневодненого купрум (II) сульфату. У пробірку В наливають 4-5 мл вапняної води і

з'єднують пробірку В через газовідвідну трубку із пробіркою Б.

Пробірку А із сумішшю спочатку обережно обігривають легким полум'ям пальника, а потім починають нагрівати її нижню частину, де поміщена досліджувана речовина. При нагріванні органічна речовина розкладається, піддаючись піролізу:



Утворення крапель води на стінках пробірки або газовідвідної трубки, а також посиніння купрум (II) сульфату вказують на наявність в органічній сполуці Гідрогену:



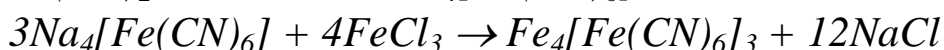
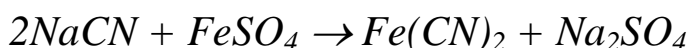
біла речовина *кристалогідрат синього кольору*

Помутніння вапняної води від вуглекислого газу, що виділяється, вказує на наявність Карбону в досліджуваній речовині.

Відкриття Нітрогену за реакцією Лассеня

Метод відкриття Нітрогену в органічних сполуках полягає у нагріванні досліджуваної речовини зі шматочком металічного натрію. Дослід проводять у витяжній шафі за склом.

У суху пробірку поміщають 0,2-0,3 г досліджуваної речовини, наприклад, сечовини і шматок металічного натрію або калію завбільшки з горошину, висушеного між листами фільтрувального паперу. Пробірку обережно нагривають над полум'ям пальника. При цьому виникає спалах і обвуглювання речовини. Пробірку ще деякий час нагривають до червоного жару. Досліджувана речовина розкладається, і Нітроген, з'єднуючись з Карбоном і Натрієм, утворює ціанід натрію. Розпечений кінець пробірки занурюють у фарфорову чашку із 8-10 мл дистильованої води. Пробірка розтріскуються (будьте обережними!), а її вміст розчиняється у воді. Розчин відфільтровують від шматків вугілля і скла. До фільтрату послідовно додають 2-3 мл свіжовиготовленого розчину ферум (II) сульфату, декілька крапель ферум (III) хлориду і підкислюють 1%-ною хлоридною кислотою до слабокислої реакції. Утворений осад берлінської блакиті вказує на присутність Нітрогену в досліджуваній речовині. Реакція проходить за такими рівняннями:



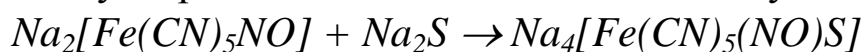
берлінська блакить

Відкриття Сульфуру

Визначення Сульфуру проводиться аналогічно до проби на Нітроген. Досліджувану речовину нагрівають із металічним натрієм. При цьому органічна речовина, що містить Сульфур розкладається з утворенням натрій сульфідіду; наявність якого визначають звичайними реакціями на сульфід-іон S^{2-} .

У суху пробірку поміщають 0,3 – 0,5 г сульфанілової кислоти, додають невеликий шматок металічного натрію завбільшки з горошину, очищеного від гасу, і нагрівають обережно над полум'ям пальника до червоного жару. Гарячу пробірку занурюють у фарфорову чашку із 10 – 15 мл води. Пробірка від швидкого охолодження розтріскується, і її вміст розчиняється у воді. Дану операцію слід проводити осторонь працюючих, не нахилятися над фарфоровою чашкою, тому, що залишки натрію бурхливо реагують з водою. Розчин фільтрують, щоб вилучити шматочки скла і вугілля. Фільтрат ділять на три частини.

До однієї частини фільтрату додають декілька крапель свіжовиготовленого 1%-ного розчину натрій нітропрусиду. Поява червоно-фіолетового забарвлення вказує на наявність Сульфуру і зумовлене утворенням комплексної солі такої будови:



До другої частини фільтрату добавляють невелику кількість 5%-ного водного розчину плюмбум ацетату і підкислюють розбавленою ацетатною кислотою. При цьому утворюється осад плюмбум сульфідіду чорного кольору. У випадку малої кількості Сульфуру осад має коричневе забарвлення.

До третьої частини фільтрату добавляють розбавленої хлоридної кислоти до кислої реакції. При цьому спостерігається виділення сірководню, який легко розпізнати за характерним запахом.

Відкриття галогенів

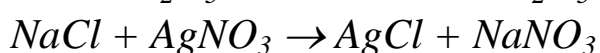
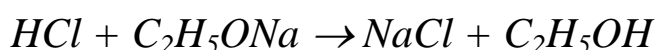
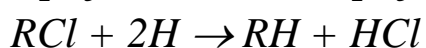
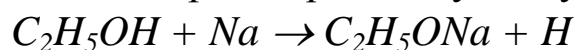
Проба Бельштейна

Для відкриття галогенів часто користуються реакцією забарвлення полум'я, запропонованою Ф. Ф. Бельштейном у 1782 році. Із тонкого мідного дроту виготовляють невелику мідну спіраль з вільним кінцем, довжина якого не більша 15 – 20 см. Спіраль прожарюють у полум'ї пальника, доки не зникне забарвлення полум'я і на поверхні спіралі утвориться купрум (II) оксид. Після

охолодження окислену спіраль змочують невеликою кількістю досліджуваного галогенопохідного, наприклад хлороформом чи йодоформом, і знову вносять її у полум'я пальника. Спочатку згоряє Карбон органічної сполуки. При цьому полум'я деякий час кіптяве, а потім забарвлюється у світло-зелений або синьо-зелений колір парами утворених галодних сполук Купруму.

Реакція Степанова

Галогени можна визначити за реакцією А. В. Степанова, відкритою у 1905р. відновленням галогенпохідних воднем у момент його утворення. Водень у момент виділення утворює із галогеном галогенгідроген, який легко виявити реакцією з аргентум нітратом. Реакцію проводять у розчині етилового спирту і у присутності металічного натрію. При цьому відбуваються перетворення:



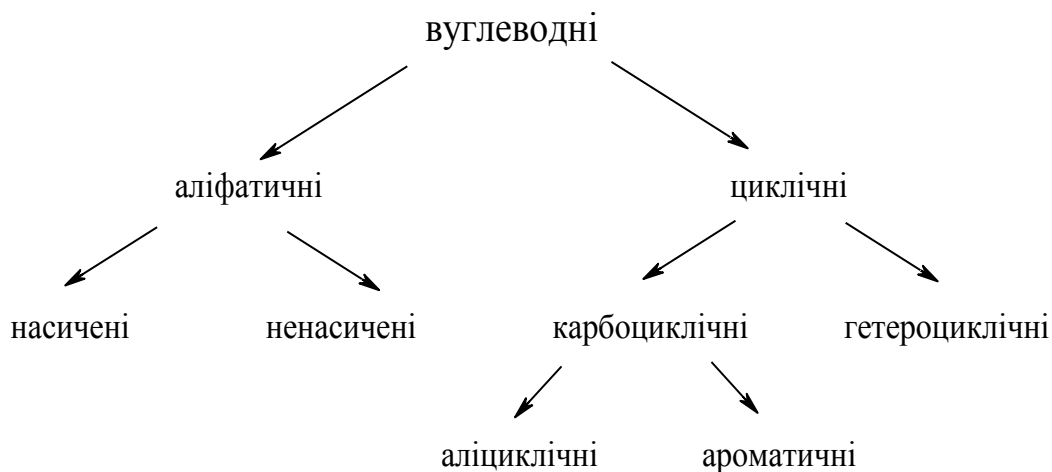
У пробірку наливають 3 – 4 мл етилового спирту, 2 – 3 краплі або декілька кристалів досліджуваного галогенопохідного, наприклад хлороформу, і додають шматок очищеного металічного натрію завбільшки із невелику горошину. Починається бурхливе виділення водню. Після повного розчинення взятого натрію і припинення виділення водню суміш розбавляють рівним об'ємом дистильованої води, підкислюють 10% нітратною кислотою до кислої реакції і доливають декілька крапель 1% розчину аргентум нітрату. При наявності в досліджуваній речовині галогену утворюється аргентум галогенід у вигляді нерозчинного осаду або легкої каламуті.

За кольором осаду можна судити про те, який саме галоген міститься в досліджуваній речовині. Так, поява білого осаду вказує на присутність хлору. За наявності бромю осад буде дещо жовтуватий, за наявності йоду жовтим.

ВУГЛЕВОДНІ

Вуглеводні – найпростіші органічні сполуки, що складаються з атомів Карбону та Гідрогену.

Класифікують вуглеводні за типом зв'язку між атомами Карбону в молекулі: **насичені** (алкани), **ненасичені** (алкени, алкіни, алкадієни), **карбоциклічні** (циклоалкани та ароматичні).



НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКАНИ)

Алкани – це вуглеводні, у молекулах яких атоми Карбону сполучені між собою одинарними зв'язками.

Загальна формула алканів C_nH_{2n+2}

Починаючи від найпростішої сполуки CH_4 – метану, насичені вуглеводні утворюють **гомологічний ряд**

CH_4	Метан
C_2H_6	Етан
C_3H_8	Пропан
C_4H_{10}	Бутан
C_5H_{12}	Пентан
C_6H_{14}	Гексан
C_7H_{16}	Гептан
C_8H_{18}	Октан
C_9H_{20}	Нонан
$C_{10}H_{22}$	Декан

Кожен наступний представник відрізняється за складом від попереднього на одну групу $-CH_2-$

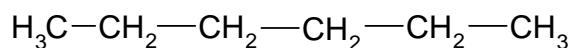
Група $-CH_2-$ називається гомологічною різницею.

Ізомери – це сполуки, що мають однаковий склад, але різну просторову будову та властивості.

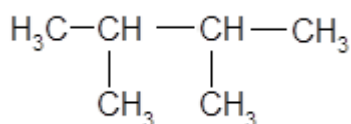
Насиченим вуглеводням притаманна *структурна ізомерія* – ізомерія будови карбонового ланцюга.

Наприклад, формулі C_6H_{14} відповідають наступні ізомери:

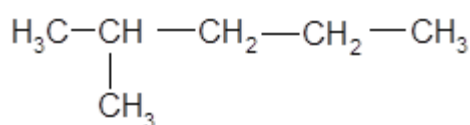
1) *n*-гексан:



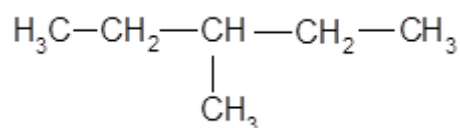
2) 2,3-диметилбутан:



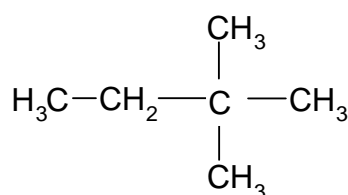
3) 2-метилпентан:



4) 3-метилпентан:



5) 2,2-диметилбутан:



Атом Карбону, що з'єднаний лише із одним іншим атомом Карбону називають *первинним*, той що з'єднаний із двома – *вторинним*, із трьома – *третинним*, із чотирма – *четвертинним*.

Номенклатура

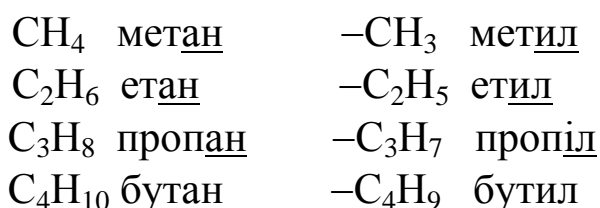
Для того, щоб назвати органічну сполуку, користуються різними номенклатурними системами. Найбільш поширеними є тривіальна, раціональна та систематична (або Женевська) номенклатури.

Тривіальна (емпірична, історична) – назва, яка виникла з часом. Для алканів підраховуються всі атоми Карбону і, якщо є розгалуження, додається префікс ізо-.

Раціональна – назва, яка будується за принципом: все походить від найпростішого. У випадку алканів вважають, що всі вуглеводні є похідними метану, в яких Гідрогени заміщені на вуглеводневі радикали.

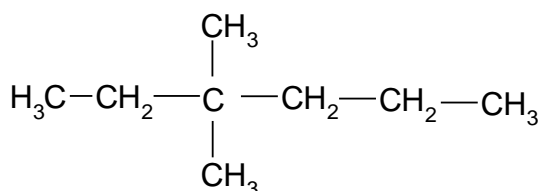
Радикали (*R*) – це частинки, які мають вільні одиниці валентності.

Назва одновалентного радикала походить від назви відповідного вуглеводня, при цьому закінчення змінюється з -ан на -ил або -іл:



Систематична (Женевська, Міжнародна, ІЮПАК) – принцип: нумеруємо найдовший ланцюг з того краю, де ближче розгалуження, вказуємо цифрами місце і назву замісників у алфавітному порядку, називаємо найдовший ланцюг у вигляді вуглеводня.

Наприклад:

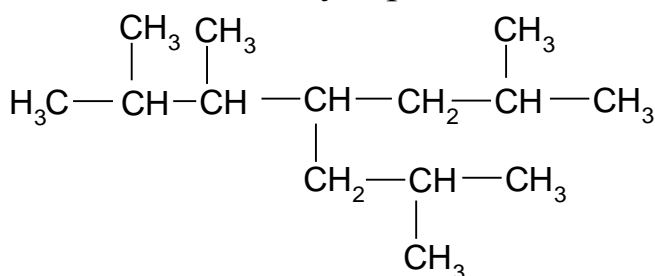


Тривіальна: *ізооктан*

Раціональна: *диметилетилпропілметан*

Систематична: *3,3-диметилгексан*

У разі наявності різних замісників на однаковій відстані від кінців ланцюга, нумерацію визначають за алфавітним порядком.



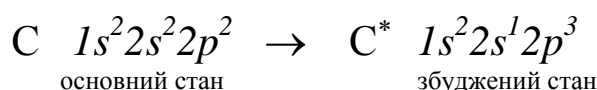
Систематична:

4-втор-бутил-2,3,6-триметилгептан

Будова молекули метану

Хімічний зв'язок в алканах ковалентний, двохелектронний з однією областю перекриття (σ -зв'язок).

У молекулі метану атом Карбону, який перебуває у збудженому стані, утворює чотири ковалентні зв'язки за рахунок усереднення однієї s - і трьох p -орбіталей (sp^3 -гібридизація):



У разі sp^3 -гібридизації нові чотири електронні хмари атома Карбону утворюють кут рівний $109^\circ 28'$. Тому молекула метану побудована у вигляді правильного тетраедра, в центрі якого знаходиться атом Карбону, а у вершинах атоми Гідрогену.

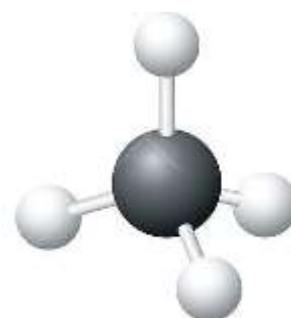
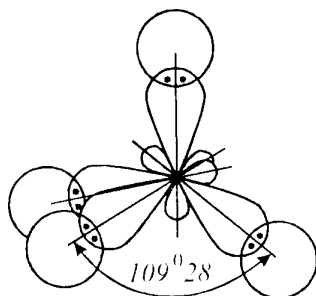
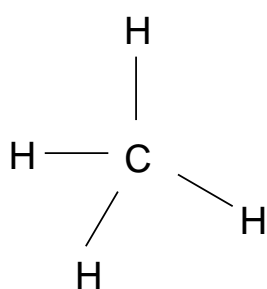
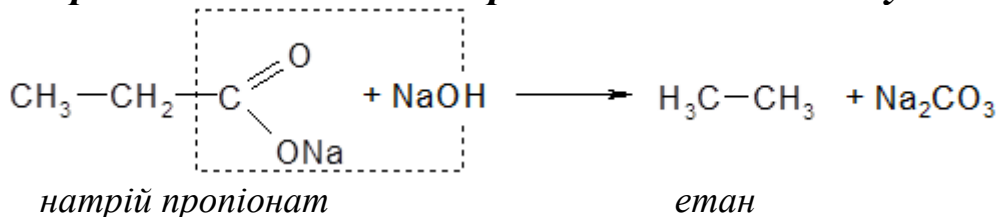


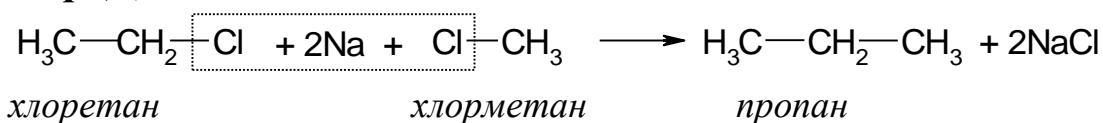
Рис. 1 Будова молекули метану

Способи одержання

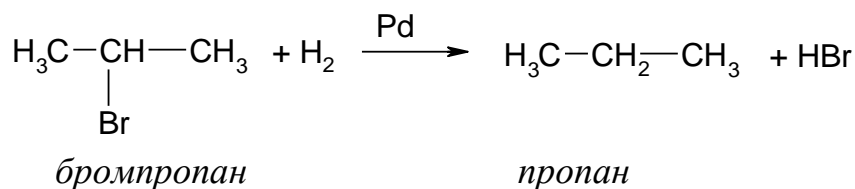
1. Прокалювання солей карбонових кислот із лугами



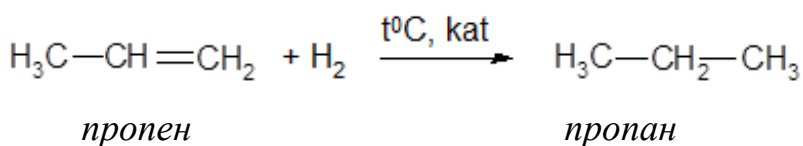
2. Взаємодія галогенпохідних з активними металами (реакція Вюрца)



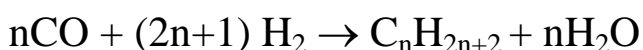
3. Відновлення галогенпохідних



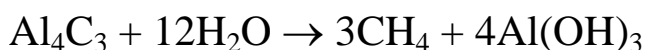
4. Гідрування ненасичених вуглеводнів



5. Із монооксиду Карбону і водню утворюється суміш насичених вуглеводнів (синтин)



6. Із алюміній карбїду (ацетиленїду)



Хімічні властивості

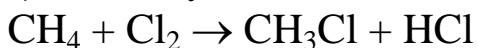
Хімічні властивості насичених вуглеводнів представлені реакціями заміщення (електрофільного, радикального) та розщеплення.

При електрофільному заміщенні атакуюча частинка має позитивний заряд \mathbf{E}^+

При радикальному заміщенні атакуюча частинка – це радикал \mathbf{R}

1) Реакція радикального заміщення

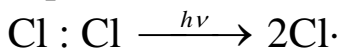
а) галогенування алканів



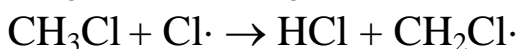
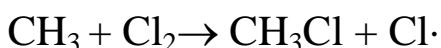
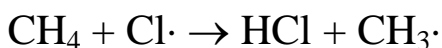
хлорметан

відбувається за таким механізмом:

Зародження ланцюга



Розвиток ланцюга

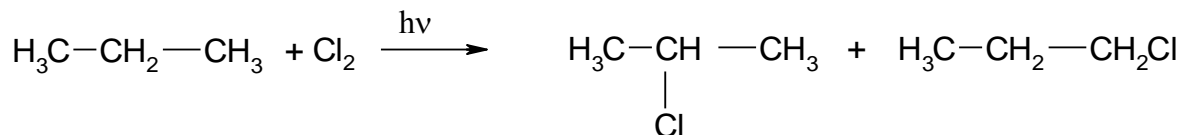


дихлорметан

Реакція закінчується обривом ланцюга

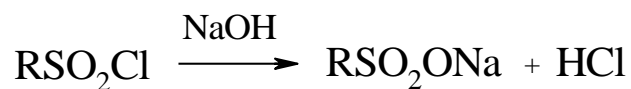
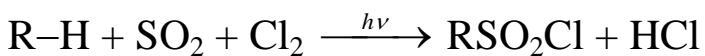


Хід хлорування залежить від температури. За низьких температур переважно хлорується третинний або вторинний атом карбону, за високих температур співвідношення продуктів приблизно однакове

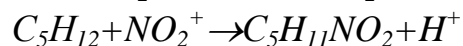
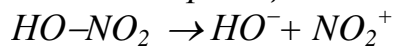


2-хлорпропан (90%) 1-хлорпропан

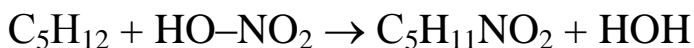
б) сульфохлорування алканів використовують для добування мийних засобів



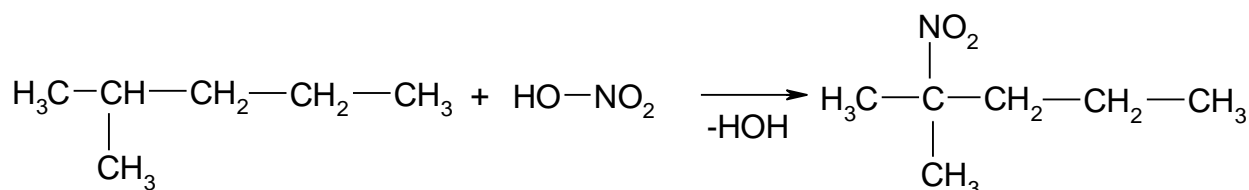
Механізм реакції:



в) реакція нітрування



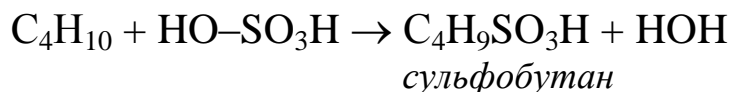
нітрування переважно відбувається за третинним Карбоном:



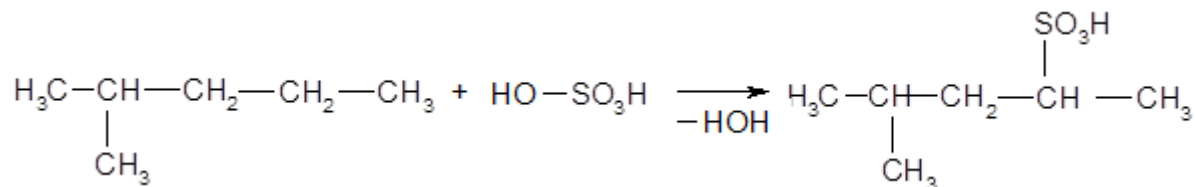
2-метилпентан

2-метил-2-нітропентан

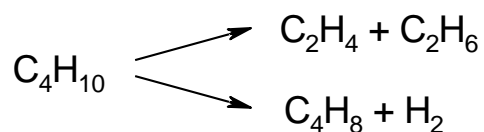
2) реакція сульфування



сульфування переважно відбувається за вторинним Карбоном:

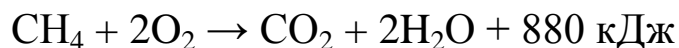


3) Реакція розщеплення (крекінг)



4) Реакція окиснення

Повне окиснення алканів відбувається при їх спалюванні:



Неповне окиснення вищих парафінів відбувається за впливом температури і каталізатора. При цьому утворюється суміш кислот, спиртів, кетонів тощо.

Експериментальна частина

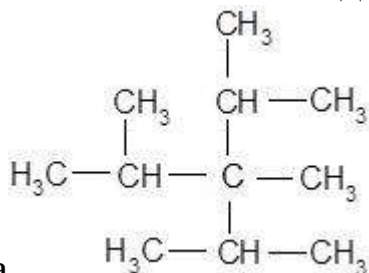
Дослід. Одержання метану та вивчення його властивостей.

У суху пробірку з газовідвідною трубкою насипають 1/4 її об'єму суміші, що складається з однієї частини зневодненого ацетату натрію і двох частин попередньо прожареного натронного вапна. Натронне вапно є сумішшю натрій гідроксиду і кальцій гідроксиду. Пробірку закріплюють на штативі з великим нахилом у бік і нагрівають полум'ям спиртівки. Спочатку прогрівають всю пробірку, а потім сильно нагрівають суміш. Газ, що виділяється підпалюють. Запалений газ горить блакитним полум'ям. Написати відповідні рівняння реакції.

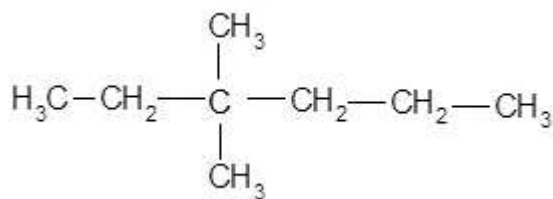
Питання для самостійної роботи

1. Дайте визначення алканів.
2. Що таке гомологія?
3. Дайте визначення ізомерії. Який тип ізомерії алканів? Наведіть приклади.

4. Назвіть за всіма видами номенклатури:



а



б

5. Напишіть структурні формули речовин: а) 2-метил-3-етилгексан; б) 2,2-диметилбутан; в) 3-метил-4-ізопропілоктан.

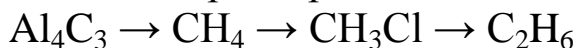
6. Запишіть реакцію взаємодії пропану з бромом.

7. Запишіть реакцію взаємодії гексану з нітратною кислотою.

8. Одержіть пентан прокалюванням солі відповідної карбонової кислоти з гідроксидом натрію.

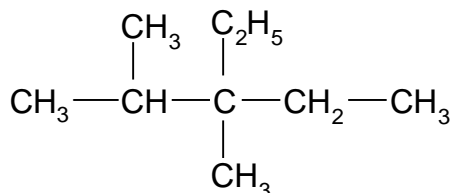
9. Одержіть пентан за реакцією Вюрца.

10. Здійсніть перетворення:



Приклади задач

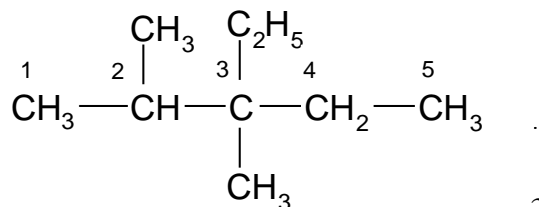
Задача №1 Назвати сполуку за систематичною номенклатурою:



Розв'язок:

1. Нумеруємо найдовший ланцюг із того боку, де ближче розгалуження.

2. Вказуємо місце і назву замісників, називаємо основний ланцюг із закінченням –ан



3-етил-2,3-диметилпентан

Задача №2 Складіть рівняння реакції одержання бутану із солі відповідної карбонової кислоти.

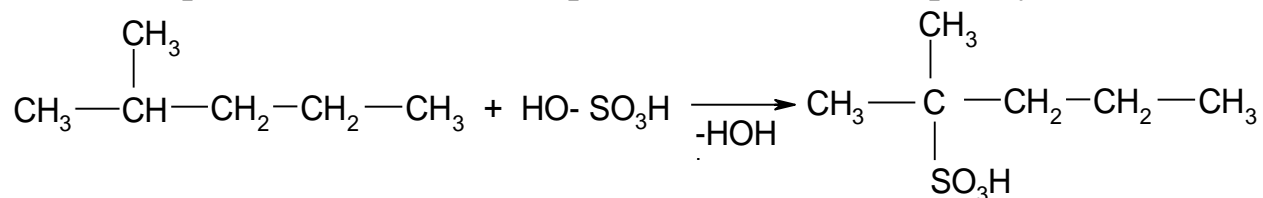
Розв'язок:

Насичені вуглеводні добувають прокалюванням солей карбонових кислот з лугами. Склад продукту залежить від радикала в кислоті:



Задача №3 Напишіть схему реакції сульфування 2-метилпентану.

Розв'язок: Найлегше сульфування та нітрування насичених вуглеводнів проходить по місцю третинного атома Карбону:



Задача №4 Деякий алкан має відносну густину за повітрям 3,931. Знайдіть емпіричну формулу цього алкану.

Розв'язок:

1. За формулою відносної густини газів обчислюємо молярну масу алкану:

$$D(\text{пов}) = \frac{M(\text{газу})}{M(\text{повітря})} = \frac{M(\text{газу})}{29 \text{ г/моль}}$$

$$M(\text{газу}) = D(\text{пов}) \cdot 29 \text{ г/моль} = 3,931 \cdot 29 \text{ г/моль} = 114 \text{ г/моль.}$$

2. Загальна формула алканів $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, тобто, молярну масу алкану можна записати у вигляді:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = n \cdot Ar(\text{C}) + (2n+2) \cdot Ar(\text{H})$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = n \cdot 12 + (2n+2) \cdot 1$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 14n + 2$$

3. Підставивши значення молярної маси алкану знаходимо n :

$$114 \text{ г/моль} = 14n + 2, \text{ звідки } n = 8, \text{ отже формула алкану } \text{C}_8\text{H}_{18}.$$

НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКЕНИ)

Етиленові вуглеводні (алкени) – це сполуки, що мають один подвійний зв'язок між атомами Карбону.

Загальна формула C_nH_{2n} . Найпростішим членом ряду є етилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, від його назви походить назва всього ряду.

Номенклатура

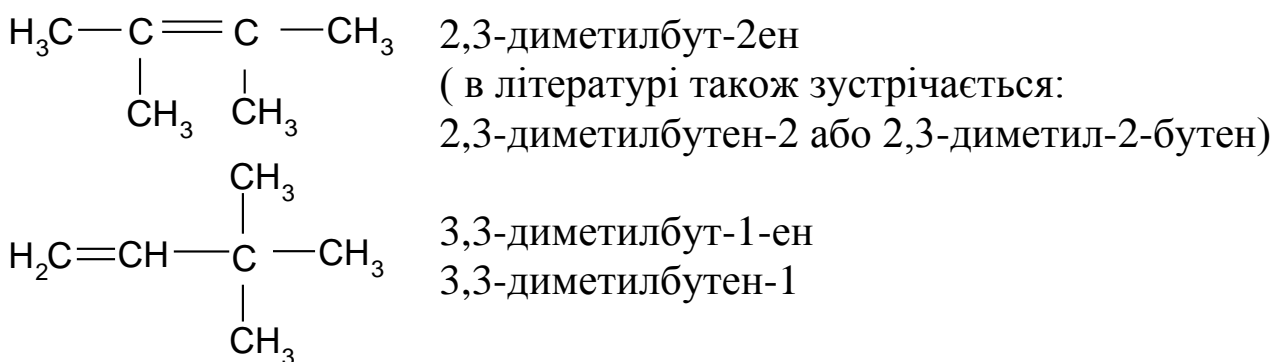
Тривіальна назва будується від назви насичених вуглеводнів із зміною закінчення -ан- на закінчення -илен-, тобто пропілен, бутилен тощо.

Раціональна назва – за основу беремо етилен.

Наприклад: $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$ диметилетилен

Міжнародна назва – принцип: нумеруємо найдовший ланцюг з того краю, де ближче розташований подвійний зв'язок, вказуємо цифрами місце і назву замісників у алфавітному порядку, називаємо найдовший ланцюг у вигляді вуглеводня, у якому закінчення „ан“ змінюється на „ен“; перед „ен“ вказуємо місце подвійного зв'язку.

Наприклад:



Ізомерія ненасичених вуглеводнів є трьох типів:

1. Структурна або ланцюгова ізомерія ненасичених вуглеводнів, яка залежить від розгалуження ланцюга атомів Карбону.

2. Ізомерія положення подвійного зв'язку в ланцюзі.

3. Геометрична або цис-транс ізомерія. Залежить від положення замісників відносно подвійного зв'язку. Вона включає в себе два різновиди ізомерів: цис-ізомер і транс-ізомер. У цис-ізомера замісники знаходяться з одного боку від площини подвійного зв'язку, а у транс-ізомера вони розміщені по різні боки.

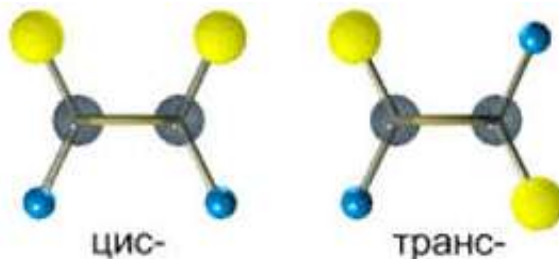
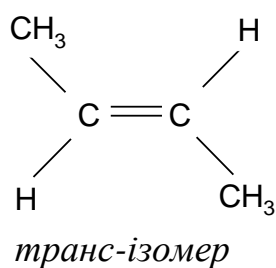
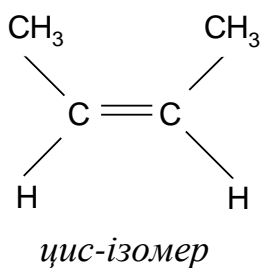


Рис. 2 Цис-транс ізомерія

Наприклад: ізомери бутену-2:



Будова подвійного зв'язку на прикладі молекули етилену

Подвійний зв'язок містить один π -зв'язок, утворений за рахунок областей перекриття негібридних р-електронів двох атомів Карбону. При цьому одна s- і дві р-орбіталі атома Карбону, що залишилися, усереднюються, утворюючи нові три sp^2 -гібридизовані орбіталі, які дають σ -зв'язки.

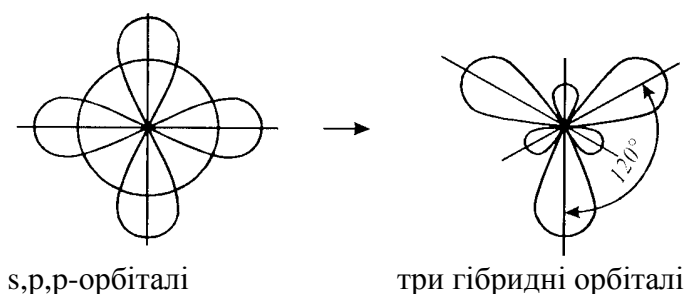


Рис. 3 sp^2 -гібридизація

Орбіталі атома Карбону утворюють кут 120° . Отже, подвійний зв'язок містить один σ -зв'язок (sp^2 -гібридизація) і один π -зв'язок (перекриття двох р-електронів).

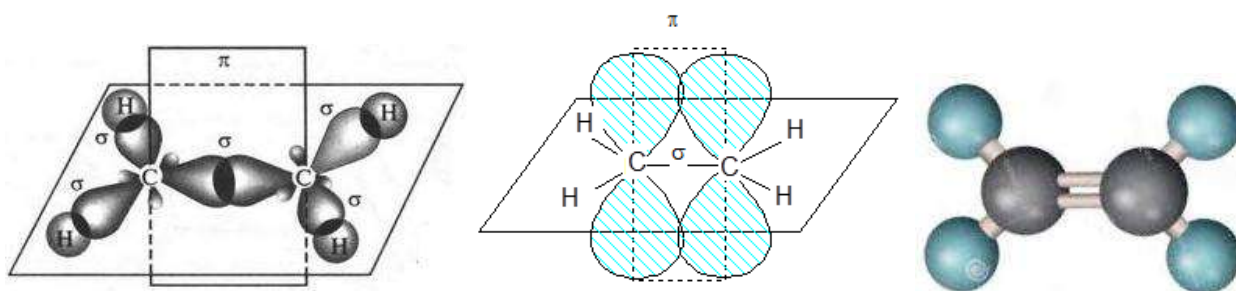
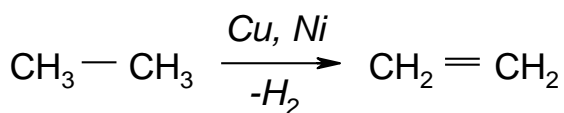


Рис. 4 Будова молекули етилену

Способи одержання

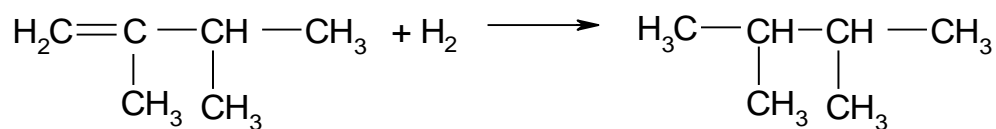
1. Дегідрогенізація насичених вуглеводнів



етен (етилен)

пропан-2-ол (пропанол-2)

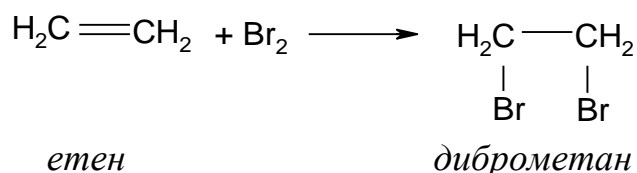
3. Приєднання водню



2,3-диметилбут-1-ен
(2,3-диметилбутен-1)

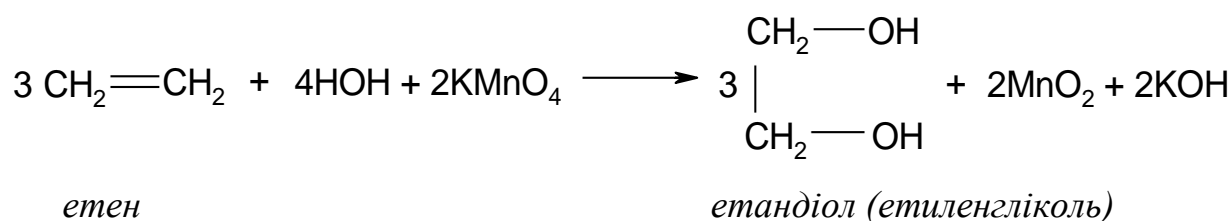
2,3-диметилбутан

4. Приєднання галогенів

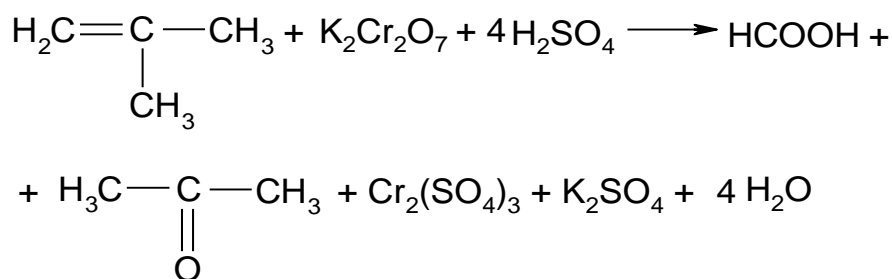


Реакції знебарвлення розчинів бром та калій перманганату є якісними для визначення присутності етиленових вуглеводнів

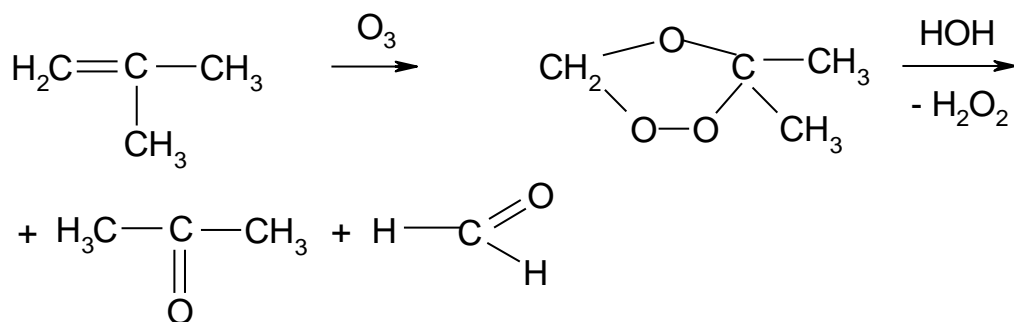
5. М'яке окиснення (реакція Вагнера)



6. Жорстке окиснення



7. Окиснення озonom з утворенням озонідів, що гідролізують до альдегідів та кетонів



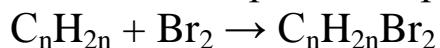
Метод жорсткого окиснення та озонування використовують для доказу місця подвійного зв'язку.

Розв'язок

1. Визначаємо кількість речовини бром, що приєднався до алкену

$$v = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{8\text{г}}{160\text{г/моль}} = 0,05 \text{ моль}$$

2. Складаємо рівняння реакції:



3. За рівнянням реакції 1 моль C_nH_{2n} приєднує 1 моль Br_2 , тобто, $v(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = v(\text{Br}_2) = 0,05$ моль

4. Знаходимо молярну масу алкену за формулою:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = \frac{m(\text{C}_n\text{H}_{2n})}{v(\text{C}_n\text{H}_{2n})} = \frac{2,8}{0,05} = 56 \text{ г/моль}$$

5. Загальна формула алканів C_nH_{2n} , тобто, молярну масу алкену можна записати у вигляді:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n \cdot \text{Ar}(\text{C}) + 2n \cdot \text{Ar}(\text{H})$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = n \cdot 12 + 2n \cdot 1$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 14n$$

3. Підставивши значення молярної маси алкену знаходимо n :

$$56 \text{ г/моль} = 14n, \text{ звідки } n = 4, \text{ отже формула алкену } \text{C}_4\text{H}_8.$$

НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКІНИ)

Ацетиленові вуглеводні (алкіни) – сполуки, що мають потрійний зв'язок між атомами Карбону з загальною формулою $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Першим членом гомологічного ряду є ацетилен $\text{CH} \equiv \text{CH}$ (етин).

Для цього класу сполук характерна ізомерія карбонового ланцюга і ізомерія розміщення потрійного зв'язку в ланцюзі.

Номенклатура

Тривіальна назва: назву має тільки 1-й представник гомологічного ряду – ацетилен $\text{HC} \equiv \text{CH}$.

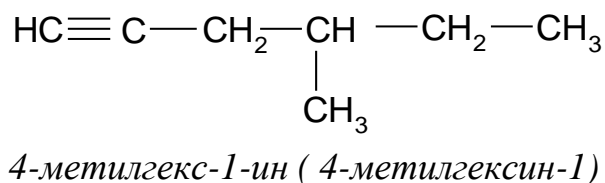
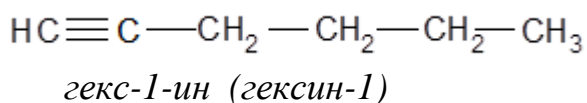
Раціональна назва будується від ацетилену.

Наприклад: $\text{HC} \equiv \text{C}-\text{CH}_3$ *метилацетилен*

Систематична: нумеруємо найдовший ланцюг з того краю, де ближче розташований потрійний зв'язок, вказуємо цифрами місце і назву замісників у алфавітному порядку, називаємо найдовший

ланцюг у вигляді вуглеводня, в якому закінчення „ан“ змінюється на „ін“ або „ин”; перед „ин” вказуємо місце подвійного зв’язку”.

Наприклад:



Будова потрійного зв’язку на прикладі молекули ацетилену

Потрійний зв’язок містить один σ -зв’язок (sp -гібридизація) і два π -зв’язки (перекриття p -електронів). sp - гібридні орбіталі атома Карбону при перетині утворюють кут 180° (лінійна будова молекули).

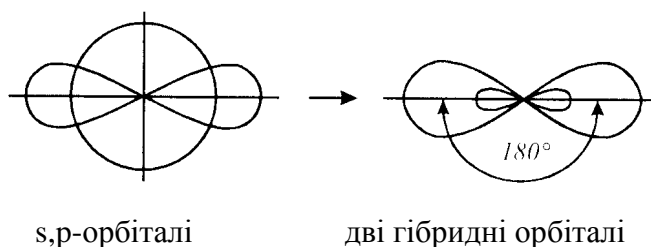


Рис. 4 sp -гібридизація

Негібридизовані p -орбіталі перекриваються перпендикулярно до площини σ -зв’язку (рис. 3).

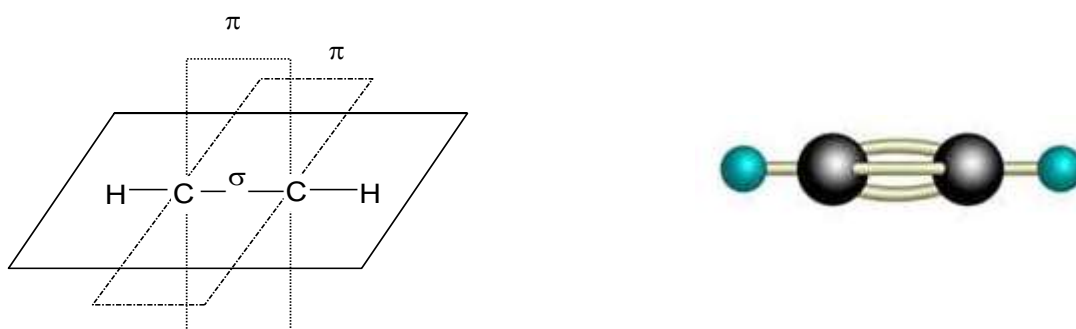
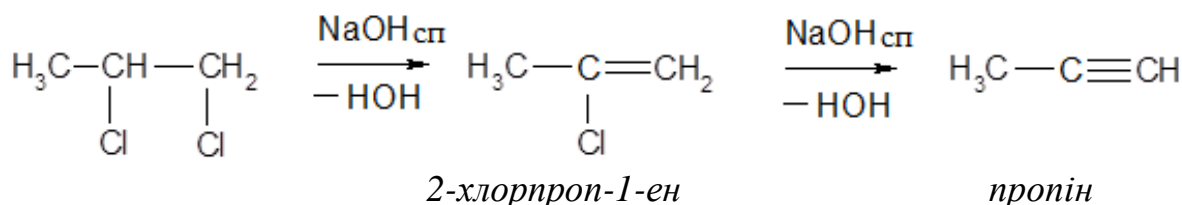


Рис. 5 Будова молекули ацетилену

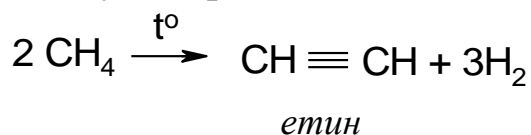
Способи одержання

1. Відщеплення галогенгідрогену під впливом спиртових розчинів лугів

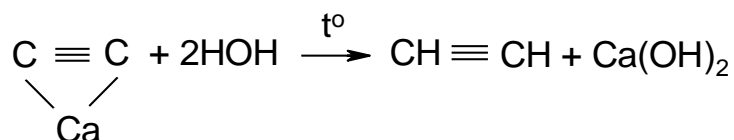


2. Піроліз насичених вуглеводнів

При нагріванні насичених вуглеводнів до високої температури (800-1000⁰С) відбувається ряд складних перетворень з утворенням ацетилену, наприклад:



3. Карбідний метод (із карбіду кальцію)

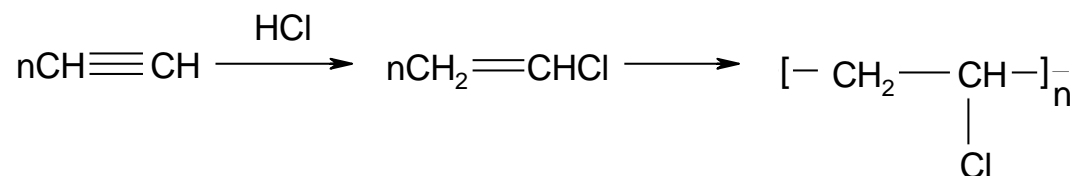


Хімічні властивості

Хімічні властивості алкінів пов'язані з наявністю потрійного зв'язку. Тому молекули алкінів можуть вступати в хімічні реакції приєднання, заміщення, полімеризації.

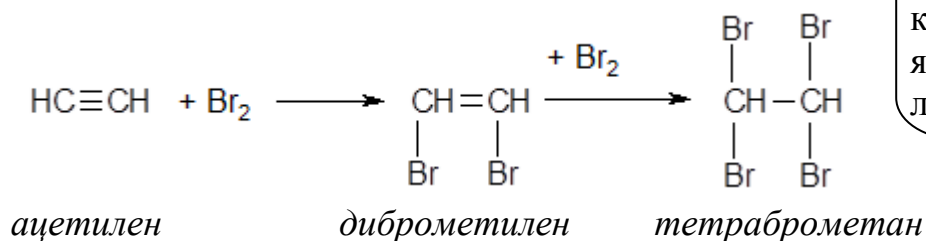
1. Реакції приєднання

1.1. Приєднання гідрогенхлориду і полімеризація вінілхлориду



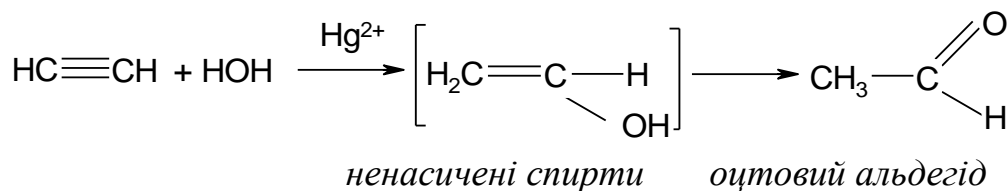
Утворений поліхлорвініл є сировиною для виробництва волокон, пластмас, плівок, лаків та ін.

1.2. Приєднання галогенів

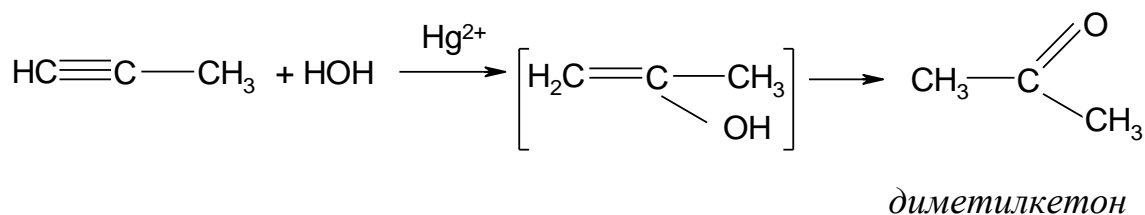


Реакції знебарвлення розчинів броду та калій перманганату є якісними на ацетиленові вуглеводні.

1.3. Приєднання води (реакція Кучерова М.Г.)

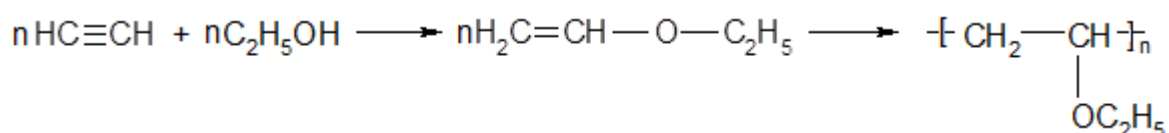


При приєднанні молекули води ацетилен дає оцтовий альдегід, а всі інші ацетиленові вуглеводні утворюють кетони.



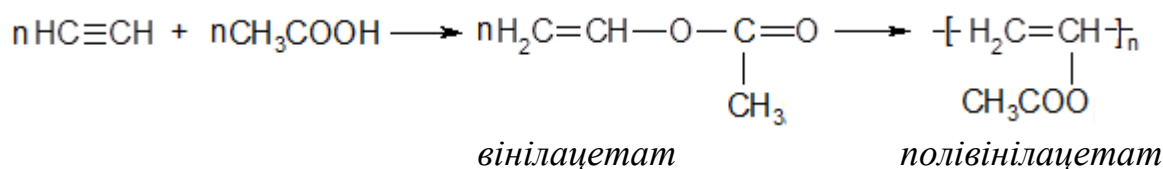
1.4. Приєднання спиртів

При взаємодії ацетилену з спиртом при наявності Калій гідроксиду і підвищеної температури, утворюються прості вінілові етери, які полімеризуючись дають замінники металів – полівінілові етери.



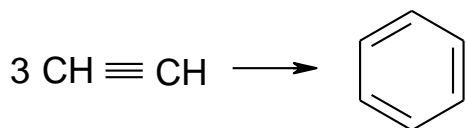
1.5. Приєднання карбонових кислот

При наявності каталізаторів ZnO ацетиленові вуглеводні приєднують карбонові кислоти, утворюючи вінілові естери. Утворений з оцтовою кислотою, естер полімеризується в полівінілацетат (клей ПВА).

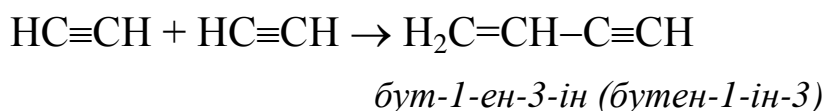


2. Реакції полімеризації

2.1. Ацетилен за температури 500⁰С тримеризується в бензен

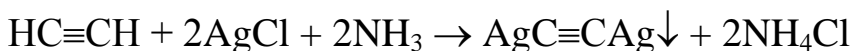
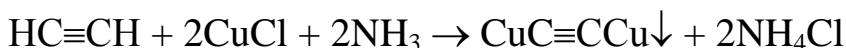


2.2. При пропусканні чистого ацетилену через кислий водний розчин Купрум (I) хлориду і хлориду амонію при 50-100⁰С і нормальному тиску проходить димеризація ацетилену і утворюється вінілацетилен:



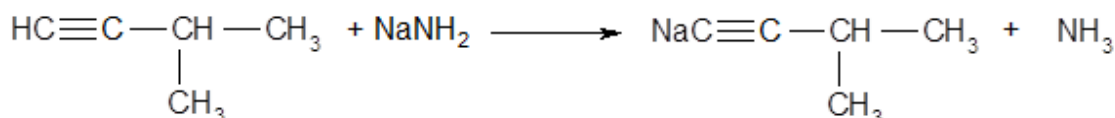
3. Реакції заміщення

3.1. Здатність атомів Гідрогену біля атомів Карбону з потрійним зв'язком, заміщуватися на метал.



Реакції утворення вибухонебезпечних ацетиленідів є якісними на ацетиленові вуглеводні

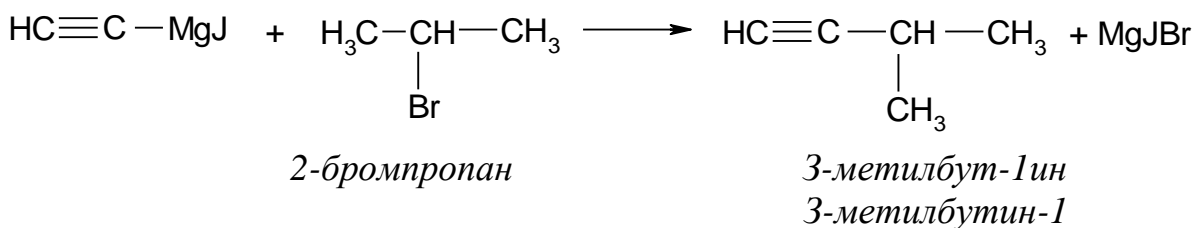
3.2. Реакція заміщення з амідом натрію в аміаку



3.3. Синтез із реактивом Гриньяра

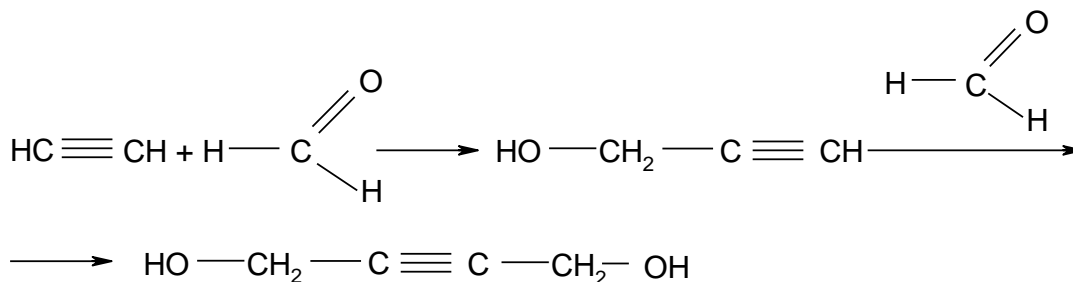


ацетилен Реактив Гриньяра магнійорганічний комплекс

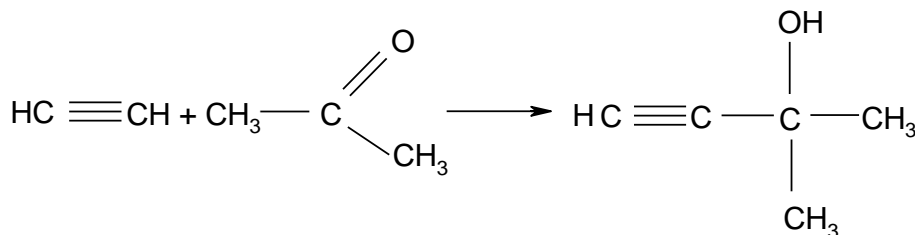


4. Реакції з карбонільними сполуками

а) із ацетальдегідом:

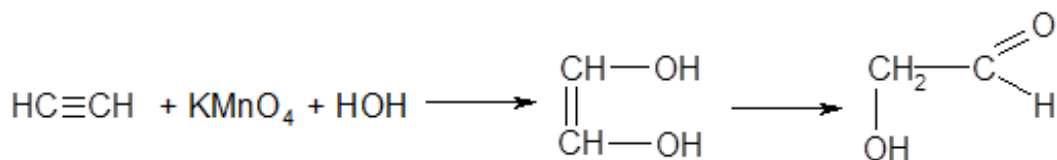


б) із ацетоном:



5. Реакції окиснення

При пропусканні ацетилену крізь розчин перманганату калію фіолетове забарвлення зникає – якісна реакція на ненасичений зв'язок:



НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКАДІЄНИ)

Дієнові вуглеводні (алкадієни) – сполуки, що містять в молекулі два подвійні зв'язки. Діляться на три типи:

1. **кумулявані** – подвійні зв'язки підходять до одного атома Карбону: $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ *пропадієн*

2. **спряжені** – подвійні зв'язки розділені одним одинарним зв'язком: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ *бутадієн-1,3*

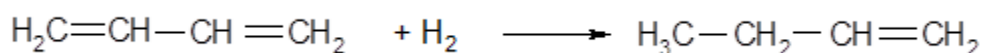
3. **ізолювані** – подвійні зв'язки розділені двома або більше одинарними зв'язками $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ *пентадієн-1,4*.

Хімічні властивості

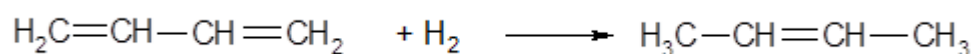
Як у теоретичному, так і у практичному значенні особливе місце займають спряжені дієни. Кумульовані та ізолювані поведуть себе так, як звичайні сполуки з подвійними зв'язками.

Приєднання однієї молекули водню, галогену або галогенгідрогену може відбуватися у положення 1,2 або 3,4 тобто за одним подвійним зв'язком. Але частково приєднання відбувається у положення 1,4, тобто із розривом обидвох подвійних зв'язків. Цей ефект називається спряженням.

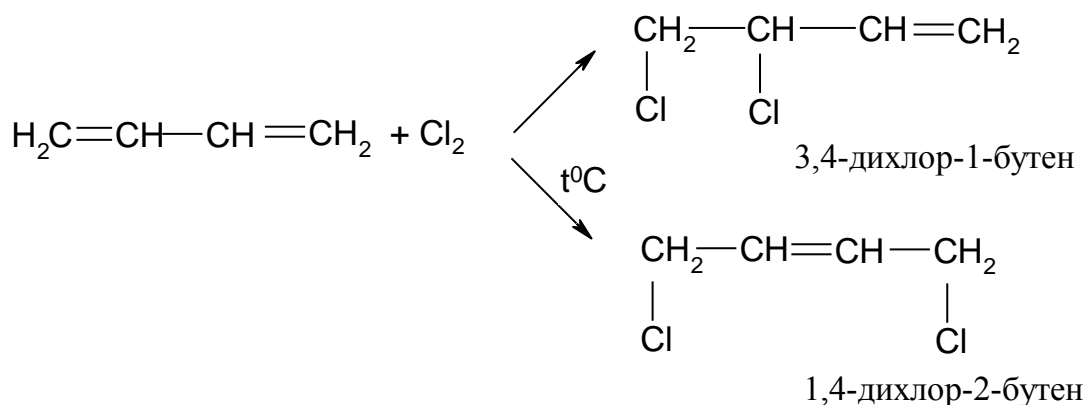
1.1 Приєднання водню



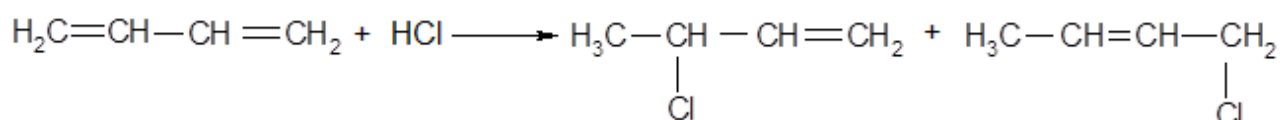
або



1.2 Приєднання галогенів

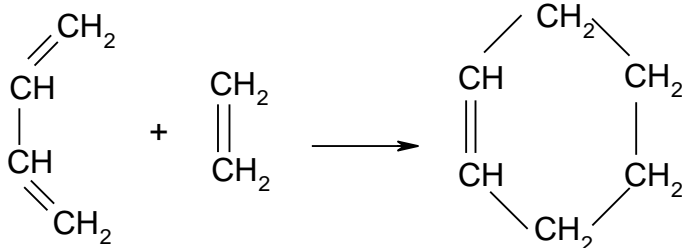


1.3 Приєднання галогенгідрогенів



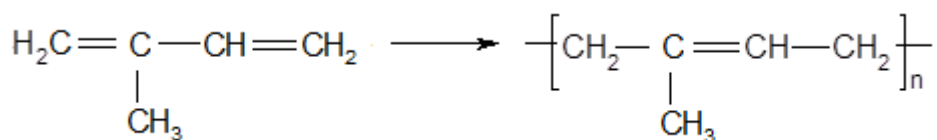
1.4 Дієновий синтез Дільса-Альдера

Базується на приєднанні ненасичених сполук (дієнофілів) до спряжених дієнів у положення 1,4:



1.5 Полімеризація

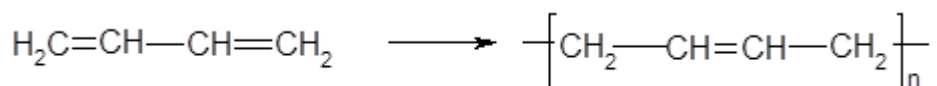
На практиці дієнові вуглеводні використовуються для полімеризації і утворення каучуків. Натуральний каучук одержують з молочного соку бразилійської гевеї, яка містить ізопрен C_5H_8 , що полімеризується з розривом двох подвійних зв'язків:



2-метилбута-1,3-дієн

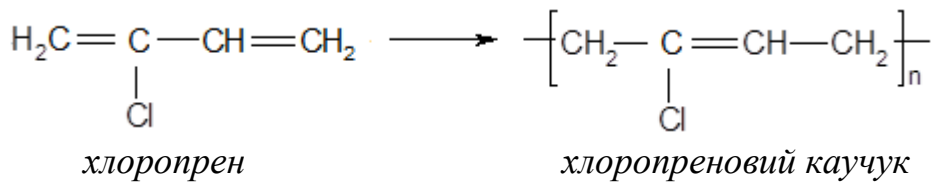
каучук натуральний

Аналогічно одержують синтетичні каучуки, використовуючи для полімеризації інші дієнові вуглеводні:

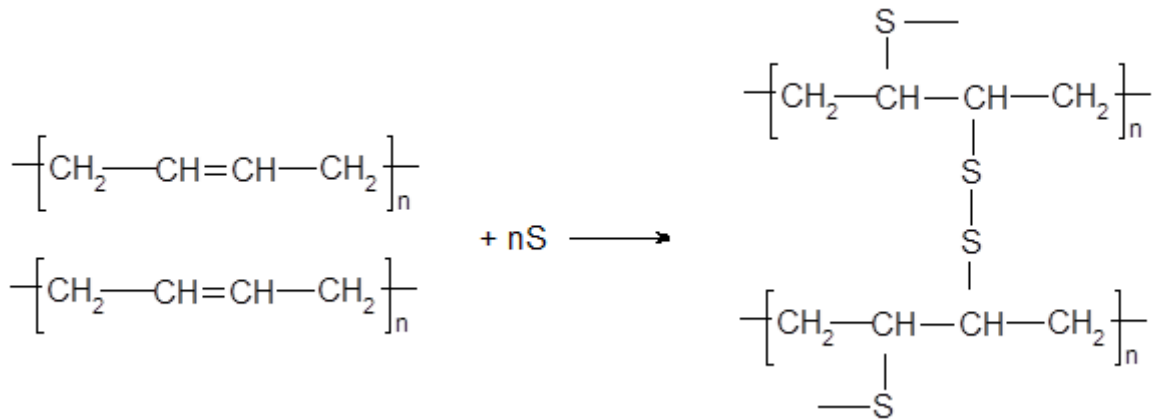


бута-1,3-дієн
дивініл

бутадієновий каучук



Найбільше практичне значення має процес вулканізації каучуку, який ґрунтується на обробці каучуку сіркою, яка зшиває "лінійні молекули"



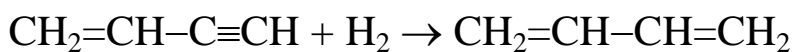
Каучук, який містить 0,5-5% Сульфуру, перетворюється на різні сорти гуми, а 20-40% Сульфуру дає ебоніт, який використовується переважно для виготовлення плат в електронній промисловості.

Способи одержання

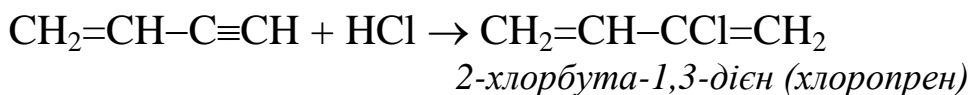
1. Одержують бута-1,3-дієн за реакцією Лебедева із етилового спирту:



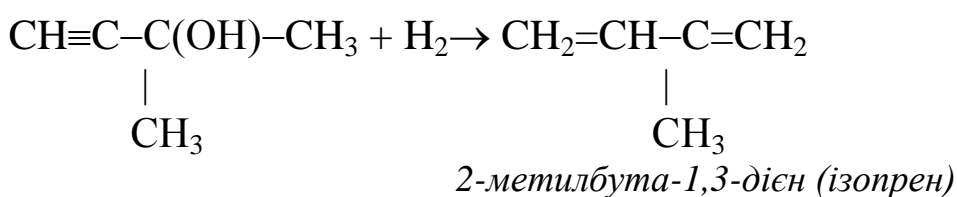
2. Із вінілацетилену:



3. Приєднанням гідроген хлориду до вінілацетилену одержують хлоропрен:



4. Приєднання водню і дегідратація 3-метилбутин-1-олу-3



Експериментальна частина

Дослід. Одержання ацетилену і вивчення його властивостей.

(Дослід проводити у витяжній шафі)

Перед одержанням ацетилену потрібно заздалегідь приготувати пробірку з розчином KMnO_4 (перманганат калію) і з аміачним розчином купрум гідроксиду. В колбу Вюрца кладуть 2-5 г карбіду кальцію і додають по краплях воду. Ацетилен, що утворюється досліджують на:

а) *окиснення ацетилену*: у пробірку з розчином KMnO_4 пропускають ацетилен – фіолетовий колір зникає;

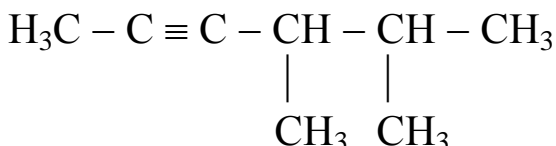
б) *утворення ацетиленідів*: у пробірку з аміачним розчином купрум (II) гідроксиду пропускають ацетилен – синій

в) *проба на горіння*: ацетилен, що виходить з газовідвідної трубки підпалюють.

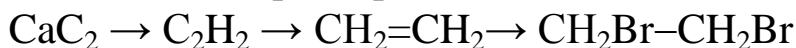
Написати відповідні рівняння реакцій.

Питання для самостійної роботи

1. Дайте визначення алкінів.
2. Приведіть формули і назви гомологів ацетилену.
3. Запишіть ізомери гексину.
4. Назвіть за всіма видами номенклатури:



5. Одержіть диетилацетилен із відповідного дигалогенпохідного.
6. Проведіть реакцію Кучерова для пент-2-ину.
7. Запишіть реакцію приєднання оцтового альдегіду до етину.
8. Запишіть реакцію окиснення пропіну.
9. Здійсніть перетворення:



10. технічного карбіду кальцію масою 30 г добули ацетилен об'ємом 8,4 л. Визначте масову частку домішок у карбіді.

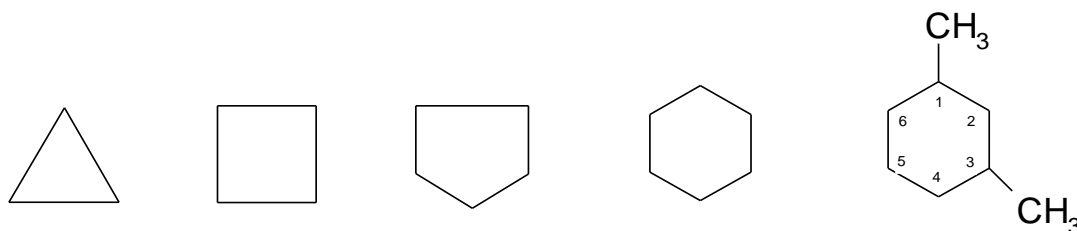
КАРБОЦИКЛІЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

Сполуки, в яких атоми Карбону утворюють замкнутий цикл дістали назву карбоциклічні вуглеводні. Вони поділяються на аліциклічні або поліметиленові і ароматичні.

АЛІЦИКЛІЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (ЦИКЛОАЛКАНИ)

Аліциклічні (аліфатичні, циклічні) або поліметиленові (група $-\text{CH}_2-$ метилен) – це вуглеводні циклічної будови неароматичного типу.

Їхні назви будуються від назв відповідних насичених вуглеводнів з додаванням префіксу цикло- (циклопропан, циклобутан, циклогексан). Циклопентан і циклогексан знаходяться у нафті і носять назву нафтени. Нумерацію цикла проводять таким чином, щоб при назві замісників сума цифр була мінімальною. У назві радикалу додають закінчення -іл або -ил.



Циклопропан циклобутан циклопентан циклогексан 1,3-диметилциклогексан

Ізомерія:

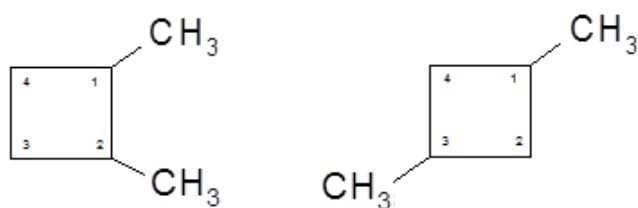
1) за величиною циклу



Циклопентан

метилциклобутан

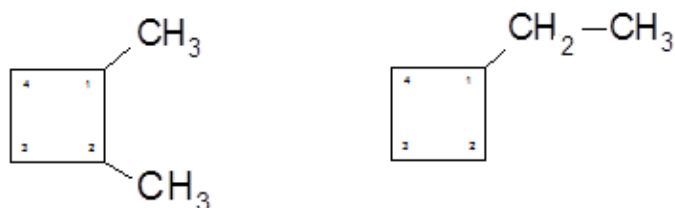
2) за місцем замісників



1,2-диметилциклобутан

1,3-диметилциклобутан

3) за величиною бокового ланцюга



1,2-диметилциклобутан

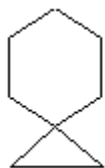
етилциклобутан

4) геометрична, або цис-транс ізомерія.

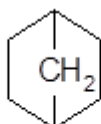


Цис-диметилциклобутан транс-диметилциклобутан

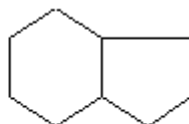
Класифікують циклосполуки на спіринові, мостикові, біциклічні.



спіринові



мостикові

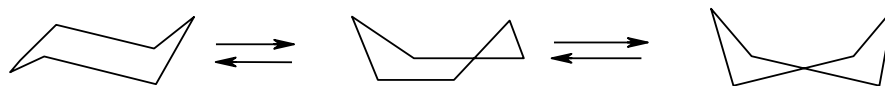


біциклічні

У 1885 році Байєром сформульовано теорію напруженості циклів, яка пояснювала їхню стійкість. Байєр виходив із тетраедричної будови Карбону і вважав, що циклічні структури є плоскими. При цьому мірою напруженості вважав відхилення внутрішніх кутів правильних многогранників від валентного кута Карбону $109^{\circ}28'$. Ці відхилення мають наступні значення: для циклопропану $24^{\circ}44'$, циклобутану $9^{\circ}44'$, циклопентану $0^{\circ}44'$, для циклогексану $5^{\circ}16'$.

Звичайно, чим менша абсолютна величина напруженості, тим цикл стійкіший. Тому найбільш стійким буде п'ятичленний цикл, менш стійкий шестичленний, ще менш стійкий чотиричленний, і особливо нестійкий тричленний.

Показано, що це дійсно так, за виключенням шестичленного циклу. Справа в тому, що він перебуває в конформації „крісла” та „ванни” і при цьому зв'язки наближаються до кута $109^{\circ}28'$:

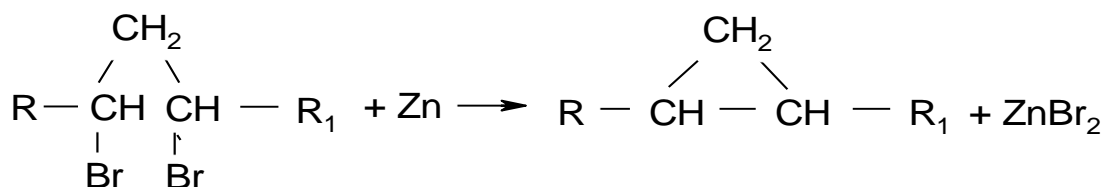


Конформація – це енергетично нерівноцінні форми молекул, що переходять одна в одну за рахунок вільного обертання зв'язків. Конформаційний аналіз – вибір конформацій, їх порівняння і пояснення на їх основі поведінки вуглеводнів.

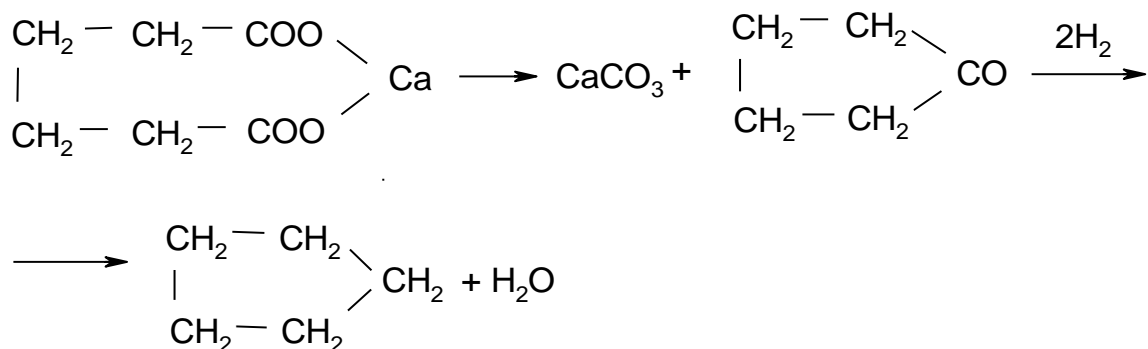
Методи одержання

1. Внутрішньомолекулярна реакція Вюрца

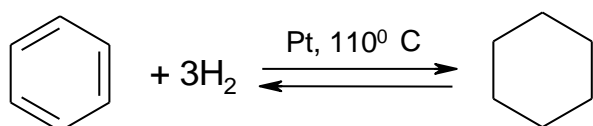
Взаємодія 1,3-дигалогеналканів із металами (Na, Zn, Mg)



2. Піроліз кальцієвих або натрієвих солей двохосновних кислот



3. Циклогексан і його гомологи добувають відновленням бензену та його похідних.

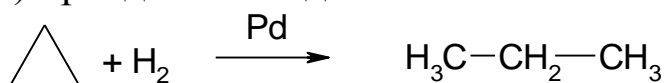


За фізичними властивостями циклоалкани нагадують алкани.

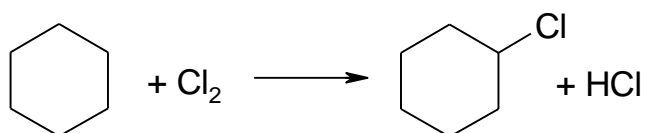
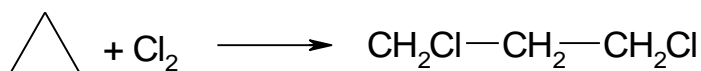
Хімічні властивості

Більш стійкі цикли в м'яких умовах схильні до реакцій заміщення, менш стійкі – до приєднання за рахунок природи зв'язків.

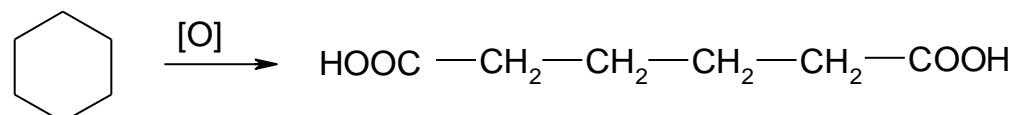
а) приєднання водню



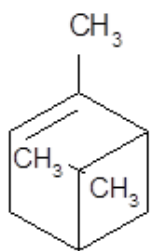
б) галогенування



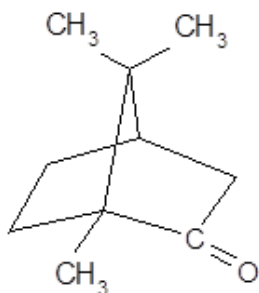
в) окиснення відбувається з розривом циклу і утворенням двохосновних кислот з такою ж кількістю атомів Карбону



В хвойних міститься один із біциклічних терпенів, який основою скипидару – α -пінен, а також біциклічний терпеноїд камфора:



α - пінен



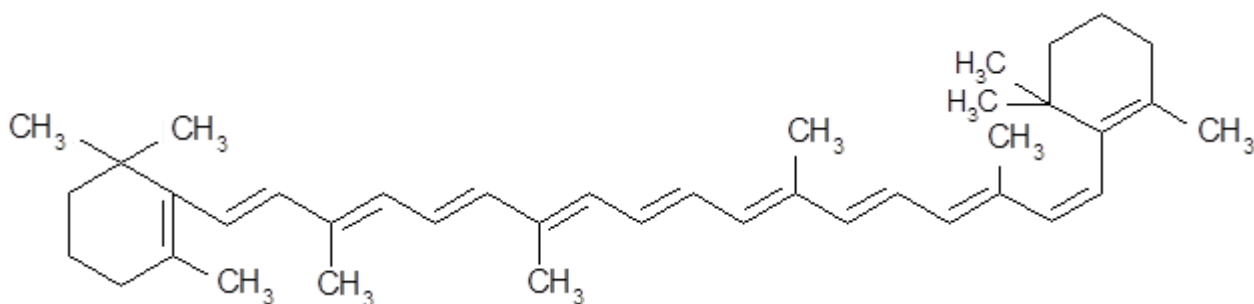
камфора

Каротини (лат. *Carota* – морква) – це група жовтих або червоних пігментів рослинного і тваринного походження, виконують важливі функції в організмах (провітамін А у риб і ссавців, активні компоненти в процесі фотосинтезу рослин) і побудовані із ізопренових залишків (найчастіше восьми).

Найбільш відомими є :

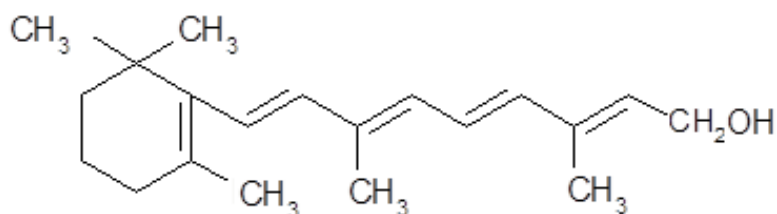
Лікопін $C_{40}H_{56}$ (плоди томату, ін.) має відкритий ланцюг і 13 подвійних зв'язків;

Каротин $C_{40}H_{56}$ (зелене листя, в квітах, плодах, тканини деяких тварин, морква, гарбуз) і побудований із довгого ланцюга з подвійними зв'язками та двох ядер циклогексану на кінцях. В тваринних організмах каротин окисним розщепленням на дві молекули та приєднанням води дає вітамін А, тому він має назву провітамін А.



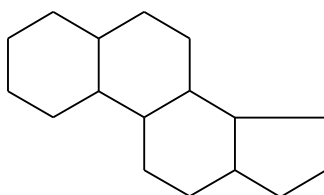
каротин

Каротини (α, β, γ) розрізняються різним розміщенням подвійних зв'язків у структурі циклів чи їх лінійної будови. Вітамін А утворюється при розриві молекули і приєднанні води до кожної половинки.

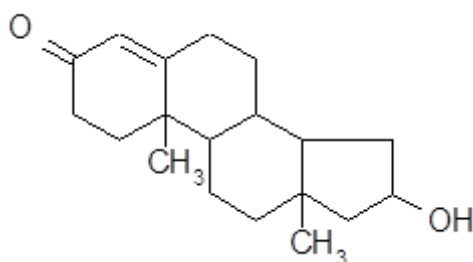


вітамін А

Стерини – це сполуки, що містять ядро циклопентан-гідрофенантрону (жовчні кислоти, статеві гормони, серцеві отрути, вітамін Д, холестерин, ергостерин тощо).



Циклопентагідрофенантронове ядро – основа стеринів і стероїдів.



тестостерон

Терпеноїди, каротиноїди і стероїди окрім Карбону і Гідрогену також містять Оксиген.

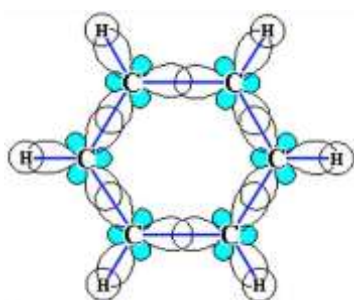
Питання і завдання для самостійної роботи

1. Дайте визначення циклоалканів.
2. Зобразіть ізомери циклопентану.
3. Що таке напруженість і як вона впливає на стійкість циклів?
4. Одержати за реакцією Вюрца циклопентан.
5. Провести хлорування циклопропану і циклопентану.
6. Циклоалкан має відносну густину парів за повітрям 1,931. Визначте формулу цього циклоалкану.
7. Одержати циклопропан із 1,3-дихлорпропану.
8. Дайте визначення, класифікацію і загальну характеристику терпенів і терпеноїдів.
9. Каротини, їх будова і значення в природі.
10. Стерини, будова, значення.

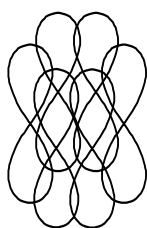
АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (АРЕНИ)

Ароматичність – особлива здатність ненасичених сполук вступати в реакції заміщення. Найпростішою ароматичною сполукою є бензен C_6H_6 (бензол).

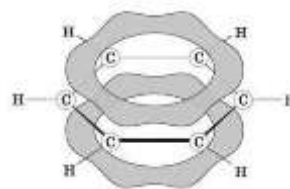
Особлива стійкість бензенового ядра виходить із того, що кожен атом Карбону утворює три σ - зв'язки за рахунок sp^2 - гібридизованих електронів, а один p -електрон від кожного атома переходить в спільне перекриття (π -електронний секстет), утворюючи правильний шестикутник.



σ -зв'язки

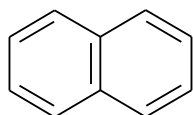


π -електронний секстет

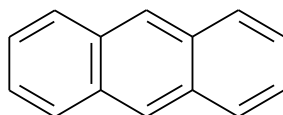


π -хмара

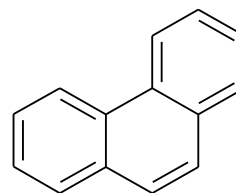
Ароматичність визначається правилом Хюккеля (1931р.), згідно якого ароматичні властивості сполук будуть зберігатись, коли в одній площині перекриватимуться $(4n+2)$ p -електрони ($n = 1,2,3$ тощо). За різних значень n одержуємо багатоядерні ароматичні вуглеводні:



нафталін

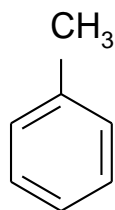


антрацен

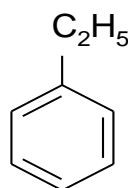


фенантрен

Гомологічний ряд бензену можна розглядати як продукти заміщення атомів Гідрогену в бензеновому ядрі на алкільні радикали. Гомологами бензену є:

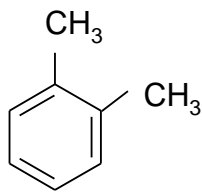


толуен (метилбензен)

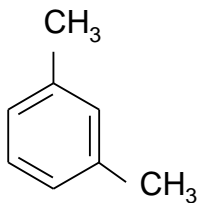


етилбензен,

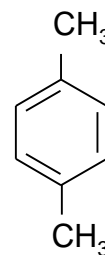
до якого ізомерними є диметилбензени (ксилени):



орто-ксилен
1,2-диметилбензен



мета-ксилен
1,3-диметилбензен

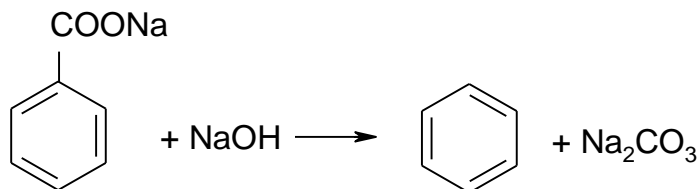


пара-ксилен
1,4-диметилбензен

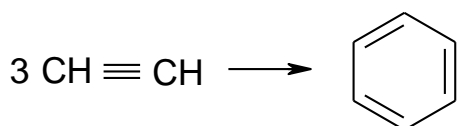
Способи одержання

1. Із кам'яновугільної смоли – історично це найперший метод добування аренів. Кам'яне вугілля нагрівають за 900°-1000°С без доступу повітря. Отримують кокс, газу і кам'яновугільну смолу. В 1м³ газу міститься біля 30г бензену, 10г толуену.

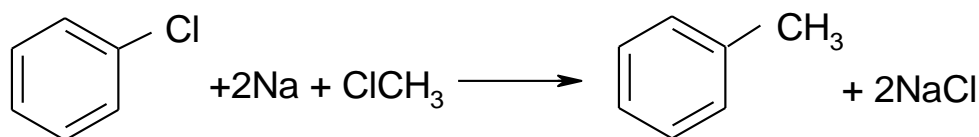
2. Перегонка солей бензойної кислоти з лугами



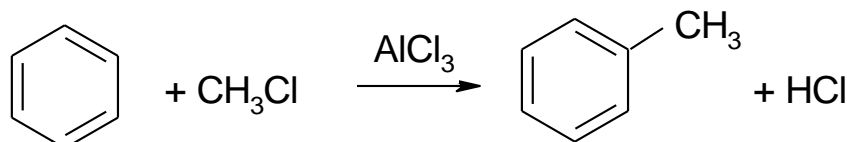
3. Тримеризація ацетилену



4. Реакція Вюрца – Фіттіга



5. Реакція Фріделя-Крафтса



За фізичними властивостями бензен та його гомологи – рідини, нерозчинні у воді, сконденсовані – тверді речовини.

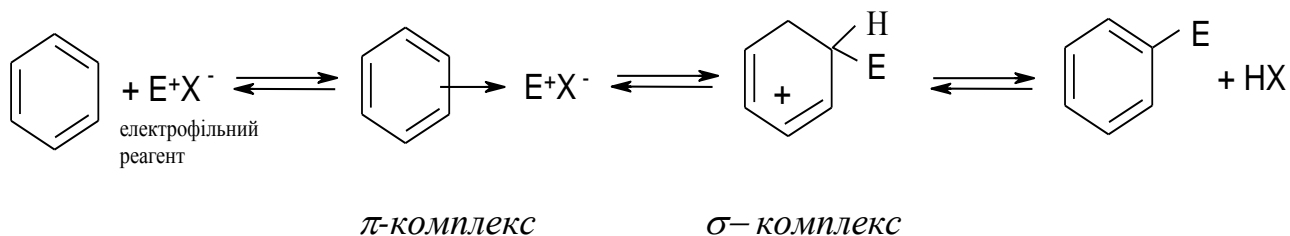
Хімічні властивості

Характерними реакціями є:

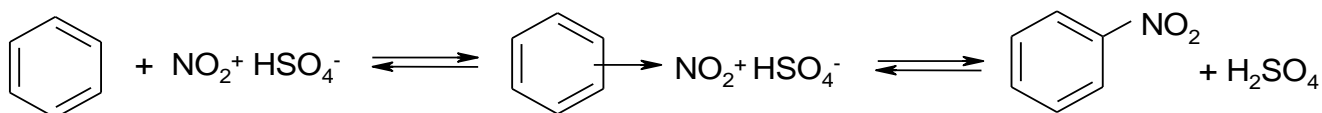
Реакції заміщення

1) Найбільш поширене **електрофільне** заміщення, механізм якого представляють наступним чином:

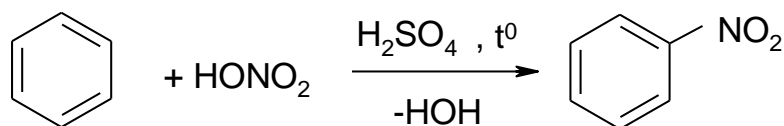
Позитивно заряджена частинка утворює з π -системою зв'язок (π -комплекс), який за рахунок розароматизації утворює σ -комплекс, а після відриву протону система знову набирає ароматичності:



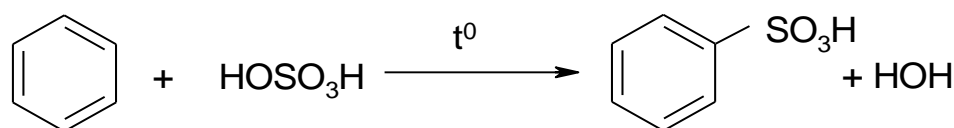
а) **Нітрування** проводиться нітроній- катіоном:



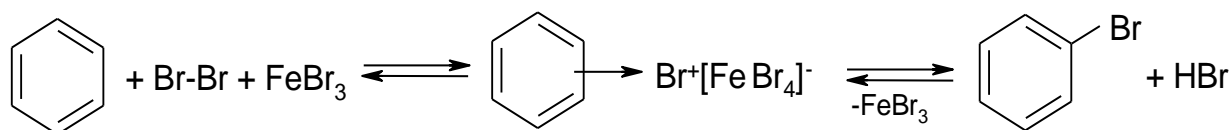
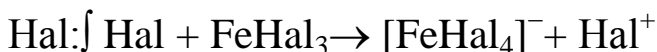
або



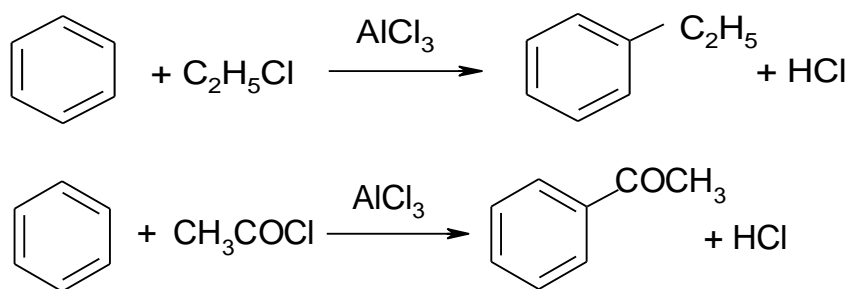
б) **Сульфування** проводиться олеумом або концентрованою сульфатною кислотою:



в) При **галогенуванні** і наявності каталізатора FeHal_3 (Hal (галоген)– F, Cl, Br, J) відбувається утворення катіону галогену за рахунок гетеролітичного розпаду молекули галогену:



г) Такий самий механізм при **алкілюванні** за Фріделем-Крафтсом-Густавсоном і ацилюванні:

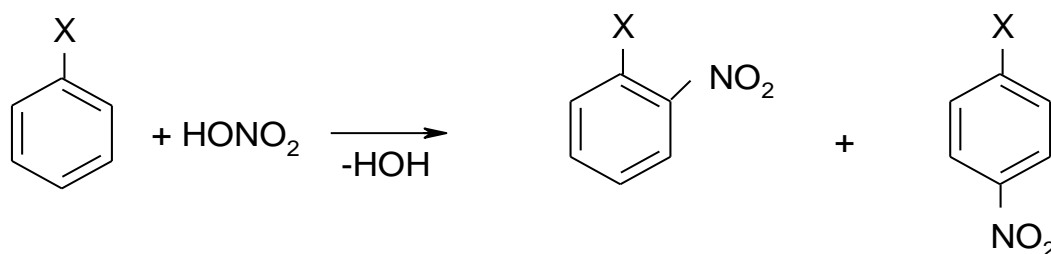


Інша справа у заміщених бензену, в яких вводимо другий замісник. У цьому випадку в бензені проходить зміщення електронної густини за рахунок донорно-акцепторного впливу індукційного та мезомерного ефекту замісників.

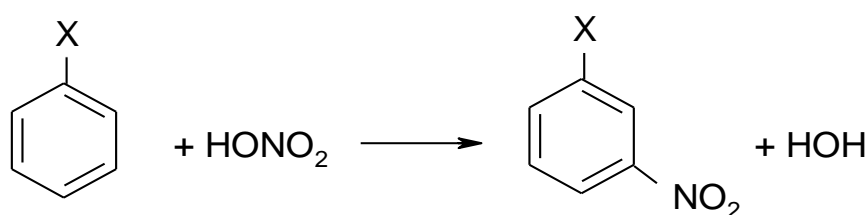
Таким чином існуючі замісники в бензені практично направляють наступний замісник у певне положення.

Є два роди замісників:

I-роду (орто- і пара-орієтанти): $-\text{CH}_3$ (алкіл), $-\text{OH}$, $-\text{OR}$, $-\text{SH}$, $-\text{SR}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$, $-\text{F}$. Дані замісники нагнітають електронну густину на бензенове ядро, таким чином в положеннях **орто** і **пара** збільшується густина негативного заряду і саме в ці положення полегшується проходження реакції електрофільного заміщення:



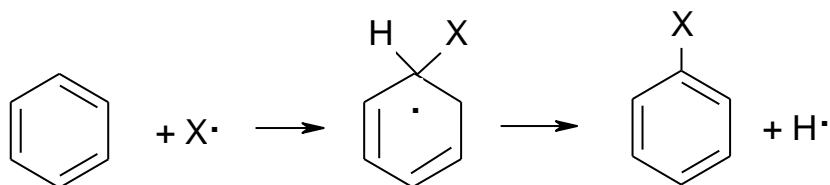
II-роду (мета-орієтанти): $-\text{NO}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{COOH}$, $-\text{CONH}_2$, $-\text{COOR}$, $-\text{CCl}_3$, $-\text{CN}$, $-\text{NH}_3$. Ці замісники відтягують електронну густину від бензенового ядра, таким чином в орто і пара положеннях зменшується густина негативного заряду і реакція електрофільного заміщення проходить в мета-положення:



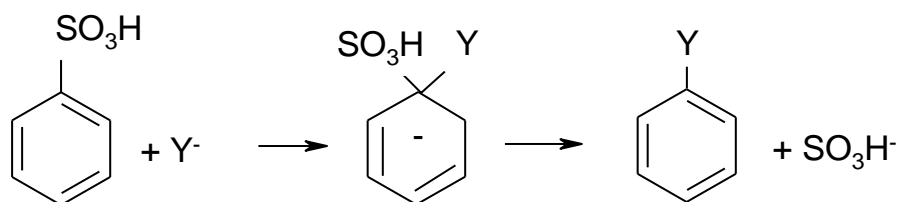
За неузгодженого впливу замісників перевагу має замісник I роду

При введенні третього замісника діє узгоджена і неузгоджена орієнтація існуючих замісників.

2) радикальне заміщення проходить в будь-яке положення, оскільки атакуюча частинка не несе заряду:



3) Незаміщений бензен не реагує з нуклеофільними реагентами. **Нуклеофільне заміщення** відбувається з утворенням проміжних сполук, а також відщепленням заміщеного залишку.



де Y^- – OH^- , NH_2^- , RO^- , HS^- , CN^- .

Експериментальна частина

Дослід 1. Одержання бензену із бензойнокислого натрію

Суміш бензойнокислого натрію та натронного вапна поміщають в пробірку із газовідвідною трубкою. Пробірку закріплюють в штативі з великим нахилом майже горизонтально і обережно нагрівають. Кінець газовідвідної трубки опускають в прийомник-пробірку, занурену у склянку з холодною водою. Бензен, що утворюється розпізнають за характерним запахом.

Якщо отриманий продукт вилити в фарфорову чашку і підпалити, то він горить кіптявим полум'ям.

Дослід 2. Відношення бензену до водного розчину калій перманганату

У пробірку наливають 2-3 мл бензену і додають 2 мл 0,1% калій перманганату, 2-3 краплі 10% розчину сульфатної кислоти і збовтують. Зміна забарвлення не спостерігається навіть при нагріванні, що вказує на стійкість бензинового ядра до окиснення.

Дослід 3. Окиснення гомологів бензену

В пробірку наливають 2-3 мл толуену і додають по 2 мл розчинів калій перманганату та сульфатної кислоти. При струшуванні і нагріванні забарвлення розчину змінюється і виділяється осад коричневого кольору.

Дослід 4. Нітрування бензену

У пробірку до охолодженої нітруючої суміші, що складається з 2 мл концентрованої сульфатної і 1 мл концентрованої нітратної кислоти доливають по краплях 1 мл бензену і деякий час струшують. Вміст пробірки виливають у склянку з 10–15 мл холодної води. Нітробензен виділяється на дні склянки у вигляді важкої маслянистої рідини із характерним запахом мигдалю.

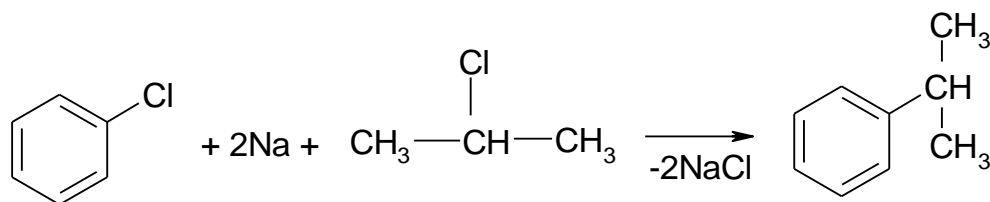
Питання для самостійної роботи

1. Дайте визначення „ароматичності” і ароматичних сполук.
2. Які типи ізомерії в ароматичних вуглеводнях? Запишіть формулу та ізомери 1,2,3-триметилбензену.
3. Зобразіть одержання етилбензену за реакцією Вюрца, Фріделя-Крафтса.
4. Як із бензену одержати метанітробромбензен?
5. Як із бензену одержати паранітрохлорбензен?
6. Які сполуки утворяться при нітруванні о-ксилену?
7. Запишіть реакцію хлорування толуену а) в присутності каталізатора, б) при освітленні.
8. Обчисліть об'єм стиролу, який може знебарвити бромну воду масою 150 г (масова частка Br_2 3,2%). Густина стиролу становить 0,91 г/мл.
9. Напишіть перетворення:
Бензен + Cl_2 (FeCl_3) \rightarrow А + HCl ;
А + KOH \rightarrow В + KCl ;
В + 3Br_2 \rightarrow С + 3D , назвіть речовини А, В, С, D.
10. Запишіть реакцію сульфування етилбензену з його наступним окисненням.

Приклади задач

Задача №1 Напишіть схему одержання ізопропілбензену за реакцією Вюрца

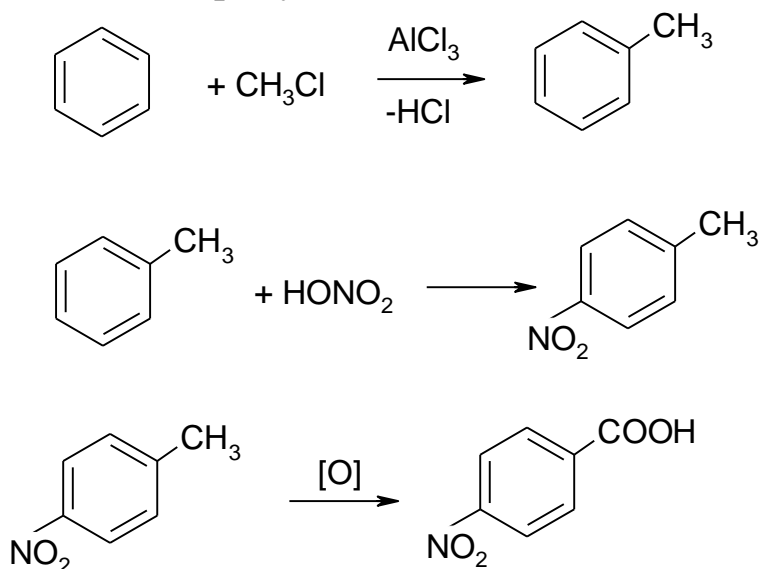
Розв'язок:



Задача №2 Напишіть схеми одержання паранітробензойної кислоти із бензену.

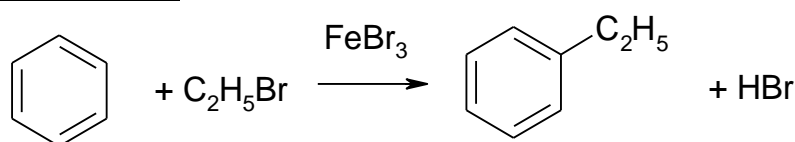
Розв'язок:

В пара-положення інші замісники відправляє орієтант I роду. Так як і нітрогрупа, і карбоксильна група є орієтантами II роду, потрібно провести проміжну реакцію утворення заміщеного бензену із орієтантом I роду:



Задача №3 Зобразіть одержання етилбензену за реакцією Фріделя-Крафтса.

Розв'язок:



ГАЛОГЕНОПОХІДНІ НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

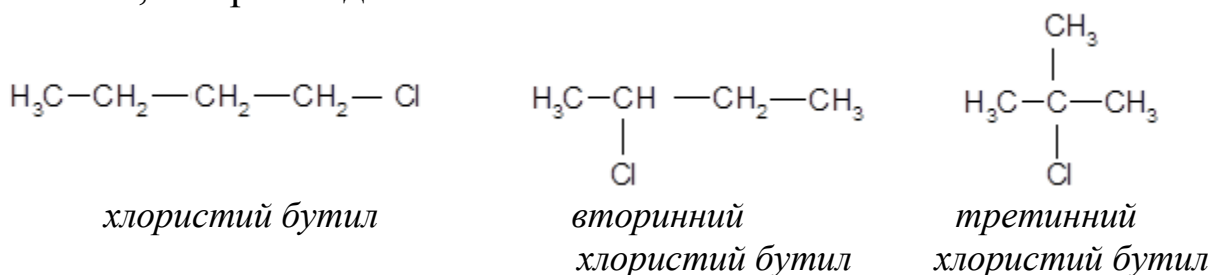
Галогенопохідні розглядають як похідні від насичених вуглеводнів, у яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені атомами галогену (Флуор, Хлор, Бром, Йод). В залежності від заміщення галогенами одного, двох, трьох і більше атомів Гідрогену розрізняють: моногалогенпохідні, дигалогенпохідні, тригалогенпохідні і полігалогенпохідні.

Введення одного або кількох атомів галогену в молекулу вуглеводню надає цій молекулі підвищеної реакційної здатності. Заміщуючи далі галогени іншими атомами або групами атомів, наприклад –OH, –CN, –NO₂, –NH₂ та ін., добувають багато речовин,

синтез яких безпосередньо з вуглеводнів утруднений або взагалі неможливий.

Моногалогенопохідні насичених вуглеводнів (галогеналкіли)

Галоген може заміщати Гідроген в ланцюзі біля різних атомів Карбону. Якщо галоген стоїть біля первинного Карбону, його називають первинним галогенним алкілом; якщо біля вторинного Карбону – вторинним, а якщо біля третинного Карбону – третинним, наприклад

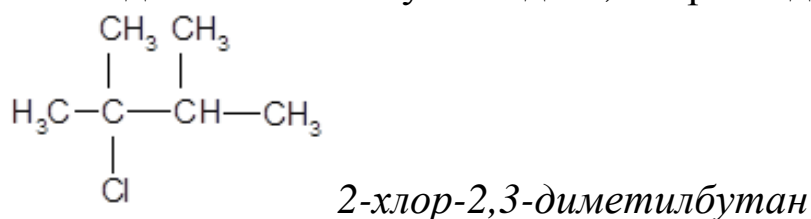


Із цих прикладів видно, що ізомерія моногалогенопохідних насичених вуглеводнів залежить від ізомерії карбонового ланцюга і від положення галогенів.

Номенклатура

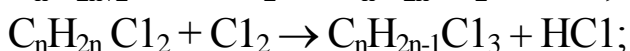
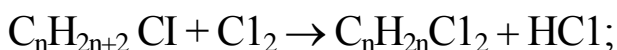
Назви моногалогенопохідних за **тривіальною** номенклатурою складають із назв радикала з додаванням назви галогену і закінчення „истий”, наприклад: CH_3F – метил фтористий, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ – етил хлористий, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ – пропіл бромистий.

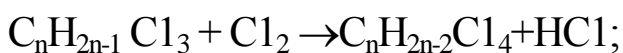
За **Женевською** номенклатурою назви моногалогенопохідних дають аналогічно до насичених вуглеводнів, наприклад:



Способи добування

1. Дією галогенів на насичені вуглеводні під впливом світла або при наявності каталізаторів (Fe , CuCl_2 , AlCl_3 та ін.). При цьому добувають моно-, ди-, три- і полігалогенопохідні





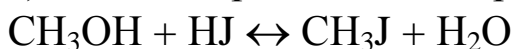
Із галогенів найбільш енергійно діє фтор, потім хлор, бром і найслабше – йод.

2. Приєднанням галогеногідрогену до етиленових вуглеводнів, яке відбувається за правилом Марковнікова



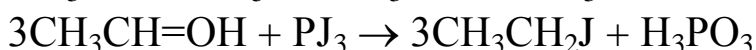
3. Заміщенням у спиртах гідроксильної групи галогеном, яке найлегше відбувається при дії на спирт галогеногідрогену або галогенних сполук фосфору

а) дія на спирт галогеногідрогенами



Із різних галогеногідрогенів найлегше реагує з спиртами HJ і найважче HCl.

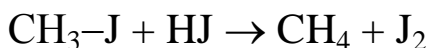
б) дія на спирт галогенними сполуками фосфору



Хімічні властивості

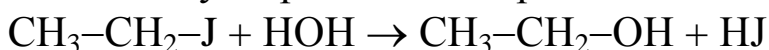
Галогеналкіли є реакційноздатними органічними сполуками внаслідок наявності полярного зв'язку між атомом Карбону і галогеном $H_3C \rightarrow J$. Вони легко заміщують атом галогену найрізноманітнішими радикалами. У галогеналкілах йод більш рухливий за бром, а останній більш рухливий за хлор.

1. Реакція з йодистим гідрогеном – при взаємодії галогенопохідних з йодистим гідрогеном атом галогену заміщується гідрогеном



йодистий метил

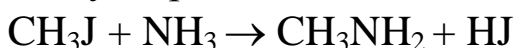
2. Гідроліз – при дії води (особливо при наявності лугів) на галогеналкіли утворюються спирти



йодистий етил

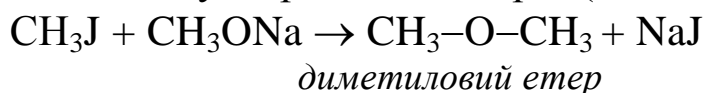
етиловий спирт

3. Реакція з аміаком (аміноліз) – галогеналкіли при взаємодії з аміаком утворюють аміни

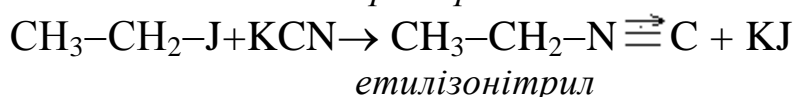
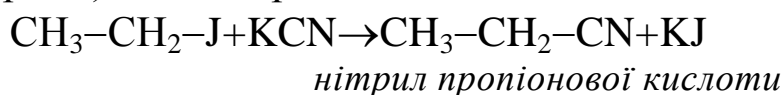


метиламін

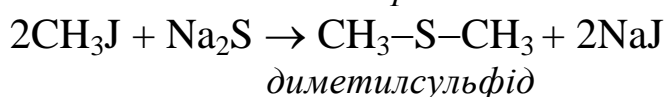
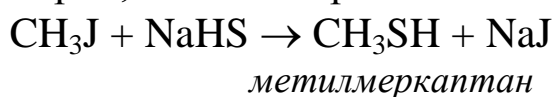
4. Реакція з алкоголями – при взаємодії галогеналкілів з алкоголями утворюються етери (синтез Вільямсона)



5. Реакція з солями ціанідної кислоти – при дії на галогеноалкіли солей ціанідної кислоти утворюються ціаністі алкіли (нітрили) та ізонітрили

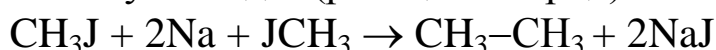


6. Реакція з солями гідроген сульфід – при взаємодії галогеноалкілів з солями гідроген сульфід утворюються тіоспирти, або тіоетери

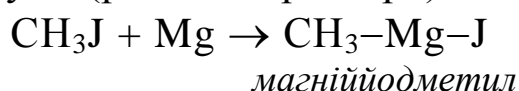


7. Взаємодія з металами

а) дією на галогеноалкіли металічним натрієм добувають насичені вуглеводні (реакція В'юрца)

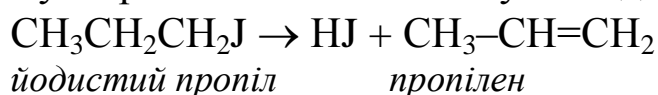


б) при взаємодії галогеноалкілів з магнієм при наявності безводного диетилового ефіру утворюються магнійорганічні сполуки (реакція Грін'єра)



8. Відщеплення галогенгідрогену

При нагріванні галогеноалкілів із спиртовими розчинами їдких лугів утворюються етиленові вуглеводні:



Експериментальна частина

Дослід №1. Гідроліз хлороформу

а) У пробірку наливають 0,5 мл хлороформу і 1 мл розчину їдкого лугу. Суміш кип'ятять одну-дві хвилини. Після охолодження

підкислюють нітратною кислотою і доливають аргентум нітрату. Випадає білий осад аргентум хлориду. Записати відповідні рівняння реакцій.

б) Для порівняння проводять такий самий дослід без нагрівання. Чи буде випадати білий осад? Занотуйте свої спостереження.

Дослід №2. Одержання йодоформу

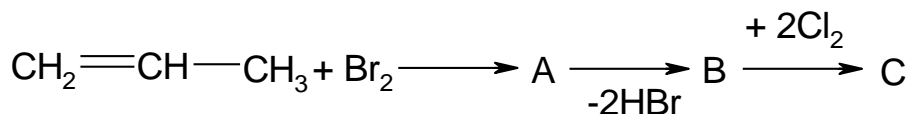
У пробірку наливають 0,5 мл концентрованого спиртового розчину йоду і близько 2 мл 10%-ного водного розчину їдкого лугу. Суміш кип'яють одну-дві хвилини. Випадають жовті кристали йодоформу. Записати рівняння реакцій.

Дослід №3. Одержання етилу хлористого

У пробірку з газовідвідною трубкою наливають близько 3 мл задалегідь приготовленої суміші етилового спирту і концентрованої сульфатної кислоти (рівні об'єми 96% спирту і сульфатної кислоти). В цю ж пробірку присипають 1г дрібно розтертого натрій хлориду. Пробірку з реакційною сумішшю закріплюють у штативі і злегка підігривають. Виділяється газ хлористого етилу, який запалюють. Хлористий етил горить характерним зеленуватим полум'ям. Записати рівняння реакцій.

Питання для самостійної роботи

1. Записати формулу дихлордифторметану.
2. Одержати 2-хлор-2-метилбутан із відповідного ненасиченого вуглеводня.
3. Провести лужний гідроліз 2-хлор-2-метилбутану. Назвати сполуку.
4. Одержати нітрil із 1-хлорпропану.
5. Одержати пентен-2 із відповідного хлорпохідного.
6. Приєднати HCl до 2-метилпентену-2.
7. Подіяти спиртовим розчином лугу на 1,2-дибромбутан, назвати утворений продукт.
8. Провести лужний гідроліз 1,1,1-трихлорбутану.
9. Одержати за реакцією В'юрца 2,3-диметилбутан.
10. Запишіть рівняння реакцій за схемою наступних перетворень:



**Тестові завдання для проведення підсумкового контролю
розділу Вугдеводні.**

1. Вкажіть формулу бутадієну:
а) C_3H_8 б) C_4H_6
в) C_4H_8 г) C_6H_6
2. 0,5 моль етану має масу:
а) 10 г; б) 15 г; в) 20 г; г) 30 г.
3. При взаємодії етилу хлористого в реакції Вюрца утворюється:
а) етан; б) пропан;
в) бутан; г) пентан.
4. При сплавланні натрій пропіонату з лугом утвориться:
а) пропан; б) метан;
в) етан; г) пропілен.
5. При взаємодії етилену з бромом утвориться:
а) 1,2-диброметан; б) брометилен;
в) 1,2-дибромпентан; г) диброметан.
6. Радикал C_3H_7 – називають:
а) етил; б) пропан; в) пропін; г) пропіл.
7. При взаємодії пропану з нітратною кислотою одержують:
а) 2-нітропропан; б) 1-нітропропан;
в) 2-нітропропен; г) 2-амінопропан.
8. Число структурних ізомерів вуглеводню C_4H_8 дорівнює:
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
9. Із пропіну в реакції Кучерова одержимо:
а) оцтовий альдегід; б) ацетон;
в) пропіоновий альдегід; г) пропеновий спирт.
10. Бензен одержують з:
а) бутану; б) метану; в) етилену; г) циклогексану.
11. Алкіни вступають в реакції:
а) заміщення та горіння; б) окиснення та приєднання;
в) заміщення, горіння та приєднання; г) заміщення та окиснення.
12. При взаємодії етену з водою утворюється:
а) оцтовий альдегід; б) етиловий спирт;
в) етенгліколь; г) гліцерин.
13. При взаємодії пропілену з HCl утвориться:
а) пропан; б) 1-хлорпропан;
в) 2-хлорпропан; г) 2-хлорпропен.
14. Коефіцієнт перед формулою кисню в рівнянні реакції горіння етину:

а) 1; б) 3; в) 5; г) 7.

15. При прокалюванні о-метилбензонату натрію з натрій гідроксидом одержимо:

- а) о-метилфенол;
- б) о-метилбензойну кислоту;
- в) толуол;
- г) о-диметилбензен.

16. Гідратація бут-1-ену дає:

- а) бутан-1-ол; б) бутан-2-ол;
- в) бут-2-ен; г) бутан.

17. При взаємодії третинного йодистого пентилу з спиртовим розчином лугу утвориться:

- а) пентан; б) пентен;
- в) 2-метилбут-1-ен; г) 2-метилбут-2-ен.

18. При взаємодії пента-1,3-дієну з однією молекулою бром утвориться:

- а) 1,4-дибромпент-2-ен;
- б) 1,1-дибромпент-3-ен;
- в) 3,3-дибромпент-1-ен;
- г) 1,5-дибромпента-1,3-дієн;

19. При взаємодії толуєну з однією молекулою нітратної кислоти одержимо:

- а) ортонітротолуєн;
- б) метанітротолуєн;
- в) паранітротолуєн;
- г) нітробензен.

20. При одержанні 1,4-метилсульфобензену використовують такі вихідні речовини:

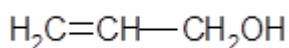
- а) сульфатну кислоту та метилбензен;
- б) сульфїтну кислоту та метилбензен;
- в) сульфатну кислоту та фенол;
- г) сульфїтну кислоту та фенол.

СПИРТИ

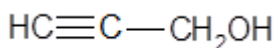
Одноатомні спирти

Спирти – гідроксильні похідні вуглеводнів, у яких один або декілька атомів Гідрогену заміщено на гідроксильні групи. Загальна формула R–ОН.

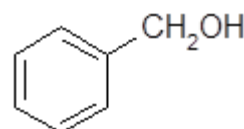
Залежно від радикалу, в якому відбувається заміщення на гідроксильну групу розрізняють насичені, ненасичені, ароматичні спирти.



аліловий спирт

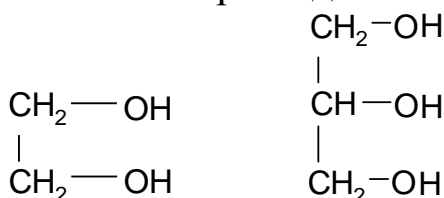


пропаргіловий спирт

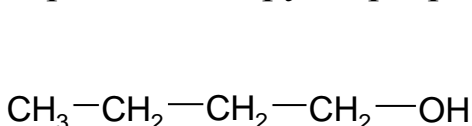


бензиловий спирт

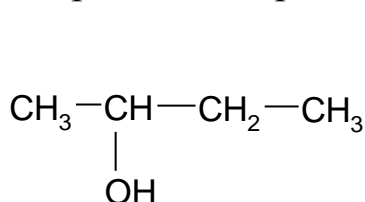
За кількістю гідроксильних груп, що входять у молекулу спирту, розрізняють спирти одноатомні, двоатомні, триатомні і багатоатомні.



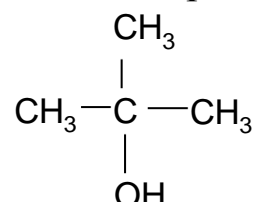
Залежно від того, при якому атомі Карбону знаходиться гідроксильна група, розрізняють первинні, вторинні, третинні спирти



первинний



вторинний



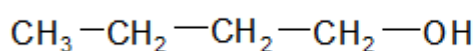
третинний

Номенклатура

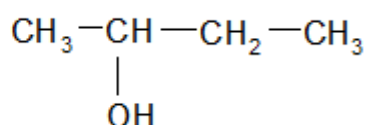
За тривіальною номенклатурою назви одноатомних спиртів походять від назв радикалів, з якими зв'язана гідроксильна група з додаванням закінчення -овий та слова спирт.

Наприклад, CH_3-OH – метиловий спирт, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ – етиловий спирт тощо.

За раціональною номенклатурою спирти розглядають як похідні метилового спирту, який називають карбінолом. При цьому назви спиртів будуються аналогічно до назв вуглеводнів:

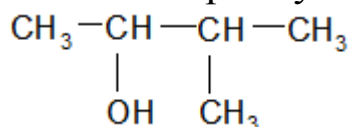


пропілкарбінол



метилетилкарбінол

За міжнародною номенклатурою назви спиртів утворюють від назв вуглеводнів з додаванням закінчення *-ол* і цифри, що вказує, біля якого атома Карбону стоїть гідроксильна група, наприклад:

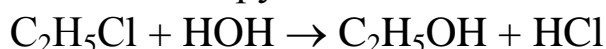


3-метилбутан-2-ол (3-метилбутанол-2)

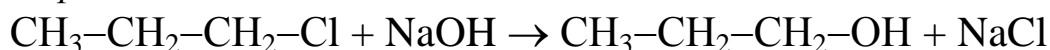
Способи добування

1. Гідроліз галогенпохідних

Спирти добувають, замінюючи галоген в галогенпохідних гідроксильною групою дією води або водним розчином їдкого лугу



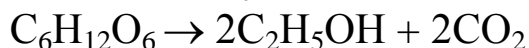
хлористий етил етанол



хлористий пропіл пропіловий спирт

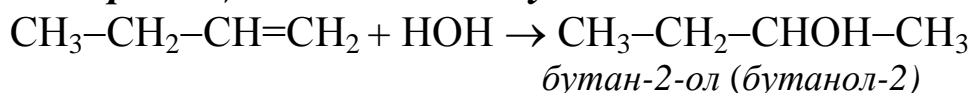
2. Бродіння цукристих речовин

Бродіння являє собою процес глибокого розкладання органічних речовин, переважно цукрів, під впливом живих клітин, або ферментів, які розкладаються з виділенням етилового спирту і вуглекислого газу



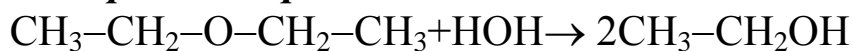
глюкоза етанол

3. Гідратація етиленових вуглеводнів



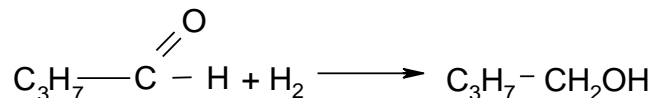
Реакція відбувається за правилом Марковнікова

4. Гідроліз етерів

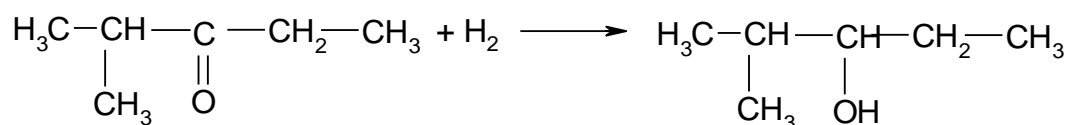


диетилловий етер етанол

5. Відновлення альдегідів і кетонів



бутаналь бутан-1-ол (бутиловий спирт)



*2-метилпентан-3-он
(2-метилпентанон-3)*

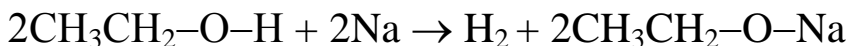
*2-метилпентан-3-ол
(2-метилпентанол-3)*

Хімічні властивості

Найбільш характерні є реакції заміщення Гідрогену або гідроксильної групи:

1. Реакції заміщення

а) заміщення Гідрогену гідроксильної групи



етанол

етилат натрію

б) заміщення гідроксильної групи спиртів на аміногрупу з утворенням амінів:



етанол

етиламін

в) дія галоїдних сполук фосфору

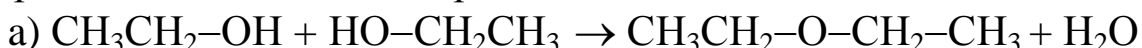


етанол

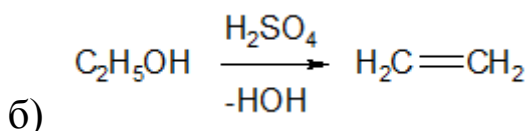
етилхлорид

2. Реакції дегідратації

При дії на спирти водовідіймаючих речовин проходить внутрішньомолекулярне або міжмолекулярне відщеплення води (дегідратація) з утворенням етиленових вуглеводнів або етерів. Водовідіймаючими засобами є: $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})}$, H_3PO_4 , CuSO_4 , KHSO_4 , ZnCl_2 тощо. Так, при дії на етиловий спирт концентрованої сульфатної кислоти в залежності від їхнього співвідношення утворюється диетиловий етер або етилен:



диетиловий етер



етилен

3. Йодоформна проба

Йодоформна проба є чутливою реакцією на етиловий спирт: утворення характерного жовтуватого осаду йодоформу при дії на спирт йоду і луку.

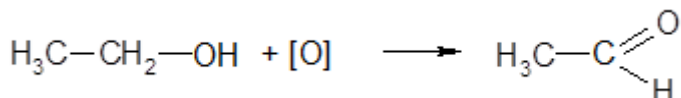


етанол

йодоформ

4. Окиснення спиртів

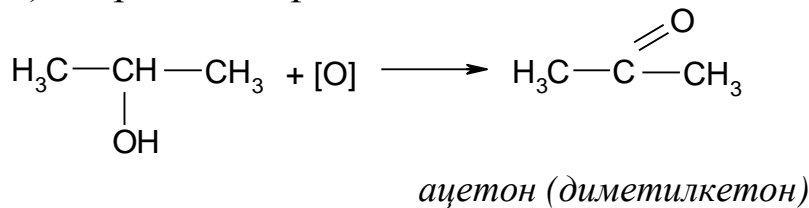
а) первинні спирти окиснюються до альдегідів



оцтовий альдегід

Цією реакцією можна встановити наявність спирту у воді навіть при концентрації 0,05%.

б) вторинні спирти окиснюються в кетони



Двоатомні спирти (гліколі або алкандіоли)

Двоатомні насичені спирти, або гліколі – похідні алканів, у молекулах яких два атоми Гідрогену біля двох атомів Карбону заміщені на гідроксогрупи.

Гомологічний ряд

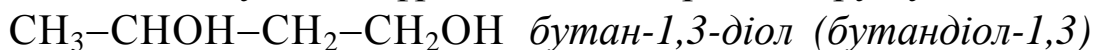
Загальна формула – $C_nH_{2n}(OH)_2$. Гомологічний ряд: $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ тощо.

Ізомерія і номенклатура

Для гліколів характерна ізомерія карбонового радикала і розміщення в карбоновому ланцюзі груп –ОН.

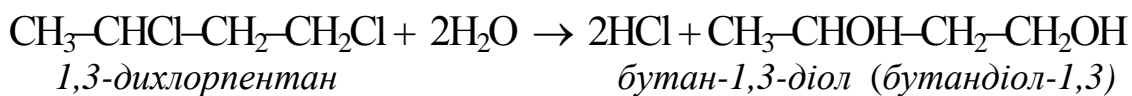
За тривіальною номенклатурою гліколі називають за алкеном, до якого додають слово «гліколь» (грец. *glykys* – солодкий). Наприклад, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ – етиленгліколь.

За номенклатурою ІЮПАК до назви відповідного алкану додають суфікс -діол, вказуючи цифрами місце спиртових груп у ланцюзі:

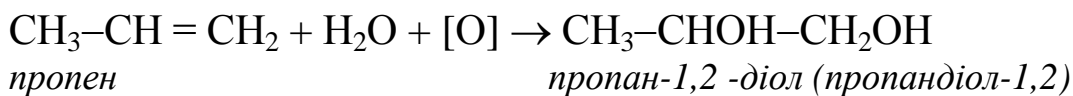


Способи одержання

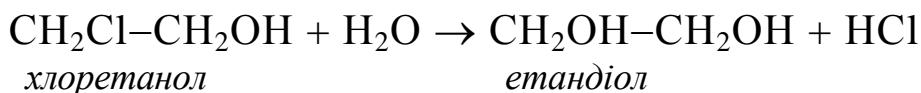
1. Гідроліз дигалогенопохідних алканів



2. Окиснення алкенів (реакція Вагнера)



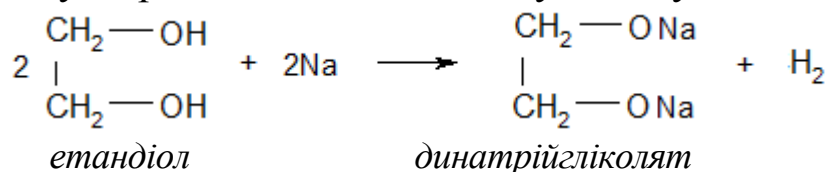
3. Гідроліз галогеногідринів



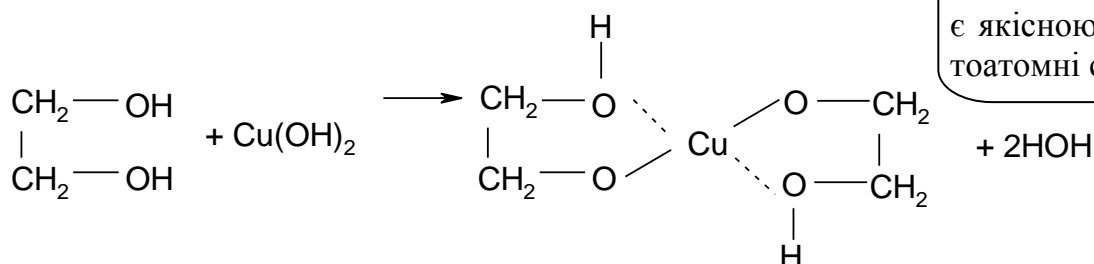
Хімічні властивості

1. Утворення гліколятів

1) Як і одноатомні спирти, гліколи з лужними металами і навіть з лугами утворюють гліколяти сполуки типу алкоголятів



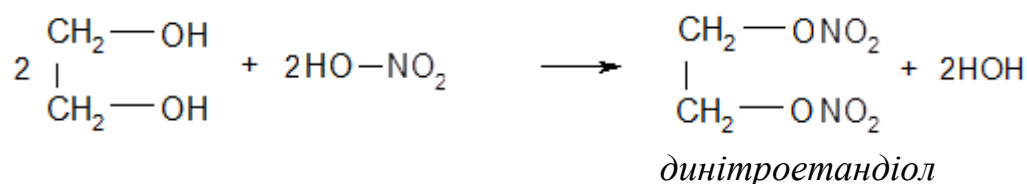
2) З гідроксидом купруму (II) реакція відбувається з утворенням комплексної сполуки



Реакція утворення синього комплексу є якісною на багатоатомні спирти

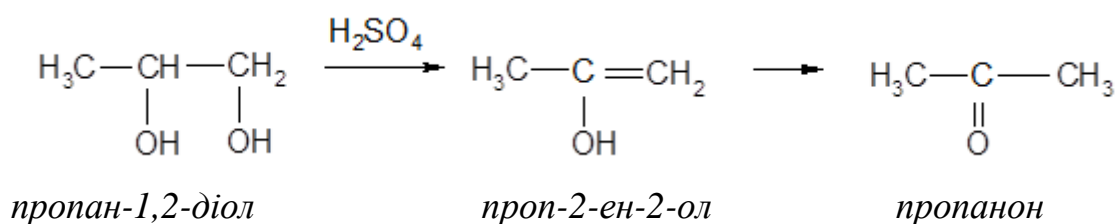
2. Утворення естерів

Гліколи легко взаємодіють з органічними та мінеральними кислотами, утворюючи неповні і повні естери:



Динітроетандіол — вихідна сполука для виготовлення вибухових речовин.

3. Дегідратація



Триатомні спирти (гліцероли, або алкантріоли)

Гомологічний ряд

Загальна формула — $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}(\text{OH})_3$. Гомологічний ряд починається із спиртів $\text{CH}_2\text{OH—CHOH—CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_2\text{OH—CH}_2\text{OH—CHOH—CH}_3$ тощо.

Ізомерія і номенклатура

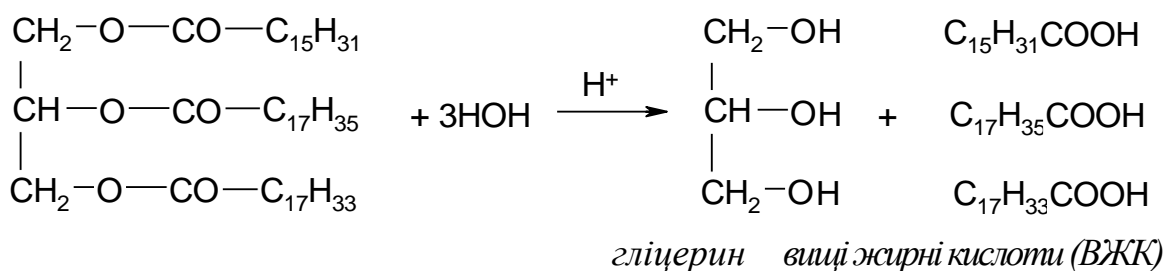
Для даних спиртів характерна ізомерія положення спиртових груп у

карбонівому ланцюзі. Найчастіше використовується систематична номенклатура, згідно якої до найменування вуглеводню додають суфікс **-тріол**, перед яким цифрами вказують місце розміщення спиртових груп у карбонівому ланцюзі.

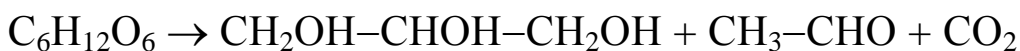
Так, за систематичною номенклатурою спирти називають:
 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ *пропан-1,2,3-тріол*;
 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ *бутан-1,2,3-тріол*.

Способи одержання

1. Гідроліз жирів (одержання гліцеролу)



2. Гліцеринове бродіння моносахаридів

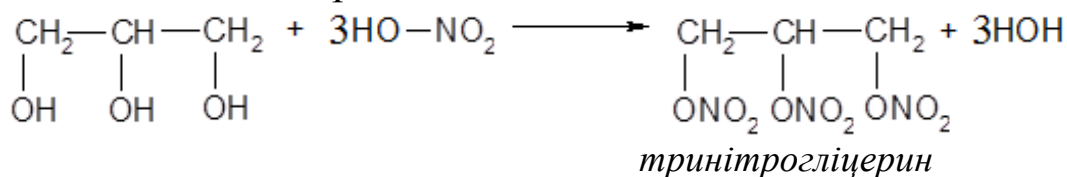


Хімічні властивості

Тріоли вступають у ті ж реакції, що й алкандіоли.

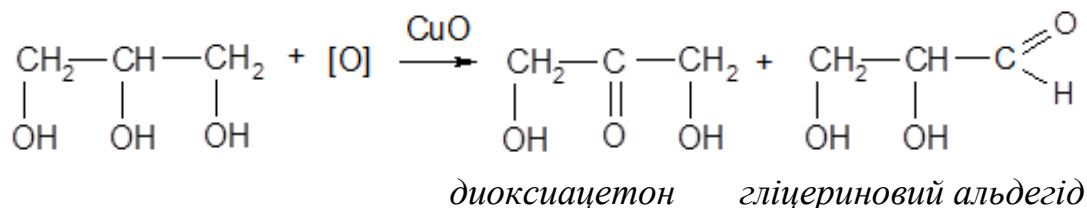
1. Утворення естерів

При взаємодії з жирними кислотами тріоли утворюють тригліцериди (жири, олії), а із мінеральними кислотами утворюють повні або неповні естери



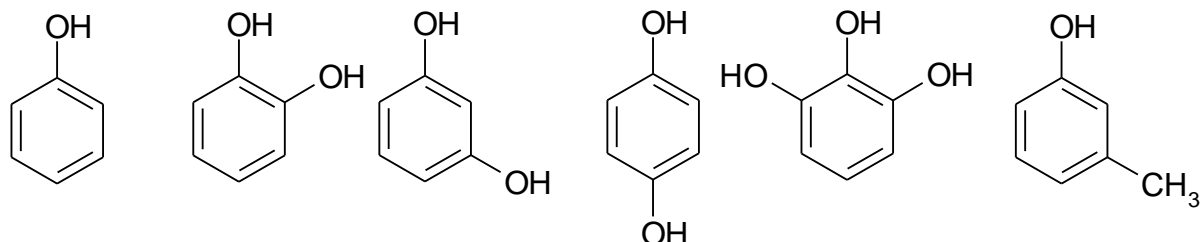
2. Окиснення

При дії окисників (хромової суміші, бертолетової солі, перманганату калію) тріоли піддаються окисненню



ФЕНОЛИ

Феноли – сполуки, що містять гідроксил, безпосередньо зв'язаний з Карбоном ароматичної системи. Числом гідроксильних груп визначається атомність фенолів. Сам фенол (гідроксибензен) не має ізомерів. Заміщені феноли називають найчастіше за тривіальною, рідше раціональною та систематичною номенклатурою.

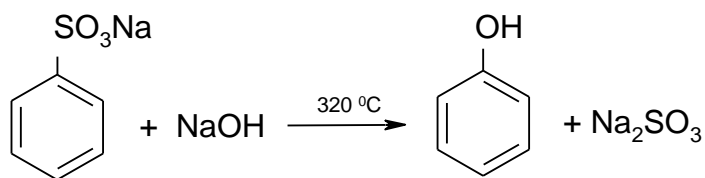


фенол пірокатехін резорцин гідрохінон пірогалол м-крезол

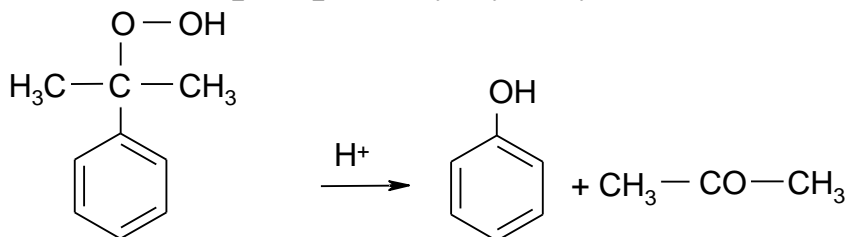
Фенол і крезоли (метильні похідні фенолів) містяться в кам'яновугільній смолі. Виділена суміш крезолів має назву *лізол*, і використовується для дезінфекції.

Методи одержання

1. Сплавлення натрієвої солі бензолсульфокислоти з натрій гідроксидом

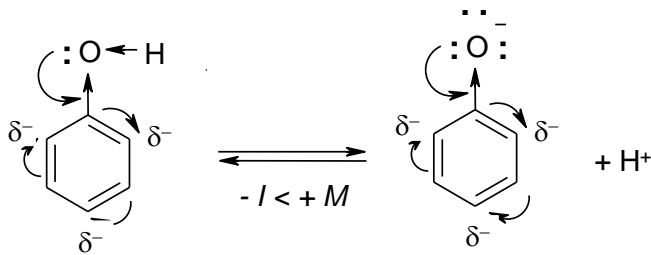


2. Розклад гідропероксиду кумолу

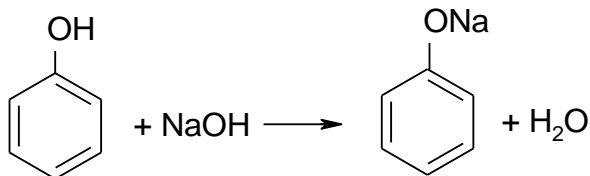


Хімічні властивості

1) Розчин фенолу у воді має кислі властивості і називається карболовою кислотою. Це пояснюється тим, що вільна електронна пара Оксигену відтягнута до ядра, за рахунок чого утворюється катіон Гідрогену.

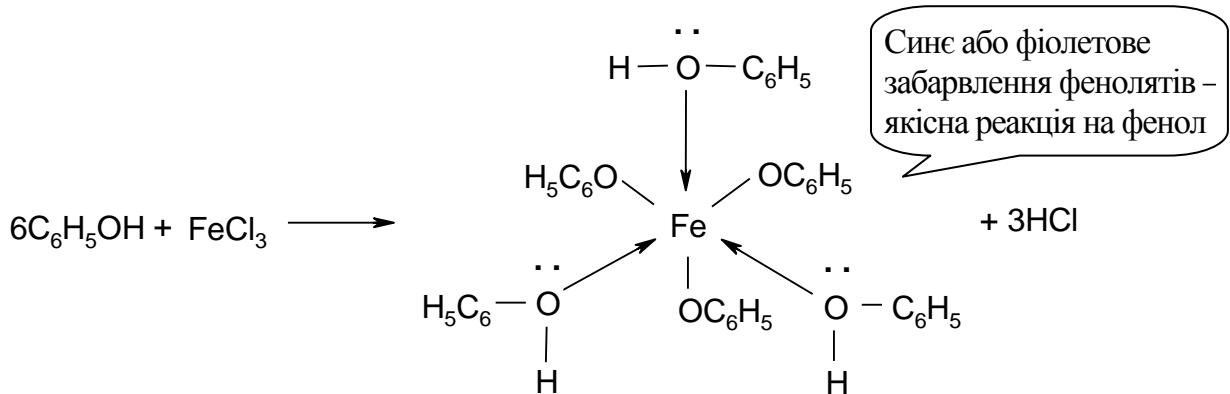


Тому фенол з лугами утворює солі – феноляти

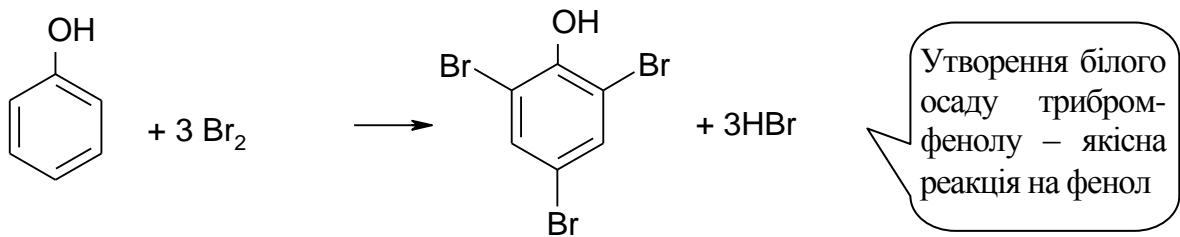


натрій фенолят

2) Якісною реакцією на феноли є утворення з FeCl_3 фенолятів:

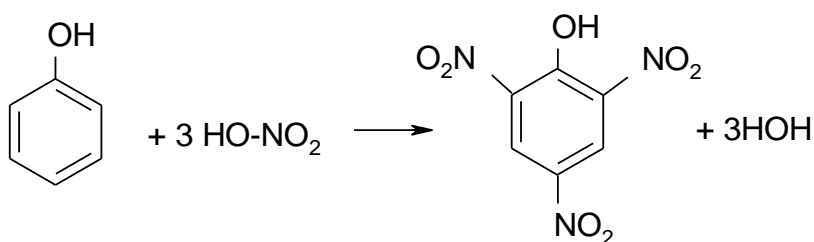


3) Гідроксогрупа є замісником I роду (орто і пара-орієтант)



2,4,6-трибромфенол

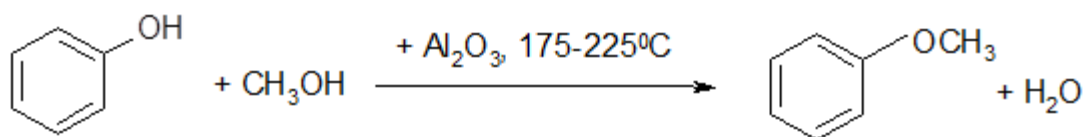
4) Введення електроноакцепторних груп у ядро фенолу приводить до посилення кислотних властивостей



2,4,6-тринітрофенол (пікринова кислота)

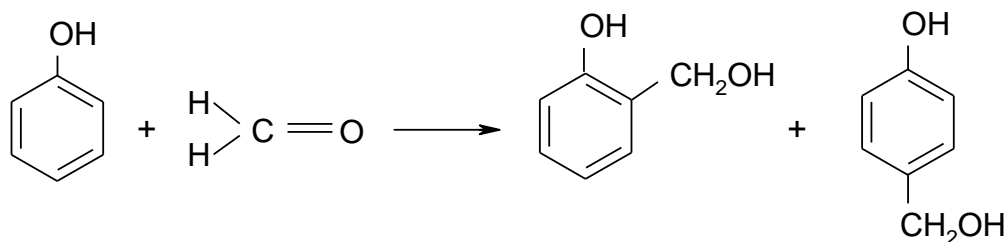
Утворена пікринова кислота є вибуховою речовиною, а її сила прирівнюється до сильних мінеральних кислот.

5) Із спиртами та алкілгалогенідами утворюються етери

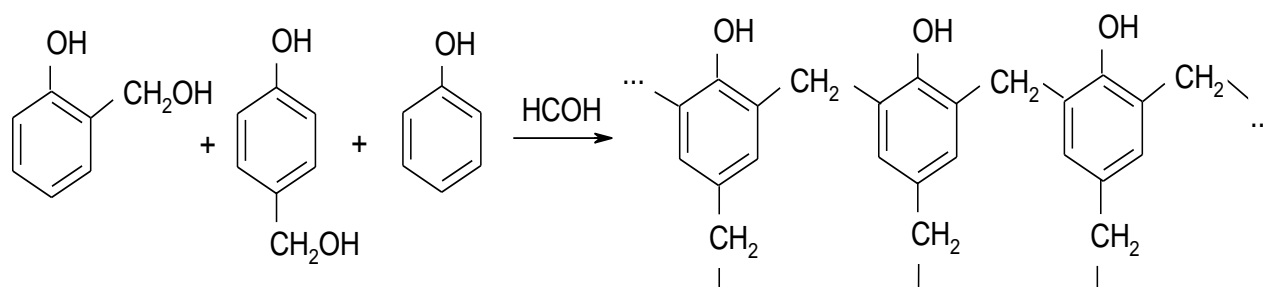


метиловий етер фенолу

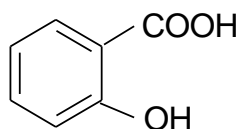
б) Активність фенолу в реакціях електрофільного заміщення настільки велика, що вони навіть реагують з альдегідами в кислих розчинах з утворенням фенол-формальдегідних смол (бакелітів). На першому етапі утворюються метилольні похідні



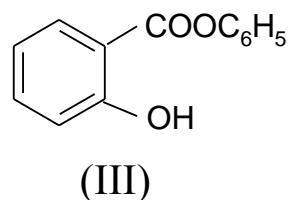
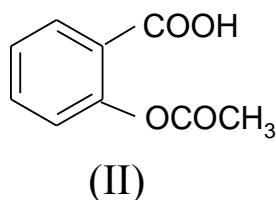
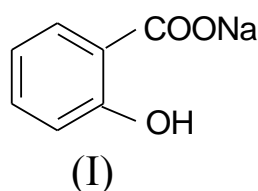
За наступної дії формальдегіду проходить відщеплення води з утворенням сітчастої структури фенол-формальдегідної смоли:



В природі зустрічаються фенолокислоти і їх етери. Найбільше значення має о-оксибензойна кислота (саліцилова кислота)



У медицині використовують натрієву сіль саліцилової кислоти (I), її ацетат (аспірин) (II) і феноловий естер (салол) (III):



Експериментальна частина

Одноатомні спирти

Дослід 1. Взаємодія етилового спирту з металічним натрієм

У пробірку наливають 1–1,5 мл етилового спирту, потім кидають в пробірку кусочок металічного натрію (висушеного від гасу фільтрувальним папером). Реакція відбувається досить енергійно з виділенням водню і утворенням натрій етилату. Написати рівняння реакції.

Дослід 2. Окиснення спирту марганцевокислим калієм

У пробірку наливають 1-2 мл етилового спирту і 1 мл лужного розчину калій перманганату (0,1% KMnO_4 +10% Na_2CO_3) та нагрівають, утворюється оцтовий альдегід. При цьому розчин знебарвлюється. Одержуємо бурій осад манган (IV) оксиду. Написати рівняння реакції.

Дослід 3. Окиснення етилового спирту хромовою сумішшю

У пробірку наливають 1 мл етилового спирту і 1,5 мл 2н H_2SO_4 і 1,5 мл $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Одержаний розчин нагрійте над полум'ям спиртівки. Майже через декілька секунд після нагрівання колір розчину стає синьо-зеленим. Одночасно відчувається характерний запах оцтового альдегіду. За допомогою піпетки 1 краплю одержаного розчину вносять у чисту пробірку, попередньо помістивши 3 краплі розчину фуксинсірчистої кислоти. З'являється рожево-фіолетове забарвлення. Ця реакція відбувається лише в тому випадку, якщо фуксинсірчиста кислота не вміщує надлишку сірчаного ангідриду, який може зв'язати утворений оцтовий альдегід.

Багатоатомні спирти

Дослід 1. Якісна реакція на багатоатомні спирти

У пробірку наливають 10 крапель 3%-ного розчину CuSO_4 і додають 1 мл 5%-ного розчину NaOH . До суміші швидко додають 3 краплі гліцерину.

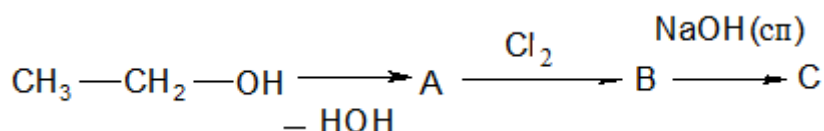
Дослід 2. Взаємодія гліцерину із металічним натрієм

В пробірку наливають 2-3 мл гліцерину і вертикально закріплюють в лапку штатива. Обережно додають в пробірку з

гліцерином кусочок натрію, величиною з пшеничне зерно. Реакція відбувається дуже повільно. Злегка нагрівають пробірку до появи іскринки між натрієм і гліцерином. Потім реакція проходить енергійно з обвуглюванням гліцерину.

Питання для самостійної роботи

1. Дайте визначення спиртів.
2. Які типи ізомерії характерні для спиртів?
3. Зобразіть рівнянням реакції гідратації пентену-2.
4. Який спирт одержимо при омиленні 2-хлорбутану?
5. Одержіть етер із пропанолу-2.
6. Запишіть рівняння реакцій наступних перетворень



Назвіть речовину С.

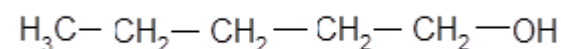
7. Запишіть взаємодію етиленгліколю з однією і двома молекулами оцтової кислоти.
8. Як одержати метиловий етер фенолу?
9. Як одержати ацетиловий естер фенолу?
10. Провести взаємодію гліцерину з сульфатною кислотою.

Приклади задач

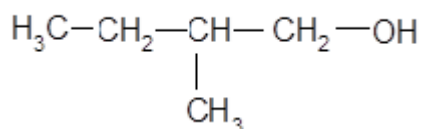
Задача №1 1. Складіть 5 структурних формул ізомерних спиртів складу

$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ назвіть їх.

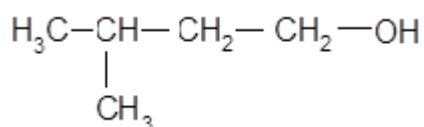
Розв'язок:



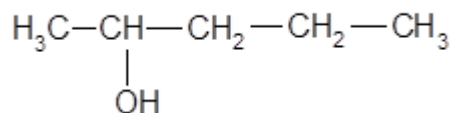
пентан-1-ол



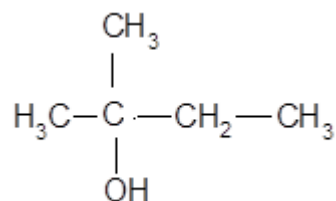
2-метилбутан-1-ол



3-метилбутан-1-ол



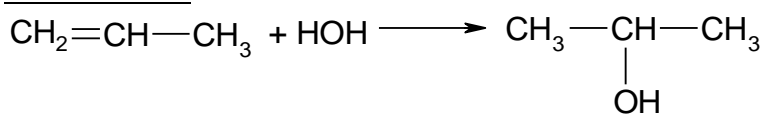
пентан-2-ол



2-метилбутан-2-ол

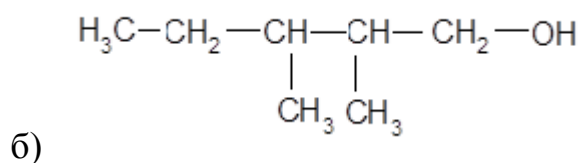
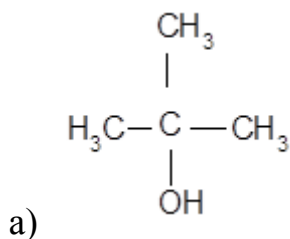
Задача №2 Напишіть спирт, який утвориться при гідратації пропену.

Розв'язок:



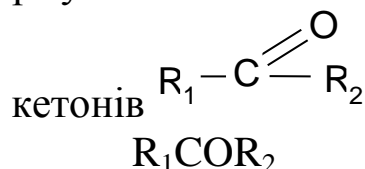
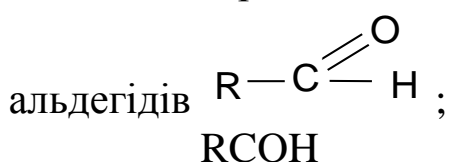
Задача №3 Складіть скорочені структурні формули спиртів за назвами: а) 2-метилпропан-2-ол; б) 2,3-диметилпентан-1-ол.

Розв'язок:



АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ (ОКСОСПОЛУКИ)

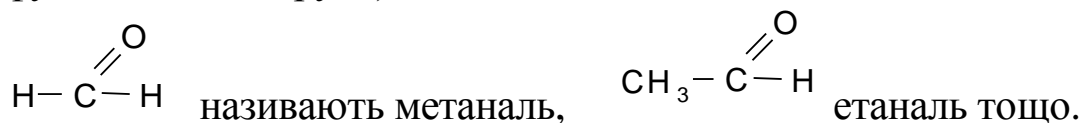
До альдегідів і кетонів належать органічні сполуки, які містять карбонільну групу >C=O . У альдегідів атом Карбону карбонільної групи зв'язаний з одним атомом Гідрогену а у кетонах із двома вуглеводневими радикалами. Загальна формула



Номенклатура і ізомерія

Для оксосполук характерна ізомерія карбонового ланцюга. Для кетонів, крім того, ізомерія місця карбонільної групи.

Для найменування альдегідів користуються історичною (за назвою кислоти в яку окиснюються) і систематичною номенклатурами. За номенклатурою ІЮПАК їх називають за вуглеводнем, додаючи суфікс -аль (нумерацію карбонового ланцюга починають від атома Карбону, де розміщена функціональна група). Так,



Для назви кетонів, здебільшого, користуються раціональною номенклатурою та ІЮПАК (за винятком ацетону, який має історичну назву). За раціональною номенклатурою радикали називають за

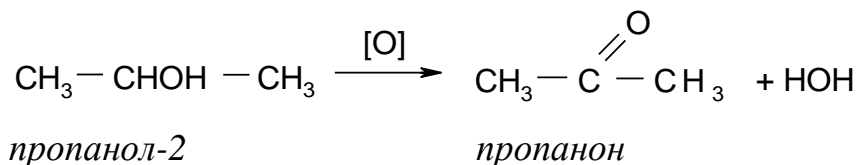
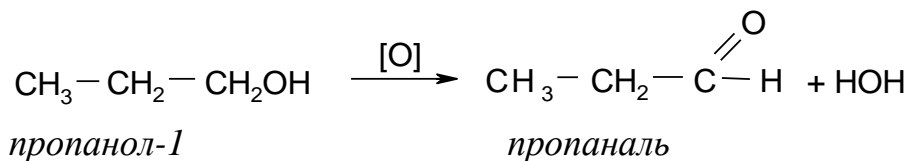
«старшинством» і додають слово «кетон». За ІЮПАК до назви алкану, додають закінчення -он.

Так, $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, ацетон називають диметилкетон або пропанон.

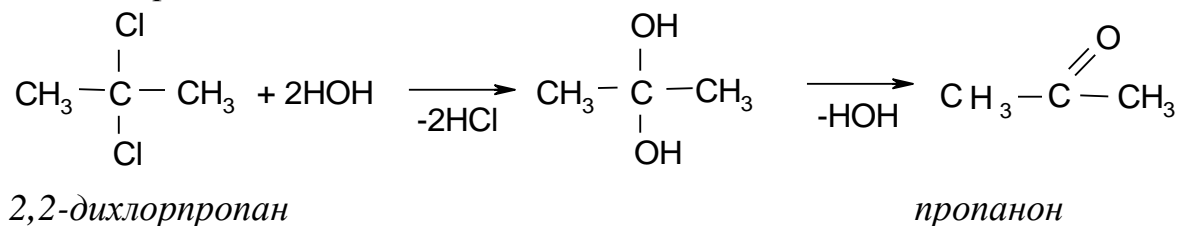
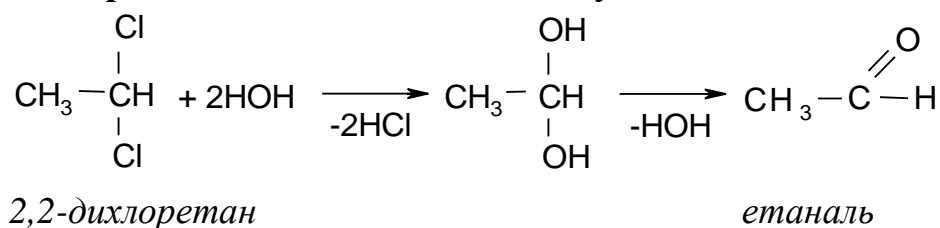
Способи одержання

1. Реакція окиснення

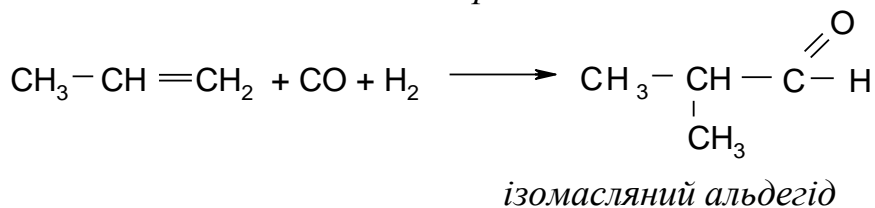
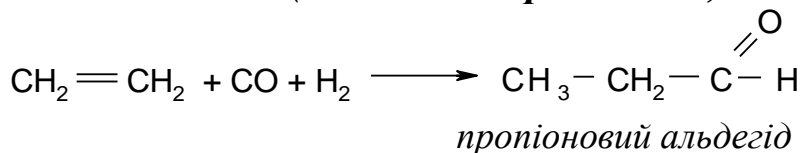
При окисненні первинних спиртів утворюються альдегіди, вторинних – кетони. Окисниками можуть бути розчини перманганату калію, хромова суміш, кисень повітря, каталізаторами – Fe або Cu



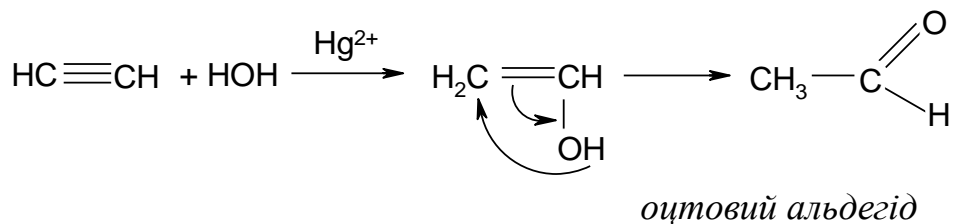
2. Гідроліз дигалогенпохідних вуглеводнів



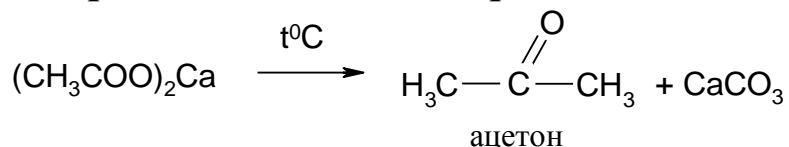
3. Оксосинтез (каталізатори Ni і Co, 100-200 °C, 10⁵ Па)



4. Реакція Кучерова



5. Піроліз деяких солей карбонових кислот

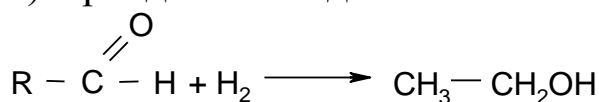


Хімічні властивості

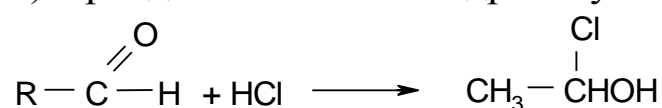
1. Реакції приєднання за місцем подвійного зв'язку карбонільної групи

У карбонільній групі електронна густина зміщена в бік атома Оксигену, на атомі Карбону виникає частковий позитивний заряд і він стає центром для реакції нуклеофільного приєднання.

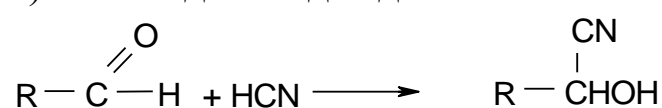
а) Приєднання водню



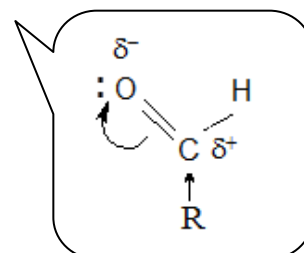
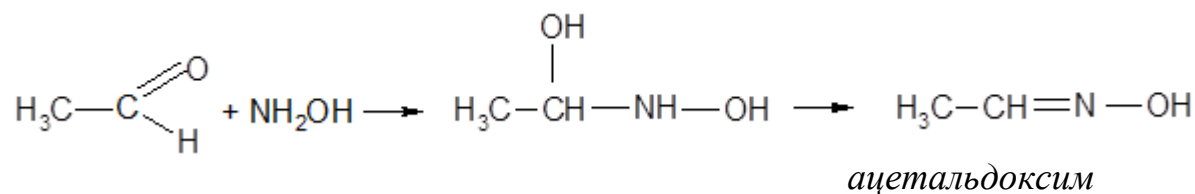
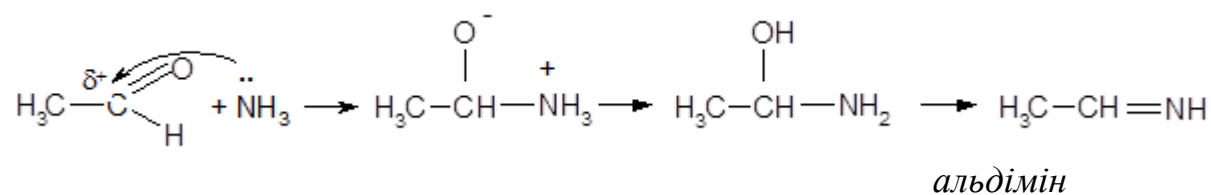
б) Приєднання галоген гідрогену

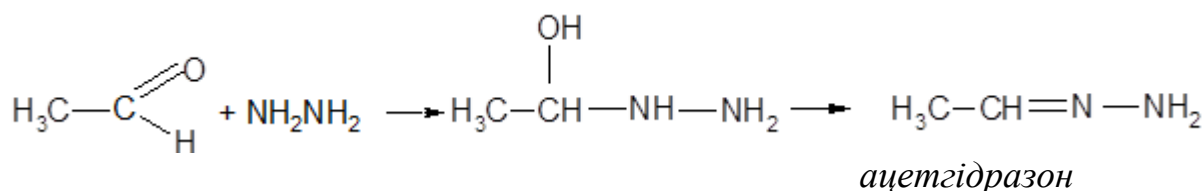


в) Взаємодія альдегідів та кетонів із ціанідною кислотою

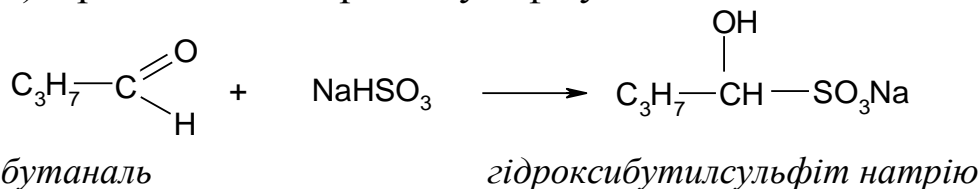


г) Взаємодія альдегідів і кетонів з амоніаком, гідроксиламіном, гідразином

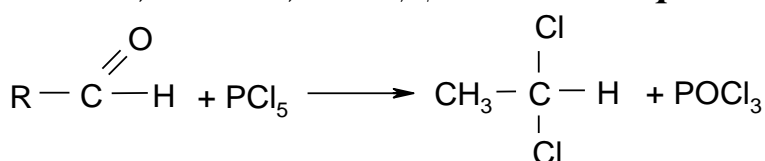




д) Приєднання натрій бісульфіту

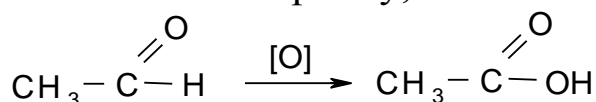


2. Реакції заміщення. Дія п'ятихлористого фосфору

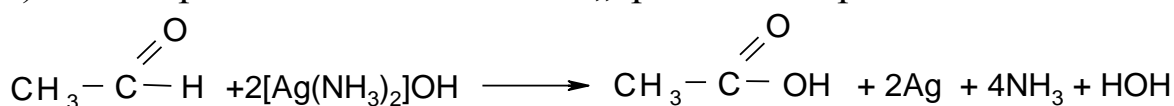


3. Окиснення альдегідів і кетонів

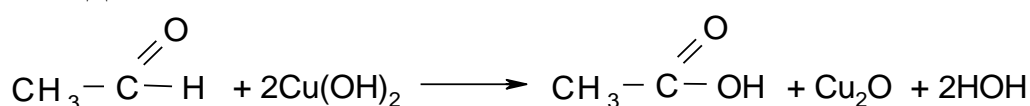
а) Альдегіди легко окиснюються до відповідних кислот з тією ж кількістю атомів Карбону, тобто вони є відновлюючими сполуками.



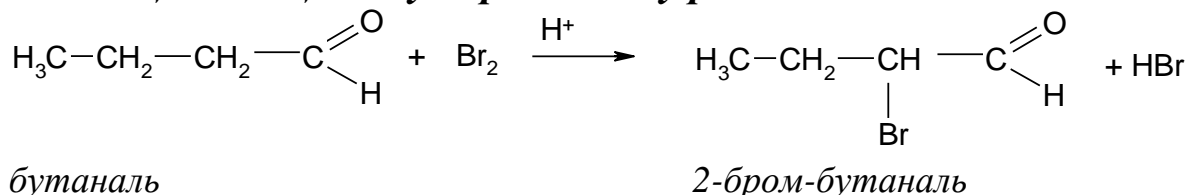
б) Якісна реакція на альдегіди – „срібного дзеркала”



в) Характерною реакцією для альдегідів є реакція з купрум (II) гідроксидом



4. Реакції заміщення у карбоновому радикалі.



5. Конденсація альдегідів і кетонів

Під впливом розбавлених розчинів лугів відбувається реакція конденсації двох молекул альдегіду або двох молекул кетону в одну складну молекулу, яка містить в собі одночасно спиртову й альдегідну або кетонну групи

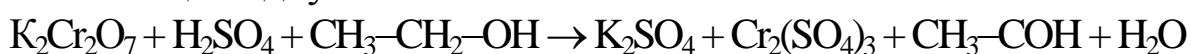
Дослід №5 Реакція альдольної конденсації

До 1-2 мл розчину оцтового альдегіду або формаліну додають половину об'єму розчину лугу і повільно нагрівають суміш до початку кипіння. Рідина набуває різкого запаху, жовтіє, буріє, виділяючи напіврідкий осад – альдегідну смолу.

Дослід №6 Отримання оцтового альдегіду

У пробірку наливають 2-3 мл насиченого розчину калій дихромату ($K_2Cr_2O_7$) і такий же об'єм концентрованої сульфатної кислоти. Додають по краплинам етиловий спирт і дуже обережно підігріти суміш (отвір пробірки направити в бік). У подальшому реакція йде з виділенням тепла. Жовте забарвлення суміші зникає і знову з'являється зелене забарвлення хром (III) сульфату.

Реакція відбувається за схемою:



Написати рівняння реакції.

Дослід №7 Відношення формальдегіду та ацетону до аміачного розчину оксиду срібла (I).

У дві пробірки наливають однакову кількість аміачного розчину аргентум оксиду. Для приготування цього розчину в чисту пробірку наливають на чверть об'єму 2%-ний розчин аргентум нітрату, потім додають поступово розчин аміаку (NH_4OH) доти, поки осад, що спочатку утворився, не розчиниться в його надлишку. В одну із пробірок додають розчин формальдегіду, в іншу – такий же об'єм ацетону. Пробірки поміщають одночасно у водяну баню. В пробірці з альдегідом з'являється „дзеркало”, а в пробірці з ацетоном відновлення срібла не відбувається. Зробити висновок про окиснення альдегідів та кетонів. Написати реакцію срібного дзеркала.

Дослід №8 Кольорова реакція на ацетон із нітропрусидом натрію

На предметне скло наносять 1 краплю розчину нітропрусиду натрію, 2 краплі води і 1 краплю водного розчину ацетону. При додаванні однієї краплі розчину натрій гідроксиду суміш забарвлюється в червоний колір, який від краплі розчину оцтової кислоти набуває червоно-вишневого кольору.

Питання для самостійної роботи

1. Чим відрізняються альдегіди від кетонів?
2. Одержіть диетилкетон окисненням відповідного спирту.

3. Запишіть одержання пропаналью піролізом марганцевих солей відповідних кислот.

4. Одержіть пентаналь і пентанон-2 гідролізом відповідних дигалогенпохідних.

5. Одержіть етилфенілкетон за реакцією Фріделя-Крафтса-Густавсона.

6 Запишіть формулу і назвати за систематичною номенклатурою бутилізопропілкетон.

7 Проведіть гідратацію пропілацетилену, назвіть утворений продукт.

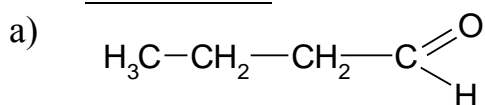
8 Одержіть ціангідрин із бутаналю.

9 Запишіть реакцію „срібного дзеркала” для бутаналю.

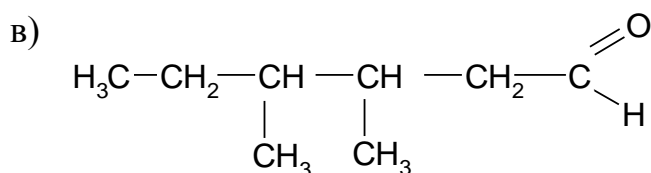
Приклади задач

Задача №1 Напишіть структурні формули таких карбонільних сполук: а) бутаналь; в) 3,4-диметилгексаналь; г) 2,4-диметилпентан-3-он.

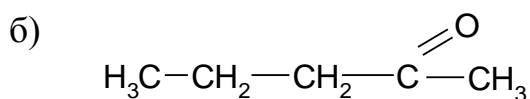
Розв'язок:



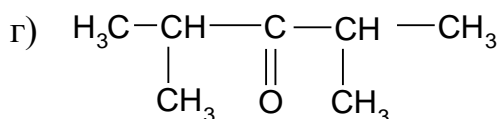
бутаналь



3,4-диметилгексаналь



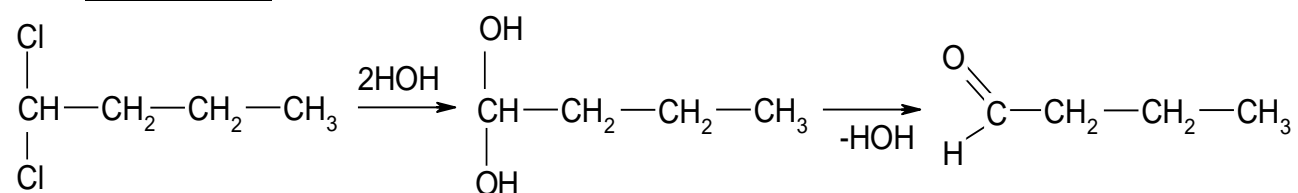
пентан-2-он



2,4-диметилпентан-3-он

Задача №2 Складіть реакцію гідролізу 1,1-дихлорбутану.

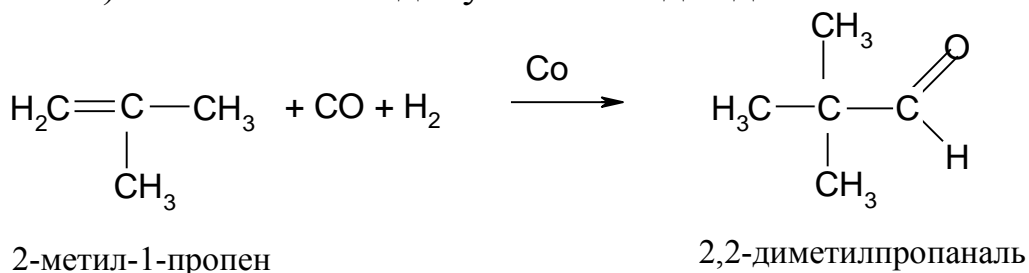
Розв'язок:



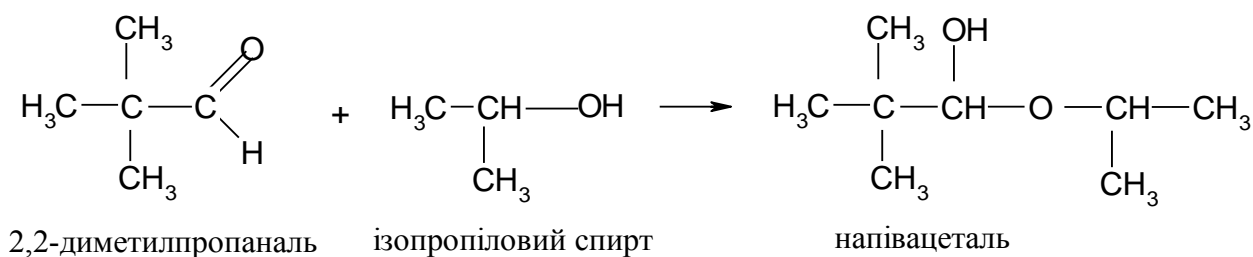
Задача №3 За реакцією оксосинтезу добути 2,2-диметилпропаналь і здійснити для нього реакцію з надлишком ізопропілового спирту в кислотному середовищі

Розв'язок:

1) Оксосинтезом добувають альдегіди із алкенів та водяного газу:



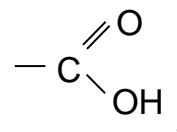
2) Із надлишком ізопропілового спирту утворюється нестійкий продукт напівацеталь



КАРБОНОВІ КИСЛОТИ ТА ЇХНІ ПОХІДНІ

Карбонові кислоти – це органічні сполуки, що мають у складі

своїх молекул одну або декілька **карбоксильних груп**



Карбоксильна група (–COOH) одновалентна атомна група, яку можна розглядати, як поєднання карбонільної і гідроксильної групи.

Клас карбовоних кислот об'єднує велику кількість органічних речовин, що містять у складі своїх молекул карбоксильні групи. Залежно від приналежності вуглеводневого радикала до тієї чи іншої групи, вуглеводнів розрізняють ациклічні й циклічні, насичені й ненасичені, ароматичні й циклопарафінові карбонові кислоти.

Одноосновні насичені кислоти – похідні алканів, у молекулі яких атом Гідрогену заміщений на карбоксильну групу. Загальна формула $C_nH_{2n+1}-COOH$. Іноді їх називають кислотами жирного ряду, оскільки окремі з них виділені з продуктів гідролізу жирів.

Ізомерія і номенклатура

Для кислот існує ізомерія карбонового ланцюга, а, тому, розрізняють кислоти з нормальною будовою карбонового ланцюга та кислоти з розгалуженим карбоновим ланцюгом (ізобудовою).

Згідно з історичною номенклатурою карбонові кислоти, як правило, називають, виходячи з назви продуктів, з яких вони вперше були одержані. Наведемо назви карбонових кислот гомологічного ряду:

H–COOH мурашина	C ₉ H ₁₉ –COOH капринова
CH ₃ –COOH оцтова	C ₁₀ H ₂₁ –COOH ундеканова
C ₂ H ₅ –COOH пропіонова	C ₁₁ H ₂₃ –COOH лауринова
C ₃ H ₇ –COOH масляна	C ₁₂ H ₂₅ –COOH додеканова
C ₄ H ₉ –COOH валеріанова	C ₁₃ H ₂₇ –COOH міристинова
C ₅ H ₁₁ –COOH капронова	C ₁₄ H ₂₉ –COOH пентадецилова
C ₆ H ₁₃ –COOH енантова	C ₁₅ H ₃₁ –COOH пальмітинова
C ₇ H ₁₅ –COOH каприлова	C ₁₆ H ₃₃ –COOH маргаринава
C ₈ H ₁₇ –COOH пеларгонова	C ₁₇ H ₃₅ –COOH стеаринова

Рациональною номенклатурою користуються зрідка. За її основу іноді береться оцтова кислота, яку в свій час вважали найпростішою. Наприклад, кислоту CH₂=CH–CH₂–COOH згідно з рациональною номенклатурою називають вінілоцтовою кислотою.

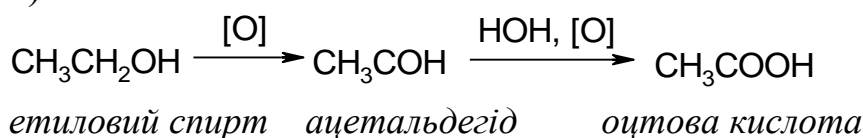
За номенклатурою ІЮПАК назви карбонових кислот походять від назв відповідних вуглеводнів, до яких додають суфікс -ова і слово кислота. Нумерацію ланцюга починають з атома Карбону карбоксильної групи. Наприклад, мурашина кислота називається метановою кислотою, оцтова – етановою тощо.

Способи одержання

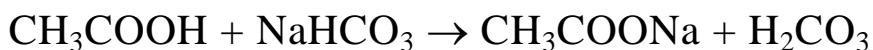
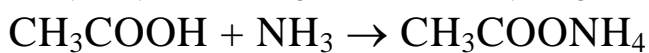
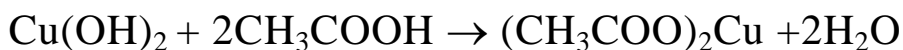
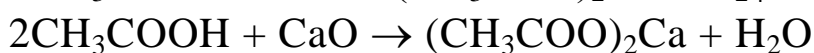
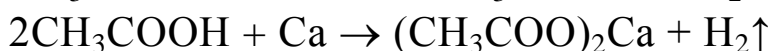
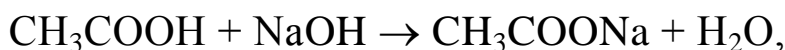
Карбонові кислоти в природі знаходяться у вільному (наприклад, мурашина – у залозах червоної мурашки, у сечі та поті тварин, оцтова – в оцті) і зв'язаному (наприклад, вищі жирні кислоти (ВЖК) у вигляді тригліцеридів – жирів) станах. ВЖК одержують гідролізом нейтральних жирів та олій. Більшість карбонових кислот одержують методами органічного синтезу.

1. Окиснення первинних (утворюється одна кислота), **вторинних або третинних** (утворюються дві кислоти, іноді альдегіди і кетони, а також інші продукти) **спиртів**:

а)

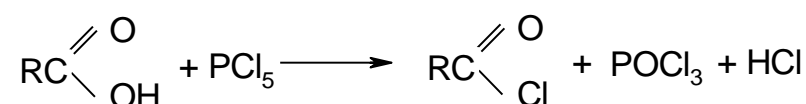
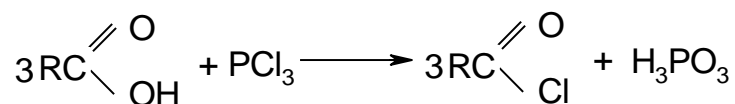


лугами і лужноземельними металами, оксидами і гідроксидами, карбонатами й аміаком:



2. Утворення галогенангідридів

При взаємодії карбонових кислот з галогенідами фосфору відбувається заміна гідроксилу на галоген і утворюється галогенангідриди кислот:

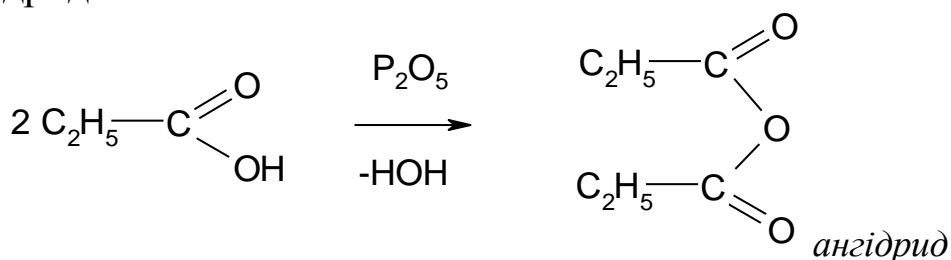


кислота

хлорангідрид кислоти

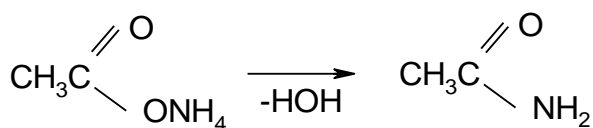
Галогенангідриди – реакційноактивні речовини, галоген яких легко заміщується на різні функціональні групи, що й дозволяє одержати різні класи органічних сполук. Вони легко гідролізуються, перетворюючись на відповідні карбонові кислоти.

При взаємодії солей кислот з їхніми галогенангідридами або дії водовідіймаючих засобів на карбонові кислоти можуть утворюватись ангідриди кислот



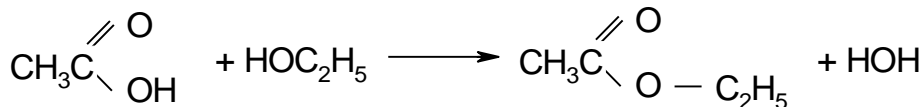
3. Утворення амідів

Аміди карбонових кислот – похідні карбонових кислот, що утворюються внаслідок заміщення гідроксилу в карбоксильній групі на одновалентний залишок аміаку (аміногрупу —NH₂), при нагріванні амонієвих солей карбонових кислот, або при взаємодії галогенангідридів з аміаком.



ацетат амонію амід оцтової кислоти

4. Утворення естерів (реакція естерифікації)



оцтова етиловий оцтово-етиловий
кислота спирт естер

Двохосновні насичені кислоти

Двохосновними або дикарбоновими кислотами називаються похідні вуглеводнів, у яких два атоми Гідрогену заміщені двома карбоксильними групами -COOH. Загальна формула $C_nH_{2n}(COOH)_2$.

Ізомерія і номенклатура

Для двохосновних кислот існує ізомерія карбонового ланцюга.

Двохосновні карбонові кислоти частіше називають історичними назвами, наприклад, HOOC-COOH – щавлева кислота

Іноді їх називають згідно з раціональною номенклатурою та номенклатурою ІЮПАК.

При використанні раціональної номенклатури до назви алкану додають слово „дикарбонова кислота”. Наприклад,

HOOC-COOH – щавлева кислота, етандикарбонова кислота.

За номенклатурою ІЮПАК до назви відповідного алкану додаються слова „диова кислота”. Наприклад,

HOOC-COOH – етандиова кислота.

Гомологічний ряд

HOOC-COOH щавлева кислота (етандиова)

HOOC-CH₂-COOH маленова кислота (пропандиова)

HOOC-CH₂-CH₂-COOH бурштинова кислота (бутандиова)

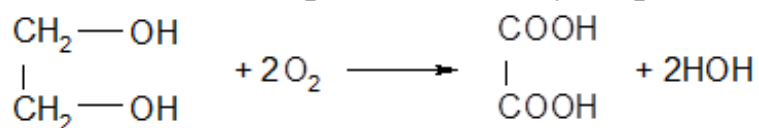
HOOC-CH₂-CH₂-CH₂-COOH глутарова кислота (пентандиова)

HOOC-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-COOH адипінова кислота (гександиова).

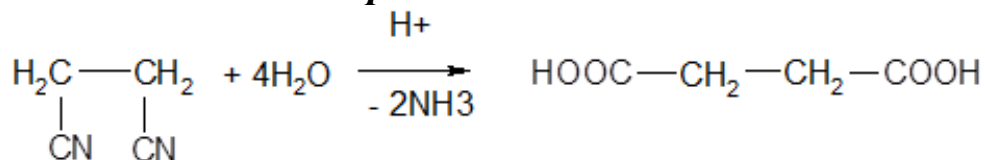
Способи одержання

1. Окиснення двохатомних первинних спиртів (гліколей)

Етиленгліколь при окисленні утворює щавлеву кислоту.

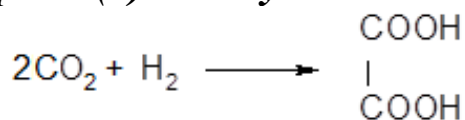


2. Омилення динітрилів



буриштинова кислота

3. Розроблено промисловий спосіб добування щавлевої кислоти з карбон (4) оксиду і водню



Хімічні властивості двохосновних карбонових кислот аналогічні до одноосновних кислот.

Ненасичені одноосновні карбонові кислоти

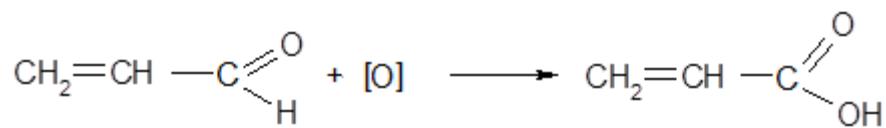
Ненасиченими одноосновними кислотами називають похідні ненасичених вуглеводнів у яких один атом Гідрогену заміщений карбоксильною групою. Кислоти з одним подвійним зв'язком мають загальну формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$, із двома подвійними зв'язками $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\text{COOH}$, із трьома $\text{C}_n\text{H}_{2n-5}\text{COOH}$.

Ізомерія і номенклатура

Ізомерія ненасичених одноосновних кислот з одним подвійним зв'язком залежить від ізомерії будови карбонового ланцюга і від місця подвійного зв'язку в ланцюзі. Крім ізомерії, яка залежить від цих двох причин, в ряді ненасичених кислот можлива ще геометрична або цис, транс -ізомерія. Для найменування кислот використовують історичну номенклатуру, зрідка ІЮПАК. Згідно номенклатури ІЮПАК назви кислот будуються від назви ненасиченого вуглеводня з додаванням закінчення „ова” і слова кислота: $\text{CH}_3\text{—CH=CH—COOH}$ бутен-2-ова кислота

Способи одержання

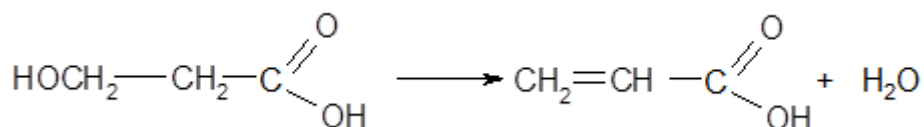
1) Окисненням акролеїну добувають акрилову кислоту



акриловий альдегід

акрилова кислота

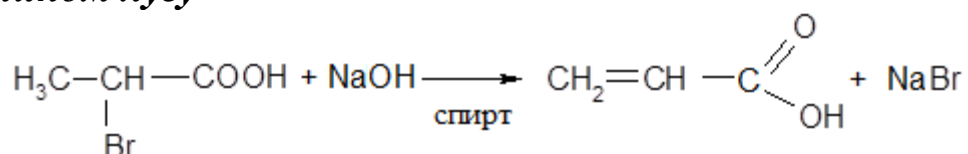
2) Утворення подвійних зв'язків у радикалі



β -оксипропіонова кислота

акрилова кислота

3) Дія на галогенпохідні карбонових кислот спиртовим розчином луку



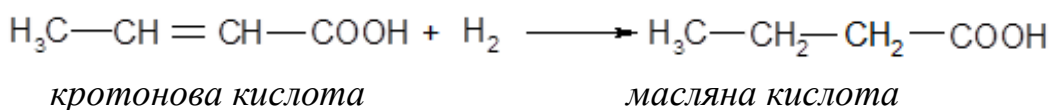
2-бромпропанова кислота

пропенова кислота

Хімічні властивості

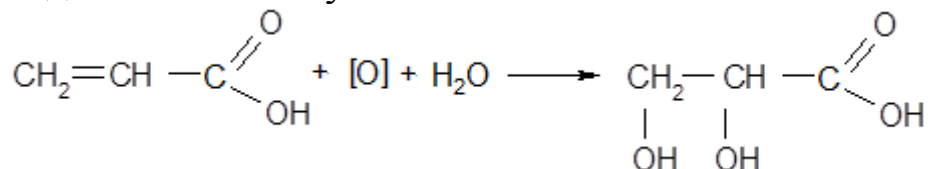
1. Приєднання водню

Ненасичені кислоти при наявності каталізаторів (Ni, Pt, Pd) приєднують водень, утворюючи насичені кислоти.

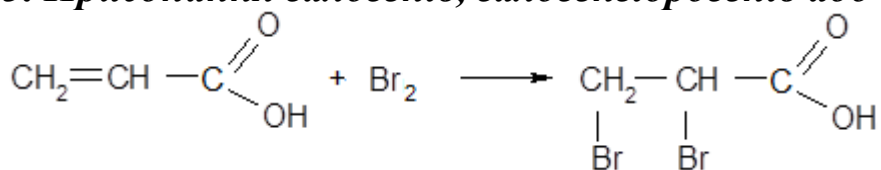


2. Окиснення

При обережному окисненні відбувається розрив подвійного зв'язку

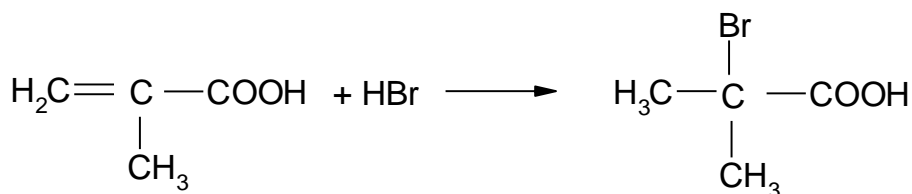
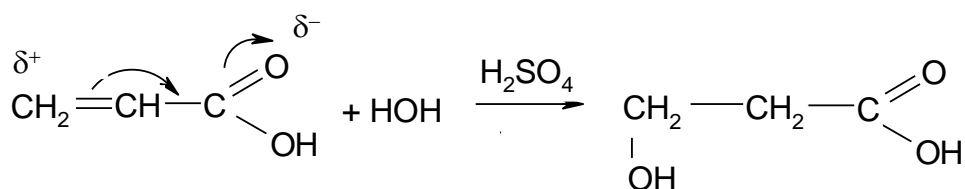


3. Приєднання галогенів, галогенгідрогенів або води

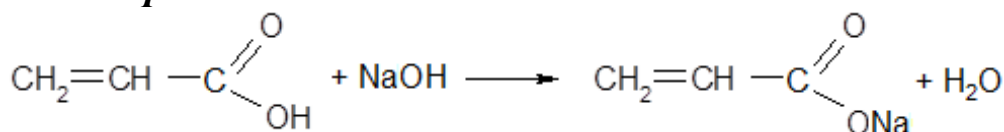


акрилова кислота

α,β -дибромпропіонова кислота



4. Утворення солей

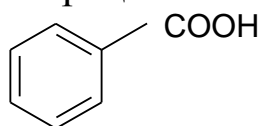


Одноосновні ароматичні кислоти

Ароматичні кислоти – похідні бензену і його гомологів, у молекулі яких Гідроген бензенового ядра заміщений на групу –COOH.

Ізомерія і номенклатура

Для кислот існує ізомерія положення замісників у бензеновому ядрі (для гомологів бензену) і величини бокового ланцюга. При найменуванні кислот частіше застосовують історичну номенклатуру, зрідка – раціональну і ІЮПАК.



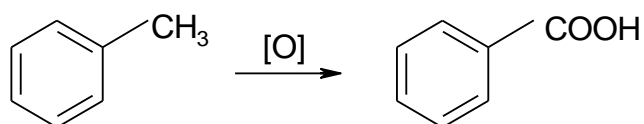
бензойна кислота (бензенкарбонова)

Способи одержання

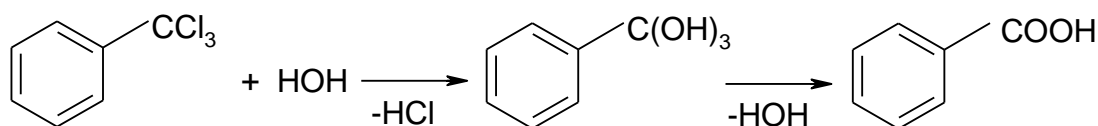
В природі кислоти даної групи зустрічаються у вільному стані та в складі естерів (бензойна смола, перуанський і толуанський бальзами). Найчастіше їх одержують із сумішей сублімацією, з естерів – гідролізом із подальшою сублімацією або іншими методами виділення.

Серед хімічних методів одержання найпоширенішими є наступні

1. Окиснення бокових ланцюгів гомологів бензену

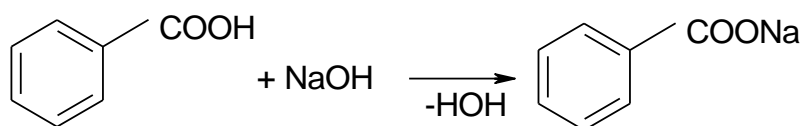


2. Гідроліз тригалогенпохідних гомологів бензену

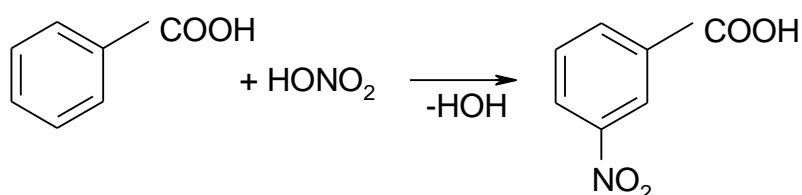


Хімічні властивості

1. Утворення солей ароматичних кислот



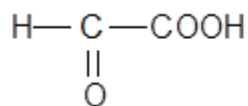
2. Заміщення атому Гідрогену в бензеновому ядрі. При цьому карбоксильна група виступає орієнтантом II роду



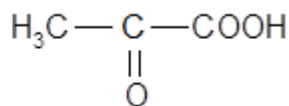
мета-нітробензойна кислота

Оксокислоти

Оксокислоти – це похідні карбонових кислот, радикал яких має альдегідну або кетонну групи. Найпростішими представниками оксокислот є дві кислоти:



глюксалева кислота



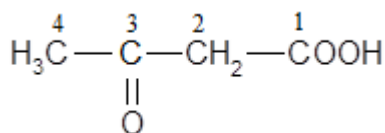
піровиноградна кислота

Ізомерія і номенклатура

Для оксокислот характерна ізомерія карбонового радикала, а для кетокислот, крім цього, ізомерія положення кетогрупи.

Оксокислоти, здебільшого, мають тривіальні назви. Іноді вживається номенклатура ІЮПАК: цифрою позначається місце

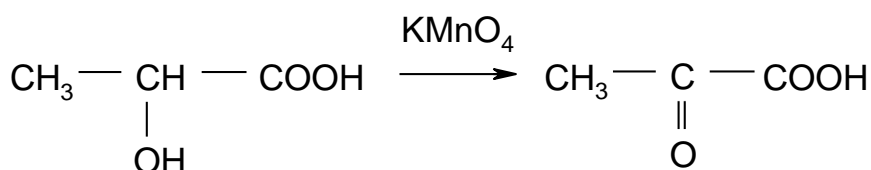
розміщення карбонільної групи у карбоновому ланцюзі:



3- оксобутанова кислота

Способи одержання

Оксокислоти входять до складу тканин і клітин, а також до біологічних рідин живих організмів. Більшість оксокислот одержують синтетично окисненням гідроксикислот



молочна кислота

піровиноградна кислота

Хімічні властивості

Оксокислоти мають типові хімічні властивості сполук, що зумовлені двома функціональними групами – карбоксильною й карбонільною (альдегідною і кетонною).

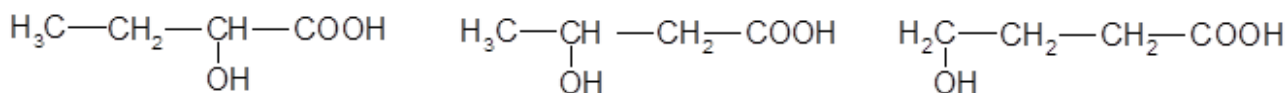
Оксокислоти

Оксокислоти – це похідні карбонових кислот, радикал яких має карбоксильну та гідроксильну групи.

Ізомерія і номенклатура

Для оксокислот характерна оптична ізомерія.

Оксокислоти найчастіше носять тривіальні назви за їх природним джерелом (наприклад молочна, яблучна). Крім того, назви оксокислот складають із назв відповідних карбонових кислот з додаванням спереду приставки *окси-* і позначенням грецькою літерою положення гідроксильної групи відносно карбоксильної групи, наприклад:



α-оксимасляна кислота

β-оксимасляна кислота

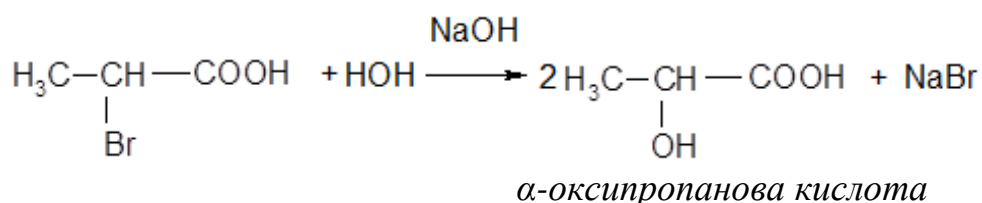
γ-оксимасляна кислота

Іноді вживається номенклатура ІЮПАК: Назви оксокислот походять від назв відповідної карбонової кислоти, а місце знаходження гідроксильної групи вказують номером карбонового

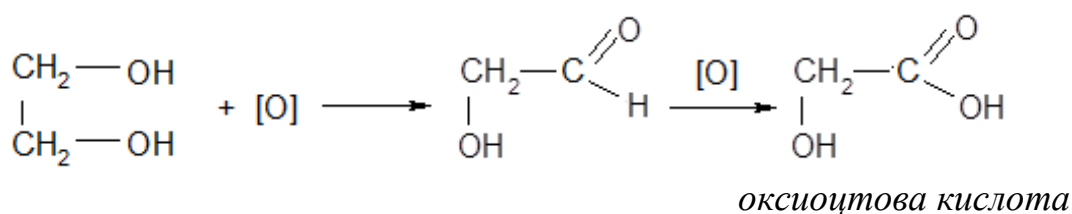
атома біля якого вона знаходиться. Так, молочну кислоту $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$ називають 2-гідроксипропановою кислотою

Способи одержання

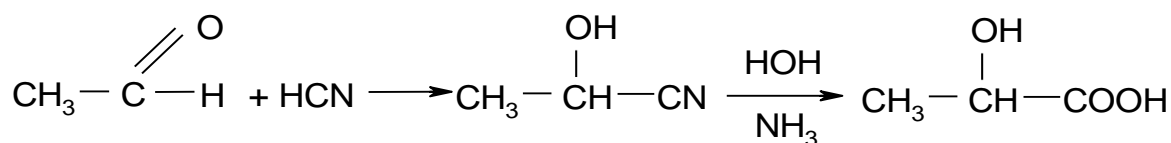
1. Гідроліз галогенозаміщених кислот



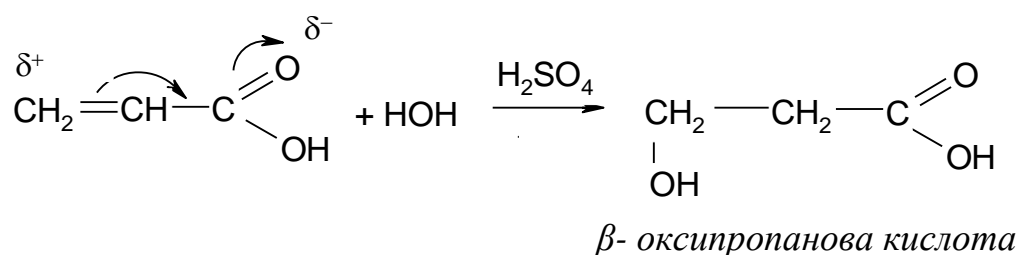
2. Окиснення гліколів



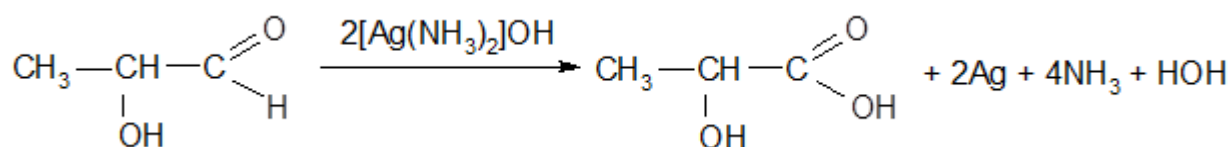
3. Ціангідринний метод



4. Гідратація ненасичених кислот

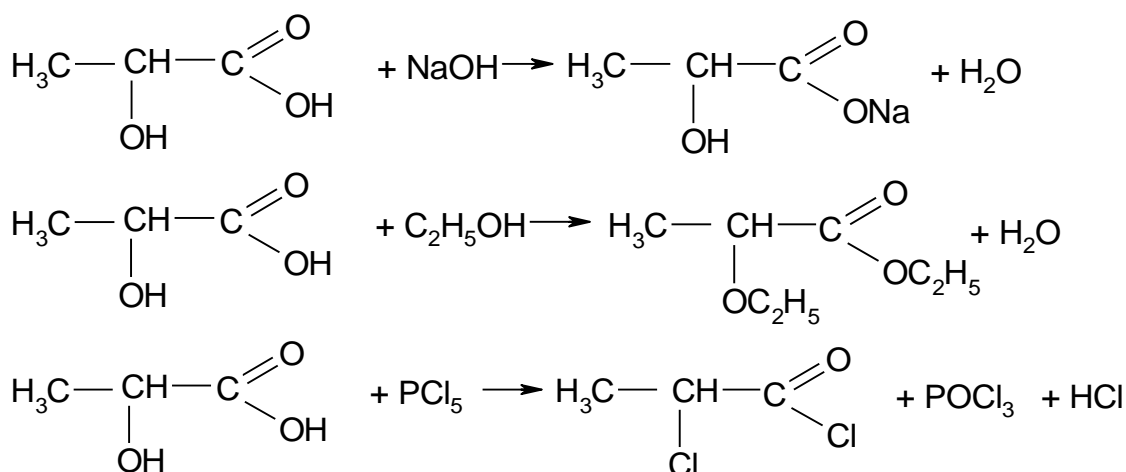


5. Окиснення оксиальдегідів



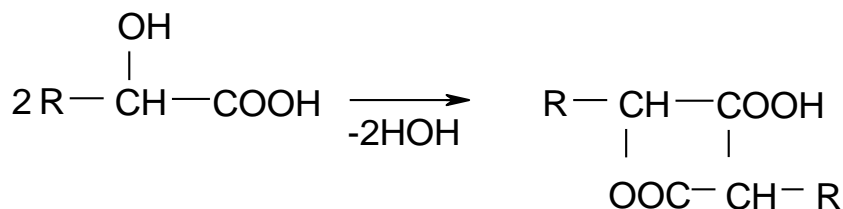
Хімічні властивості

Оксикислоти, молекули яких містять карбоксильні і гідроксильні групи, мають властивості кислот і спиртів. Як кислоти вони можуть давати солі та естери, як спирти – утворювати етери і естери, а також окиснюватися до альдегідокислот і кетокислот.

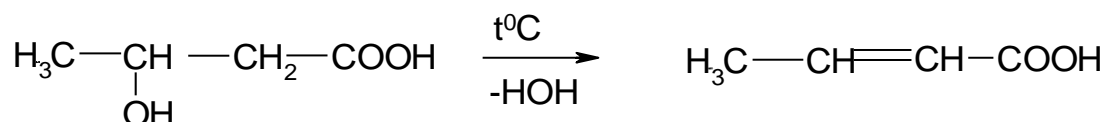


Крім загальних властивостей спиртів і кислот, властивим оксикислотам, вони мають специфічні властивості.

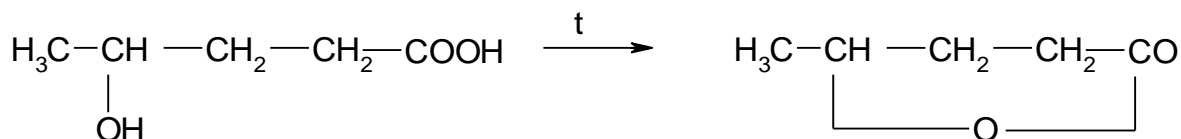
1. Під час нагрівання з α -оксикислоти утворюють лактиди



2. При відщепленні води від β -оксикислот утворюються ненасичені кислоти



3. γ - та інші кислоти утворюють лактони



Експериментальна частина

Дослід №1 Одержання оцтової кислоти із ацетату натрію

В пробірку насипають 2 г кристалічного ацетату натрію і додають 2-3 мл концентрованої сульфатної кислоти. Суміш нагрівають. При цьому виділяються пари оцтової кислоти.

Дослід №2 Дія ферум (III) хлориду на оцтову кислоту

У пробірку наливають 1-2 мл розчину оцтовокислого натрію і кілька краплин розчину FeCl_3 . Одержуємо розчин темно-червоного кольору ферум (III) ацетату. При нагріванні темно-червоний колір зникає і випадає бурий осад ферум гідроксоацетату $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{OH}$.

Запишіть рівняння реакцій.

Дослід №3 Розклад оксалатної кислоти

У суху пробірку з газовідвідною трубкою вносять 1-2 г оксалатної кислоти, газовідвідну трубку занурюють в пробірку, наповнену вапняною водою. Пробірку з оксалатною кислотою нагрівають, починають виділятися гази. Вуглекислий газ сполучається з вапняною або баритовою водою і утворюється осад, потім трубку виймають з рідини і запалюють біля її отвору газ, що виділяється. Запишіть рівняння реакції розкладу оксалатної кислоти до вуглекислого газу і мурашиної кислоти, а також утворення осаду при взаємодії вапняної води з вуглекислим газом.

Дослід №4 Виявлення карбоксильних груп у винній кислоті

До 1 мл водного розчину винної кислоти приливають одну краплю розчину фенолфталеїну і додають по краплях, постійно збовтуючи розчин калій гідроксиду. Випадає кристалічний осад кислої калійної солі винної кислоти. При подальшому додаванні лугу осад поступово розчиняється і в разі досягнення лужної реакції з'являється малинове забарвлення. Запишіть рівняння реакцій.

Дослід №5 Доказ наявності двох гідроксильних груп у винній кислоті (одержання реактиву Фелінга)

У пробірку наливають 1-2 мл натрій гідроксиду і 1 мл купрум (II) сульфату. Випадає блакитний осад. Потім додають 2 мл сегнетової солі, яка реагує з купрум (II) гідроксидом і забарвлює рідину в темно-синій колір.

Дослід №6 Взаємодія бензойної і саліцилової кислот з ферум (III) хлоридом

В одну пробірку наливають насиченого водного розчину бензойної кислоти, у другу саліцилової кислоти і в кожен із них додають по декілька краплин ферум (III) хлориду. В пробірці з саліциловою кислотою з'являється фіолетове забарвлення. Бензойна кислота не дає фіолетового забарвлення, тому що відсутній фенольний гідроксил.

Дослід №7 Одержання фенолфталеїну

У пробірку насипають близько 0,1 г фталевого ангідриду, приблизно таку ж кількість фенолу і доливають 3-4 краплини концентрованої сульфатної кислоти. Суміш нагрівають на спиртівці 5-6 хвилин. Потім пробірку охолоджують, додають 1-1,5 мл спирту, бо фенолфталеїн розчиняється в спирті. Щоб переконатись в утворенні фенолфталеїну, декілька краплин одержаного спиртового розчину додають до 10% розчину їдкого лугу. Розчин забарвлюється

в малиновий колір. Написати рівняння реакцій.

Дослід №8 Гідроліз аспірину

У пробірку насипають кілька кристаликів аспірину і розчиняють в 3-4 мл води. Розчин розливають на дві пробірки. В одну пробірку наливають ферум (III) хлориду, не підігріваючи, фіолетове забарвлення не утвориться, тому що відсутній фенольний гідроксил. Другу пробірку з розчином кип'ятять 4-5 хвилин, охолоджують і наливають кілька краплин ферум (III) хлориду, утворюється фіолетове забарвлення, тому що при гідролізі утворився фенольний гідроксил. Напишіть рівняння реакції.

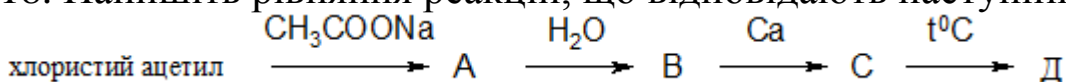
Питання для самостійної роботи

1. Запишіть і назвіть можливі ізомери капронової кислоти.
2. Запропонуйте Зспособи одержання пропанової кислоти.
3. Гідролізом відповідного нітрилу одержати 2-метилбутанову кислоту.
4. Напишіть рівняння реакції одержання ангідриду і хлорангідриду пропіонової кислоти.
5. Як і за яких умов прореагує вода з пропіоновим ангідридом і етиловим естером масляної кислоти?
6. У вас є розчини речовин: купрум (II) сульфату, метилоранжу, аргентум (I) оксиду в амоніаку, натрій гідроксиду. Як з їх допомогою довести наявність: а) гліцеролу; б) етанової кислоти; в) етаналу?
7. Запишіть формулу 2-метилбутандиової кислоти
8. Запишіть рівняння реакцій ступінчатої взаємодії оксалатної кислоти з метиловим спиртом.
9. Які типи ізомерів є в бутен-2-ової кислоти?
10. На прикладі акрилової кислоти охарактеризуйте властивості ненасичених кислот.
11. Запишіть рівняння реакції одержання метакрилової кислоти із відповідної галогенозаміщеної кислоти.
12. Проведіть взаємодію бензойної кислоти з гідрооксидом магнію і нітратною кислотою.
13. Запропонуйте схему одержання паранітробензойної кислоти із бензену.
14. На основі пірвиноградної кислоти одержати молочну кислоту і аланін.
15. Запишіть рівняння реакції одержання α -оксимасляної кислоти із відповідної карбонової кислоти.

16. Написати формули оптичних антиподів α -оксимасляної кислоти.

17. Запишіть формули і назви 3-х ароматичних оксикислот.

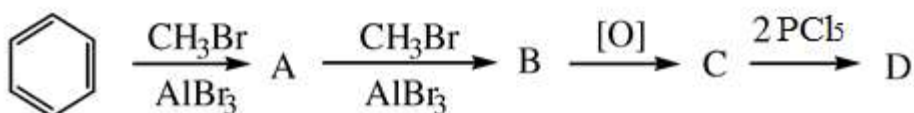
18. Напишіть рівняння реакцій, що відповідають наступній схемі



19. Здійсніть перетворення:

Етилацетат \rightarrow ацетат натрію \rightarrow оцтова кислота \rightarrow метилацетат

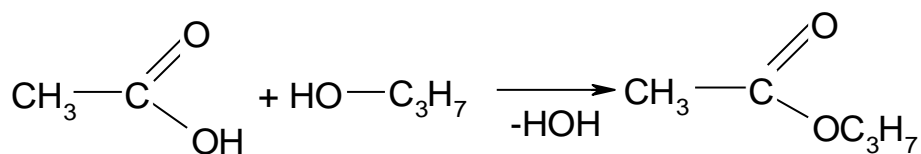
20. Напишіть рівняння реакцій у наступному перетворенні:



Приклади задач

Задача №1 Напишіть реакцію утворення естеру з оцтової кислоти та пропанолу.

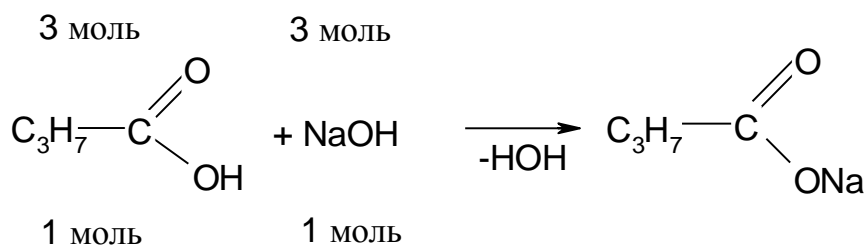
Розв'язок:



Задача №2 Скільки грамів гідроксиду натрію потрібно для нейтралізації 3 моль бутанової кислоти?

Розв'язок:

1. На нейтралізацію 1 моль кислоти за рівнянням реакції витрачається 1 моль гідроксиду натрію, отже на нейтралізацію 3 моль кислоти витрачається 3 моль гідроксиду натрію.



2. За формулою обраховуємо масу гідроксиду натрію:

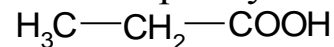
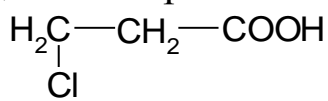
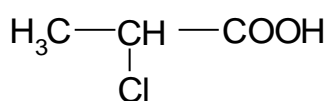
$$m(\text{NaOH}) = \nu \cdot M = 3 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 120 \text{ г.}$$

Задача №3 Розмістіть у ряд за зменшенням кислотних властивостей такі сполуки: пропіонова кислота, 2-хлорпропіонова кислота, 3-хлорпропіонова кислота. Поясніть ваш вибір.

Розв'язок:

Галогенозаміщені карбонові кислоти сильніші, ніж відповідні

незаміщені кислоти. Це пояснюється електронним впливом атома галогену, який відтягує електронну густину на себе, тим самим послаблюючи зв'язок С–Н. Причому, найбільший вплив роблять замісники в α -положенні відносно карбоксильного атома Карбону.



2-хлорпропіонова к-та

3-хлорпропіонова к-та

пропіонова к-та

Тестові завдання для проведення підсумкового контролю розділу Оксигенвмісні сполуки.

- Вкажіть формулу фенолу:
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
 - $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
 - C_6H_6
- При взаємодії спирту з кислотою утвориться:
 - інший спирт;
 - інша кислота;
 - етер;
 - естер.
- При окисненні вторинного пропілового спирту утвориться:
 - пропанон;
 - пропаналь;
 - пропан-1-ол;
 - пропен.
- Спирт це:
 - CH_2O ;
 - CH_2O_2 ;
 - CH_4O ;
 - CO_2 .
- При прокалюванні о-метилбензонату натрію з натрій гідроксидом одержимо:
 - о-метилфенол;
 - о-метилбензойну кислоту;
 - толуен;
 - о-диметилбензен.
- Загальна формула насичених одноатомних спиртів:
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$;
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{OH}$;
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$;
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{OH}$
- При гідролізі CH_3Cl утвориться:
 - метан;
 - спирт;
 - альдегід;
 - кислота.
- Гідратація бутену -1 дає:
 - бутан-1-ол;
 - бутан-2-ол;
 - бут-2-ен;
 - бутан.
- У молекулах спиртів найрухливішими є атоми гідрогену:
 - вуглеводневого радикала;
 - гідроксогрупи;
 - відмінність не простежується;
 - всі відповіді невірні.

10. При взаємодії третинного йодистого пентилу з спиртовим розчином лугу утвориться:

- а) пентан; б) пент-1-ен;
в) 2-метилбут-1-ен; г) 2-метилбут-2-ен.

11. Вкажіть формулу гліцеролу:

- а) C_3H_8O б) $C_3H_8O_3$
в) C_3H_6O г) $C_4H_8O_2$

12. При взаємодії води із 2-метил-1- хлорбутаном одержимо:

- а) 2-метилбутан-1-ол; б) 3-метилбутан-2-ол;
в) 2-метилбутан-1-ол; г) 2-метилбутан-3-ол;

13. В результаті реакції етерифікації бутан-1-ол та оцтової кислоти одержимо:

- а) дибутиловий етер; б) етиловий естер масляної кислоти;
в) бутиловий естер оцтової кислоти; г) всі відповіді невірні.

14. Вторинний бутиловий спирт можна одержати із сполуки:

- а) бут-1-ен; б) бут-2-ен;
в) 2-метилпропен; г) 2-метилпент-1-ен.

15. Не має ізомерів спирт:

- а) етиловий; б) пропіловий;
в) бутиловий; г) ізобутиловий.

16. Першим представником гомологічного ряду альдегідів є:

- а) мурашиний альдегід; б) оцтовий альдегід;
в) пропіоновий альдегід; г) ацетон

17. При гідруванні альдегідів утворюються:

- а) спирт; б) кислота;
в) кетон; г) вуглеводень.

18. При взаємодії п'ятибромистого фосфору з бутаналем утвориться:

- а) бутанон; б) 1,1-дибромбутан;
в) 1,2-дибромбутан; г) 1-бромбутан.

19. Наявність альдегідів у розчині можна визначити за допомогою:

- а) розчину калій перманганату; б) купрум (I) гідроксиду;
в) розчину бром; г) купрум (II) оксиду

20. При омиленні 1,1-дихлорбутану утвориться:

- а) бутиловий спирт; б) масляний альдегід;
в) масляна кислота; г) бутан.

21. При взаємодії 2,2-дихлорбутану із водним розчином лугу утвориться:

- а) бутан-2-он; б) бутаналь;

- в) бутан-1-ол; г) бутан-2-ол;
22. При взаємодії масляного альдегіду з воднем одержимо:
а) бутан-1-ол; б) бутан-2-ол;
в) бутан-2-он; г) всі відповіді невірні.
23. До бутилену приєднали гідроген бромід, а продукт реакції піддали гідролізу і окиснили, утворилось:
а) бутан-1-ол; б) бутан-2-он;
в) бутаналь; г) бутанова кислота.
24. Мурашина кислота виявляє властивості:
а) кислоти та одноатомного спирту; б) кислоти та фенолу;
в) кислоти та альдегіду; г) кислоти та основи.
25. Естери – це продукти взаємодії:
а) двох спиртів; б) спирту та кислоти;
в) двох кислот; г) двох альдегідів
26. При сплавланні натрій пропіонату з лугом утвориться:
а) пропан; б) метан;
в) етан; г) пропілен.
27. При гідролізі жирів у лужному середовищі утвориться:
а) гліцерин і солі ВЖК; б) гліцерин і солі кислот;
в) вищі спирти і солі ВЖК; г) вищі спирти і солі кислот.
18. Для виготовлення мила використовують:
а) натрієві та калієві солі ВЖК; б) мурашину кислоту;
в) натрієві солі пропіонової кислоти; г) сульфатну кислоту.
29. Вкажіть загальну формулу етерів:
а) R–ОН б) R–O–R₁
в) R–CO–R₂ г) R–COH
30. Наявність фенолу у розчині можна визначити за допомогою:
а) купрум (II) гідроксиду; б) купрум (I) гідроксиду;
в) розчину бром у г) розчину ферум (III) хлориду

ЛІПІДИ

Усі жири і жироподібні продукти мають загальну назву ліпіди.

Ліпіди класифікують на:

1) прості жири; 2) складні жири; 3) воски.

Прості жири – це естери гліцерину та вищих карбонових кислот.

Вищі жирні кислоти, які входять до складу жирів, є кислоти із парним числом атомів Карбону більшим за шість. Це такі кислоти:

$C_5H_{11}COOH$ – капронова

$C_7H_{15}COOH$ – каприлова
 $C_9H_{19}COOH$ – капринова
 $C_{11}H_{23}COOH$ – лауринова
 $C_{13}H_{27}COOH$ – міристинова
 $C_{15}H_{31}COOH$ – пальмітинова
 $C_{17}H_{35}COOH$ – стеаринова

Якщо такі насичені кислоти є в жирах, то жири будуть твердими.

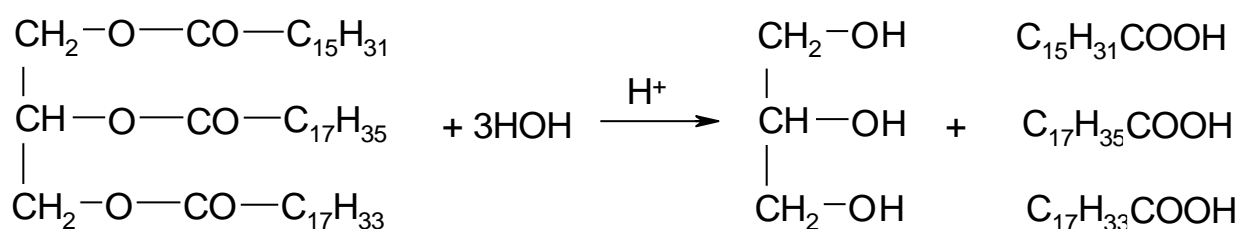
Рідкі жири містять ненасичені кислоти. Серед них особливе значення мають

$C_{17}H_{29}COOH$ – ліноленова кислота
 $C_{17}H_{31}COOH$ – ліолева кислота
 $C_{17}H_{33}COOH$ – олеїнова кислота

Оскільки всі жири слід називати гліцеридами, то в назві це слово пропускають, а їх називають за тими кислотами, з яких вони побудовані: триолеїнат, дипальмітиностеарат тощо.

Жири здатні гідролізувати при кип'ятінні у сильноокислих або сильнолужних середовищах.

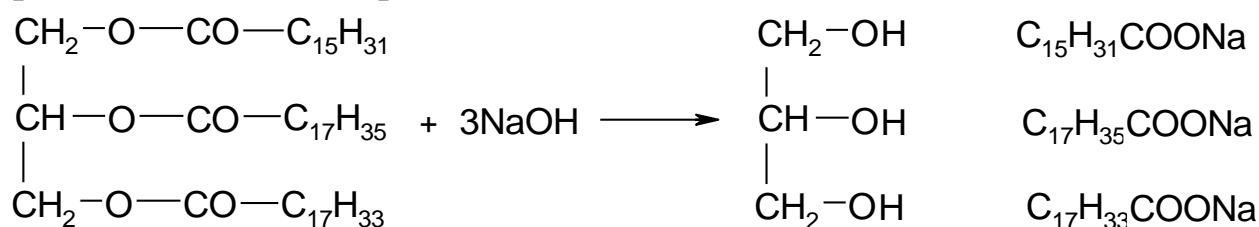
У кислому середовищі утворюється гліцерин і вищі карбонові кислоти



олеїнопальмітиностеарат

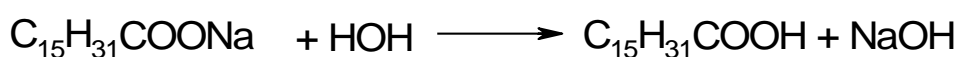
Як бачимо, гідроліз є одним із способів одержання гліцерину.

Коли гідроліз проводять у лужному середовищі, тоді утворюється гліцерин і солі вищих жирних кислот



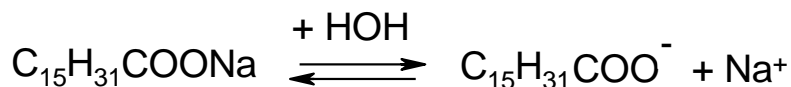
Солі вищих карбонових кислот – це мила (звідси термін омилення).

У воді солі гідролізують з утворенням сильнолужного середовища

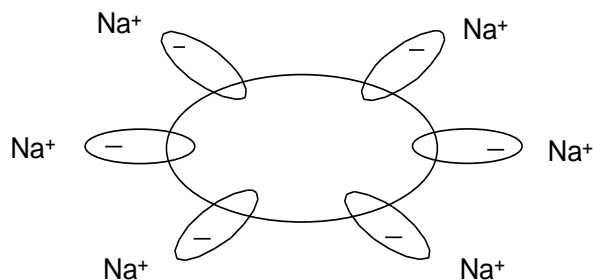


Тому мило є бактерицидним препаратом.

Мила є поверхнево-активними речовинами. При розчиненні у воді вони дисоціюють



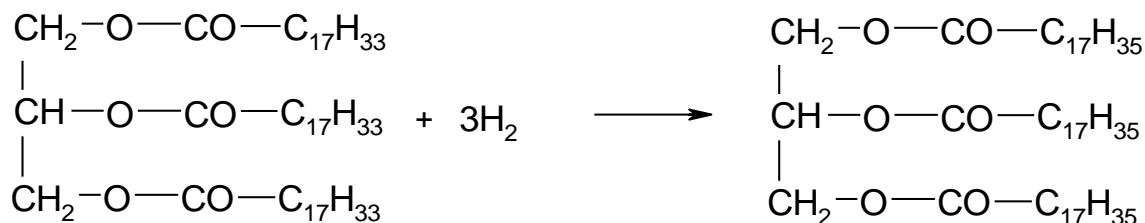
При цьому органічний аніон проникає в органічну частинку і робить її розчинною:



Таке явище використовується у флотаційних процесах для відмивання органічних решток і збагачення руд.

Мило не працює в твердій воді, бо солі вищих карбонових кислот Кальцію і Магнію не розчиняються у воді.

Гідрування проходить при пропусканні водню через нагрітий жир

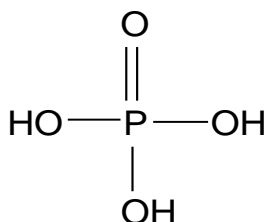


триолеїнат

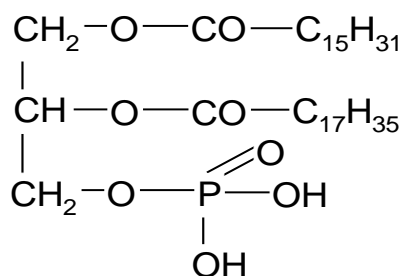
тристеарат

Таким чином, із рідких одержують тверді жири, які краще зберігаються.

Особливістю складних жирів є те, що один із залишків гліцерину з'єднуються з фосфатною кислотою і утворюється так званий фосфатид

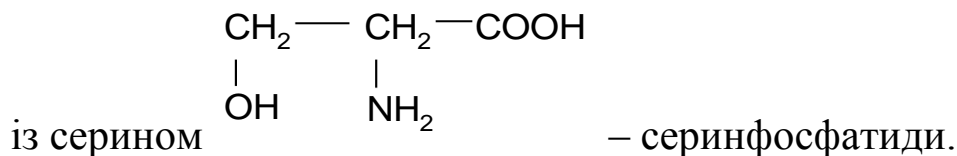
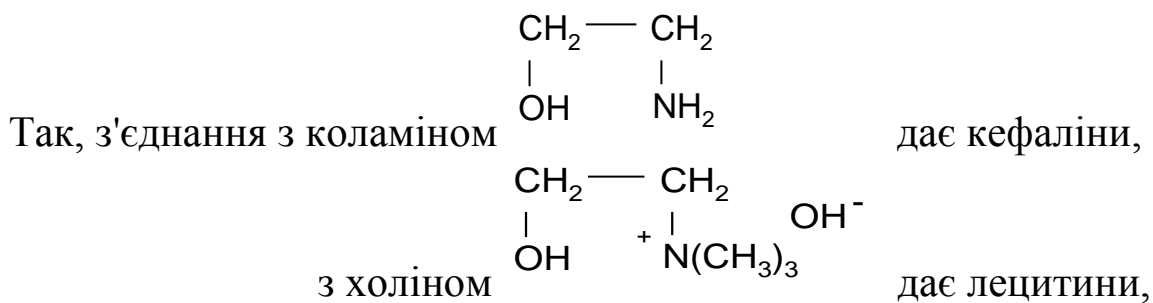


фосфатна кислота



фосфатид

Усі складні жири є фосфатидами, які за залишком фосфатної кислоти приєднують інші сполуки з гідроксильними групами.



Воски є естерами вищих спиртів (C_{16} - C_{36}) і вищих карбонових кислот. Так, із бджолиного воску виділений мірициловий естер пальмітинової кислоти $\text{C}_{31}\text{H}_{63}\text{O}-\text{CO}-\text{C}_{15}\text{H}_{31}$.

Воски поділяють на тваринні (бджолиний), викопні (китайський – великі поклади), і особливо різноманітні рослинні, які захищають рослини від надмірного випаровування.

Експериментальна частина

Дослід 1. Розчинність жирів у різних розчинниках

У п'ять пробірок поміщають по 1-2 краплі рослинної олії або іншого жиру. В першу пробірку додають 1 мл етилового спирту, у другу – 1 мл диетилового етеру, у третю – 1 мл бензину, у четверту – 1 мл води, в п'яту – 1 мл бензену. Зробити відповідні висновки.

Дослід 2. Екстрагування жиру із зернят

Змішують 2-3 зернини з піском, розтирають їх у ступці. Розтерті зернята поміщають у пробірку і доливають 5-6 мл бензину. Закривають пробірку корком із трубкою-холодильником і нагрівають на водяній бані протягом 10-15 хвилин. Одержаний розчин відфільтровують і спостерігають утворення жирної плями на папері після випаровування розчинника.

Питання для самостійної роботи

1. Розкрийте хімічну природу жирів.
2. Складіть рівняння реакції взаємодії 2-х молекул олеїнової та 1-ї молекули пальмітинової кислоти з гліцерином. Назвіть жир.
3. Запишіть рівняння кислотного гідролізу дипальмітиностеорату.
4. Запишіть рівняння одержання мила на прикладі тристеарату.
5. Запишіть формулу воску, що містить залишки спирту C_{16} і

пальмітинової кислоти.

6. Запишіть формулу лецитину.

7. Проведіть гідроліз кефаліну.

8. Запишіть рівняння реакції гідрогенізації диолеїнопальметату.

9. Запишіть рівняння лужного гідролізу лінолено-пальмітиностеорату.

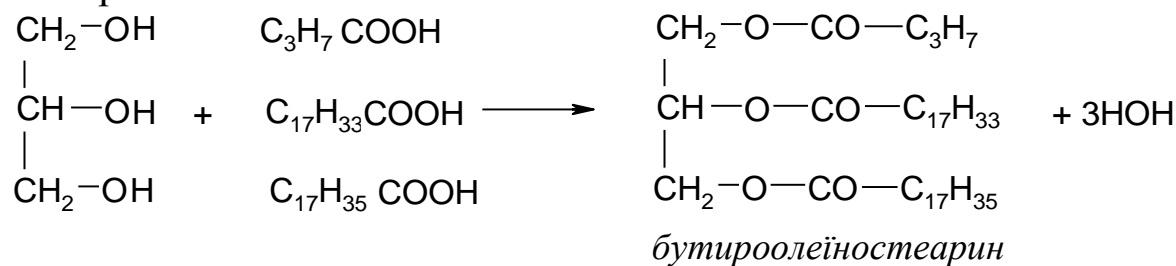
10. Внаслідок гідролізу жиру масою 44,33 г утворились гліцерин масою 5,06 г і насичена одноосновна карбонова кислота. Визначте формулу жиру.

Приклади задач

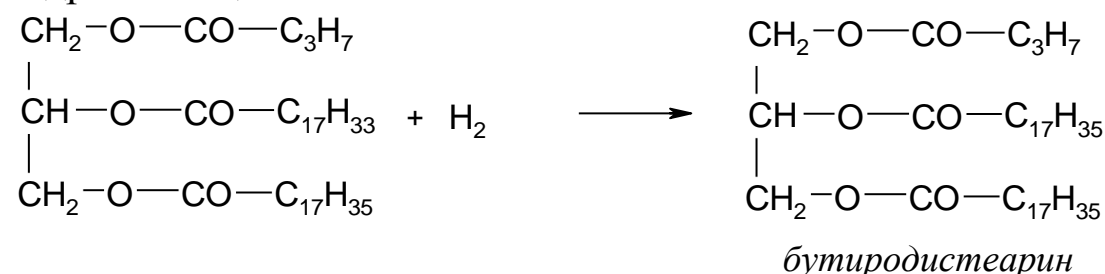
Задача №1 Напишіть реакцію утворення бутироолеїнстеарину і його гідрогенізацію.

Розв'язок:

Утворення:



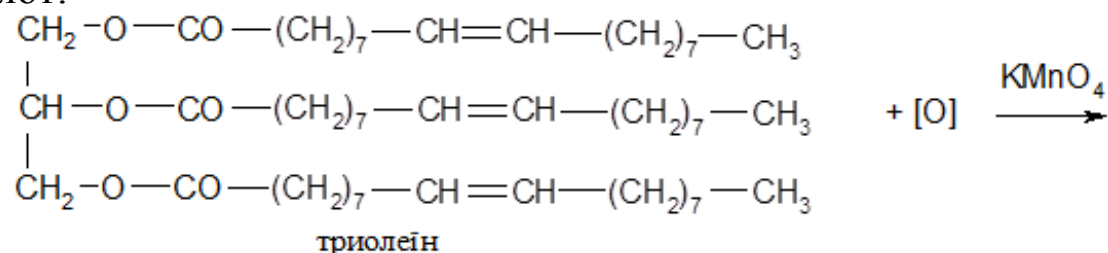
Гідрогенізація:



Задача №2 За якою схемою відбувається окиснення триолеїну?

Розв'язок:

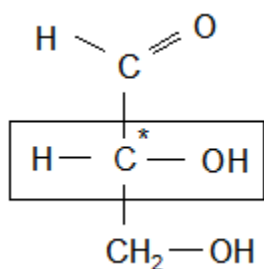
Реакція окиснення тріолеїну відбувається через стадію утворення пероксидних сполук з подальшим виділенням нижчих карбонових кислот:



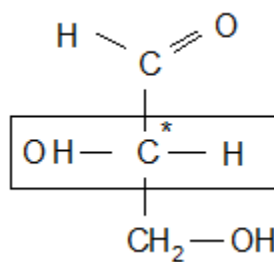
розщеплюватися при гідролізі на простіші речовини.

Найпростішим із моносахаридів є гліцериновий альдегід. Він містить один асиметричний атом Карбону (атом, що з'єднаний з чотирма різними радикалами), за рахунок чого володіє поворотною, або стереоізомерією, яка призводить до повороту поляризованого світла вправо або вліво при проходженні крізь його розчин.

Виходячи із розміщення в нижньому фрагменті гліцеринового альдегіду гідроксильної групи зліва чи справа всі інші моносахариди ділять на D, L- ряд:



D (+) -гліцериновий альдегід



L (-) -гліцериновий альдегід

оптичні антиподи, або стереоізомери

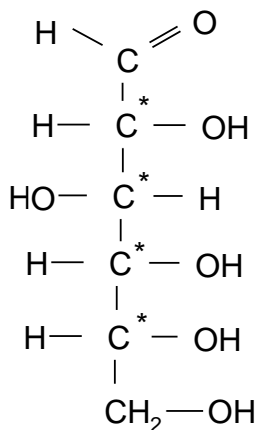
Значок «+» означає поворот світла вправо, значок «-» – поворот світла вліво.

Такі різновиди сполук називають оптичними антиподами, або херальними молекулами (херос (лат) – рука).

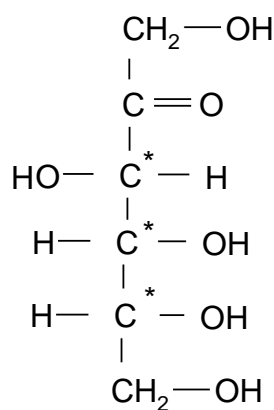
Із збільшенням числа асиметричних атомів карбону зростає і число стереоізомерів N, яке визначається за **формулою Фішера**:

$$N = 2^n \text{ де } n - \text{число асиметричних атомів Карбону.}$$

Так, для гексоз, із яких найбільш поширеними є глюкоза і фруктоза, число стереоізомерів виходить з того, що у глюкози є чотири асиметричних атоми Карбону і $N = 2^4 = 16$, а у фруктози три асиметричних атоми Карбону: $N = 2^3 = 8$



D (+) - глюкоза

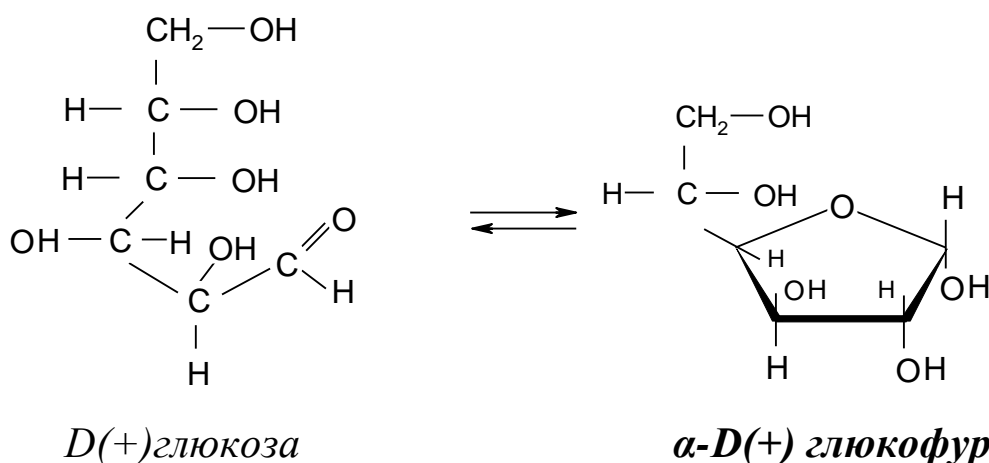


D (+) - фруктоза

проекційні формули Фішера

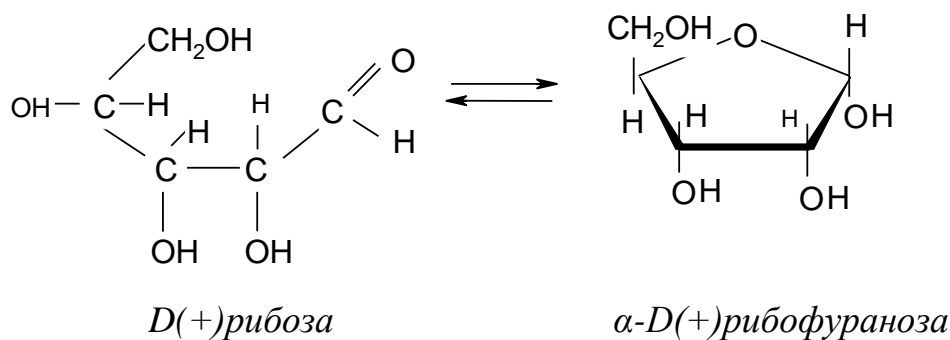
карбонільної групи. Найчастіше в глюкозі цим користується п'ятий атом Карбону, що спричиняє утворення шестичленного цикла з Оксигеном. Такий цикл за назвою шестичленного гетероциклу пірану називають піранозою. Тобто зображений вище цикл глюкози називають *глюкопіранозою*.

Іноді цикл може замикатися між четвертим і першим атомом Карбону. Утворений п'ятичлений цикл називають фуранозою, виходячи із назви п'ятичленного гетероциклу з Оксигеном – фурану:



Здатність існування циклічної та відкритої форми моносахаридів називають *таутомерією*.

Найчастіше фуранозний цикл утворюють фруктоза та рибоза.

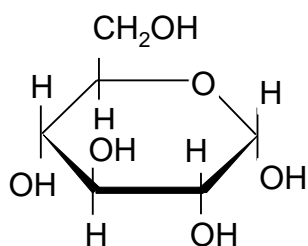


Утворений із карбонільної групи гідроксил є особливо активний і називається *напівацетальним* або *глікозидним гідроксидом*. Він обов'язково приймає участь в утворенні ди-, оліго- і полісахаридів.

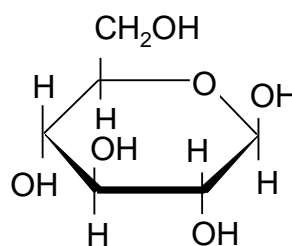
З іншого боку, перехід із відкритої (нециклічної) форми в циклічну проходить за рахунок зникнення карбонільної і появи нової гідроксильної групи і ще одного асиметричного атома Карбону. Тому в усіх циклічних формах число стереоізомерів подвоюється.

При цьому утворений *напівацетальний гідроксил* може

знаходиться праворуч – записується внизу, і має назву ***α-форми***, або ліворуч – записується вверху і називається ***β-формою***.



***α-D(+)* глюкопіраноза**



***β-D(+)* глюкопіраноза**

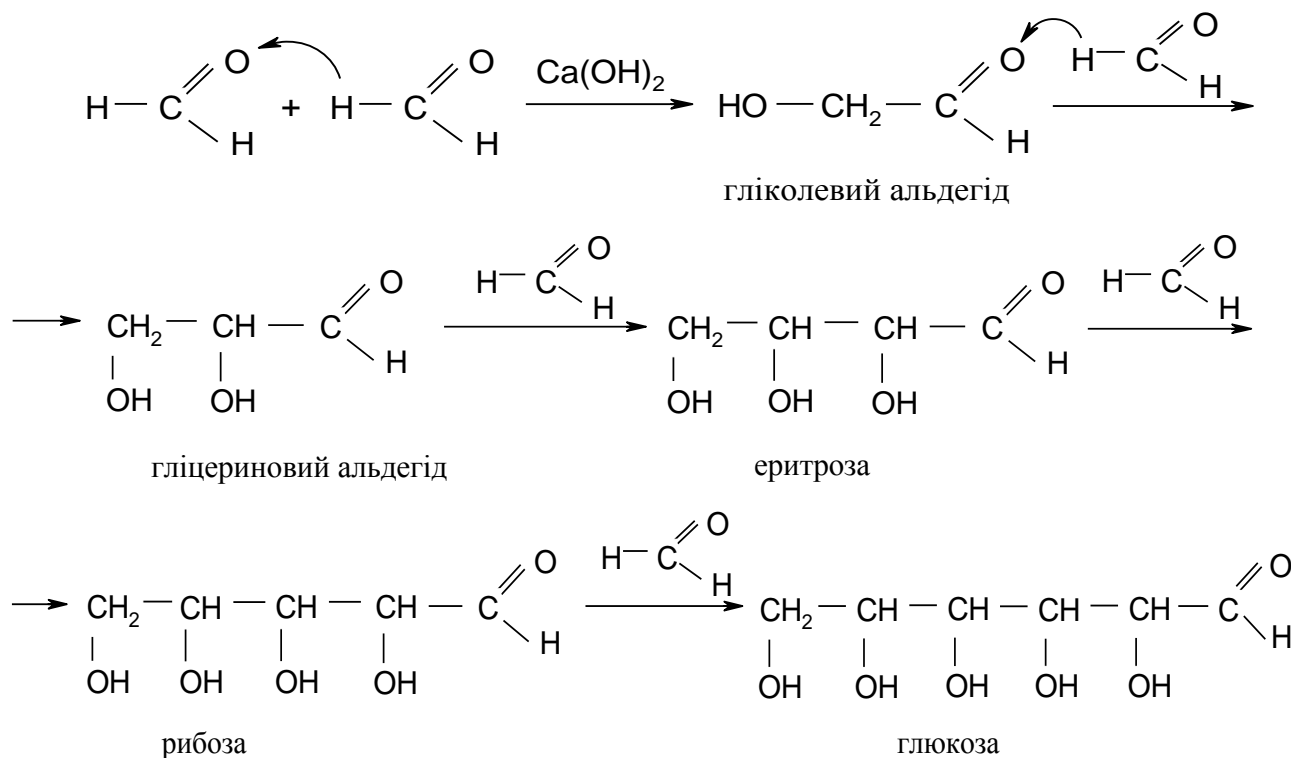
α- і β-форми є аномерами

Обидві речовини є ***аномерами*** і характерні практично для всіх моносахаридів.

Мутаротація – взаємне перетворення аномерних форм моносахаридів:



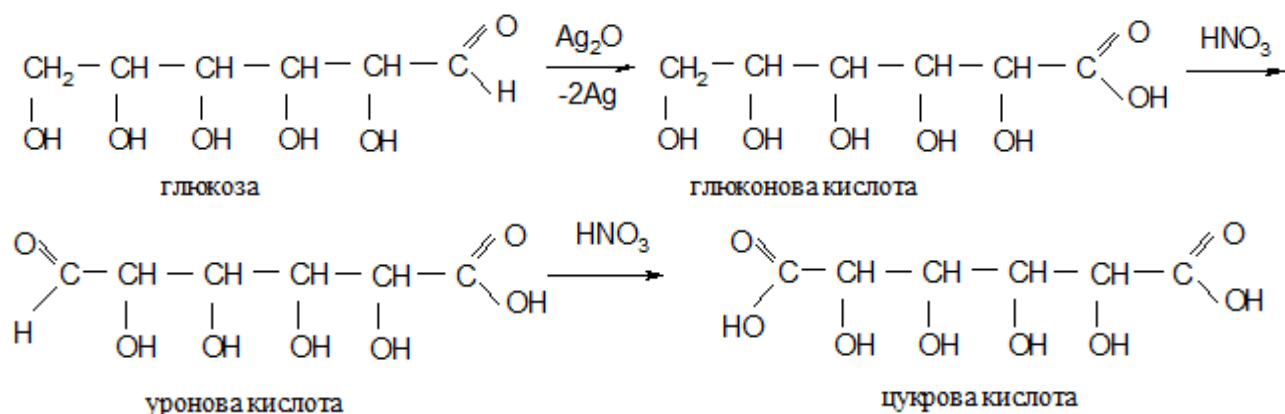
Найбільш вдалим **методом синтезу** альдоз є метод альдольної конденсації формальдегіду за Бутлеровим. При цьому формальдегід пропускають через вапняну воду і одержують різні моносахариди:



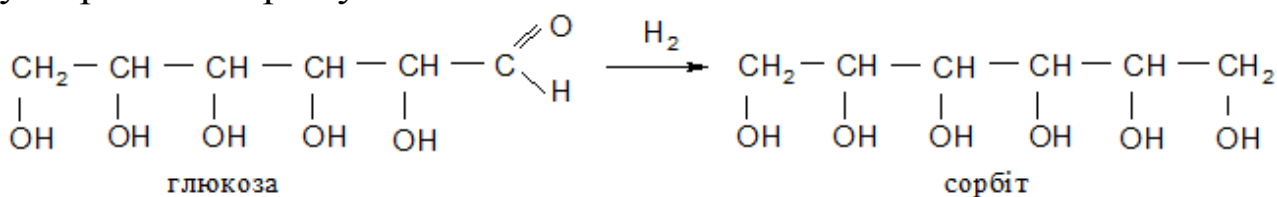
Хімічні властивості моносахаридів зумовлені наявністю в їх молекулах карбонільної і гідроксильної груп.

Реакції карбонільної групи

Реакції окиснення на першому етапі можуть відбуватись з допомогою простих окиснювачів, в якості яких можуть виступати навіть оксиди металів, а в наступних потрібно застосовувати сильні окисники, наприклад нітратну кислоту:



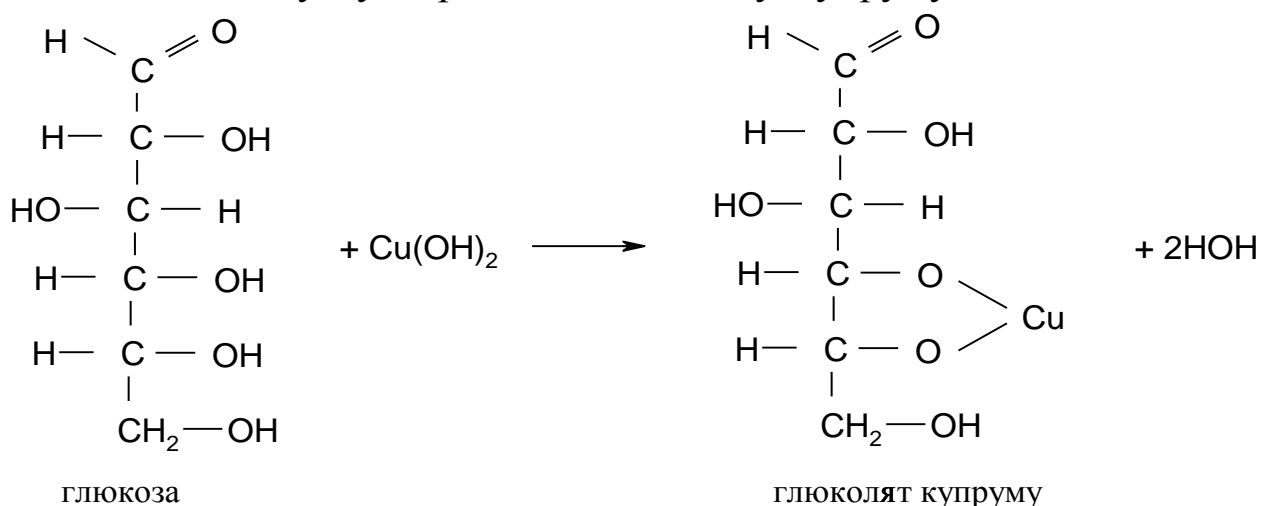
При дії водню відбувається відновлення моносахаридів із утворенням сорбіту:



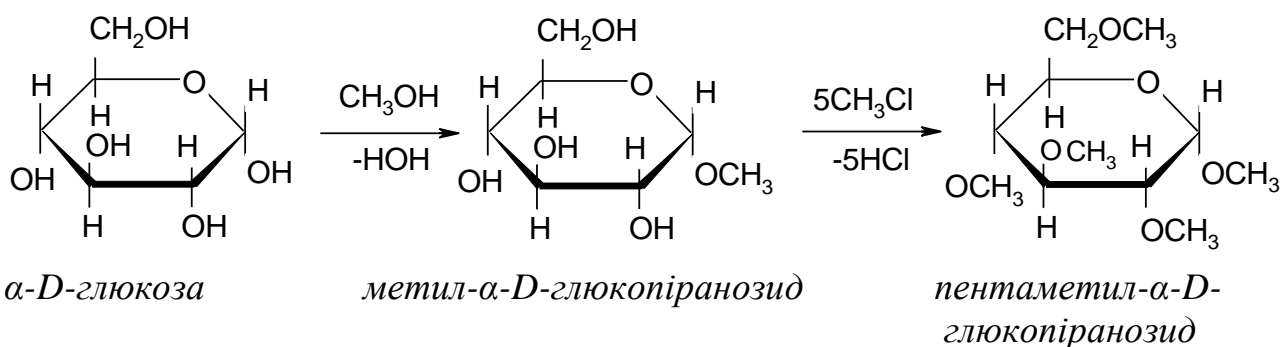
Такий же сорбіт утворюється і при відновленні фруктози.

Реакції гідроксильних груп

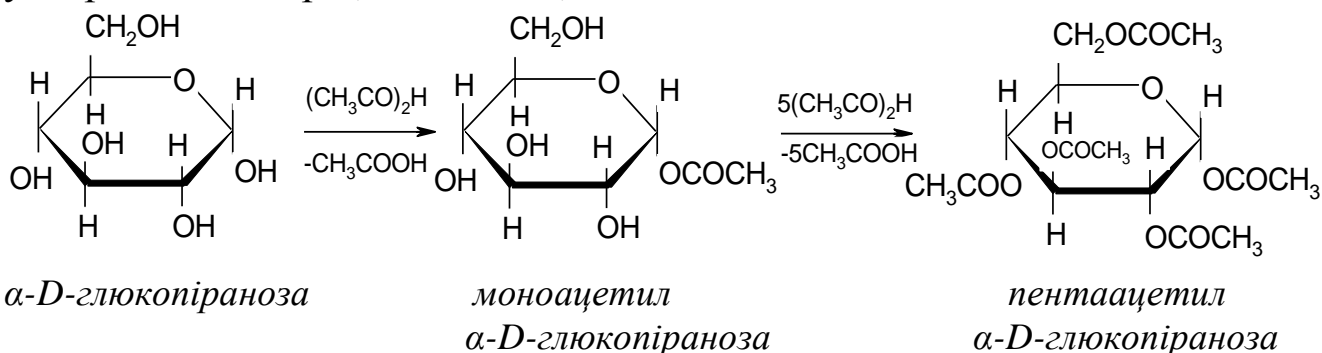
При взаємодії з гідроксидом Купруму (II) проходить розчинення блакитного осаду з утворенням глюконату Купруму.



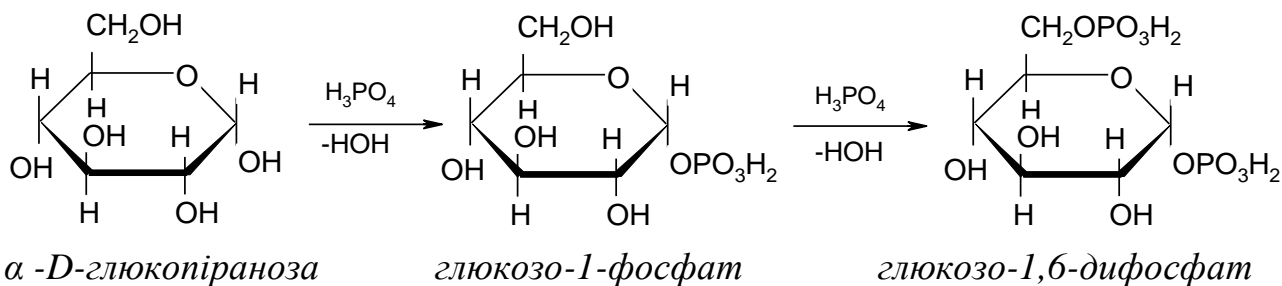
При взаємодії з спиртами або галогеналкілами проходить алкілювання і утворення часткових або повних етерів



Із оцтовим ангідридом проходить ацилювання циклічних форм з утворенням естерів, часткових, або повних:



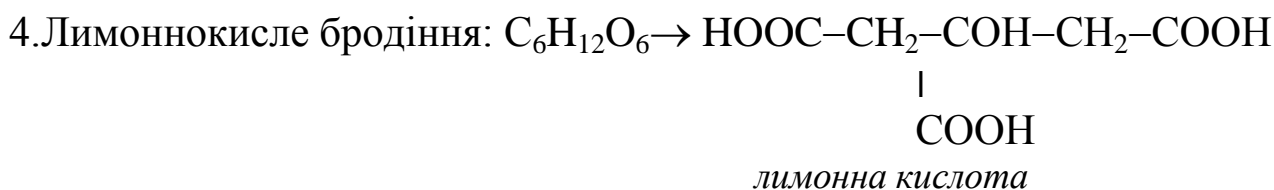
Із фосфатною кислотою аналогічно проходить фосфорилування з утворенням моно- і дифосфорних естерів (фосфатів), що мають особливе значення в реакціях обміну в живих клітинах організмів:



Бродіння моносахаридів

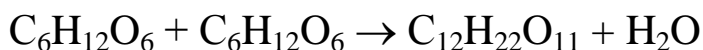
Для моносахаридів розрізняють чотири типи бродіння, що відбувається під впливом певних ферментів

1. Спиртове бродіння: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_2-CH_2OH + 2CO_2$
етанол
2. Молочнокисле бродіння: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3-CH(OH)-COOH$
молочна кислота
3. Маслянокисле бродіння: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3-CH_2-CH_2-COOH$
масляна кислота

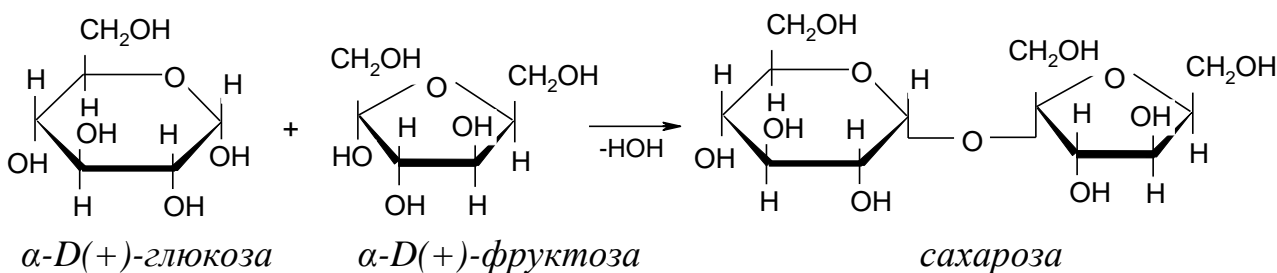
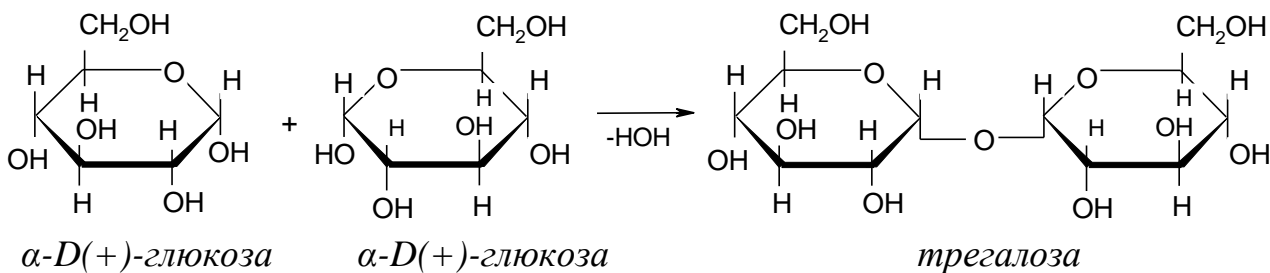


ДИСАХАРИДИ

Дисахариди утворюються із двох молекул моносахаридів за рахунок відщеплення води і з'єднання залишків етерним зв'язком. Для гексоз це можна зобразити рівнянням:

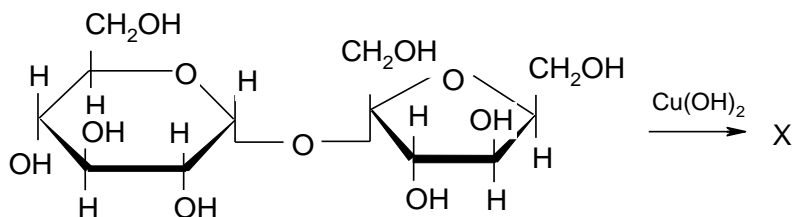


Тип утворених дисахаридів залежить від того, які моносахариди вступають у взаємодію і за рахунок яких гідроксилів проходить відщеплення води. *Якщо вода відщеплюється від напівацетальних або глікозидних гідроксилів (положення 1-1) двох молекул моносахаридів, то утворюються невідновлюючі дисахариди:*

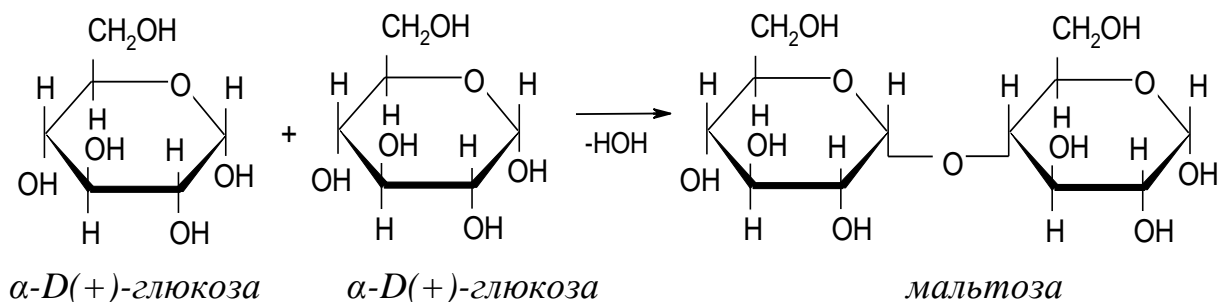


Невідновлюючі властивості виходять із того, що немає можливості переходу у відкриту карбонільну форму і вони не відновлюють метали з їх оксидів. *Утворений зв'язок має назву глікозид-глікозидного, інколи його називають трегалозним типом зв'язку.*

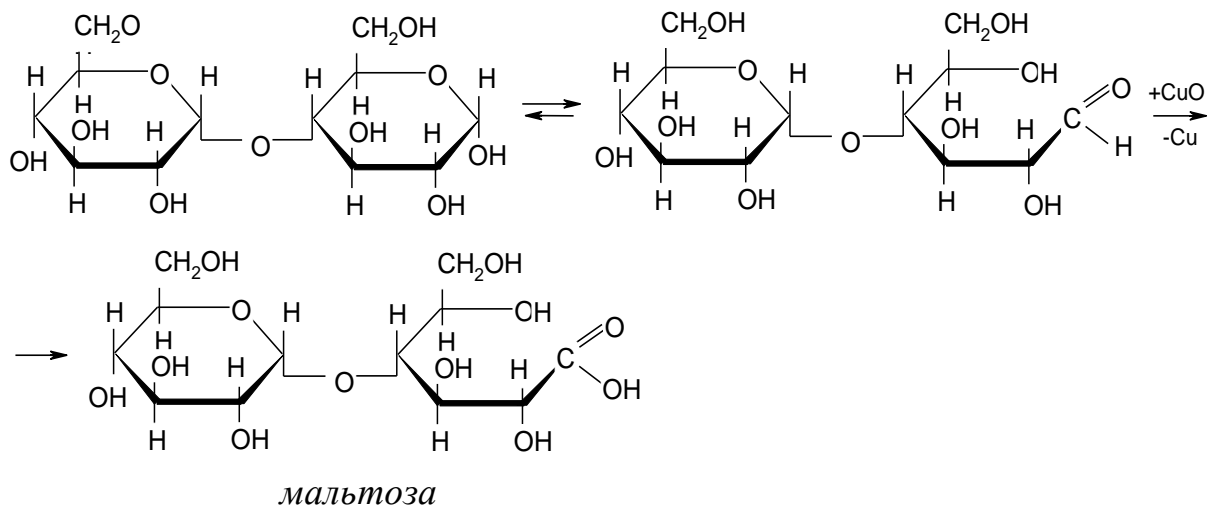
Сахароза за цих умов не дає реакцій на вільну альдегідну групу:



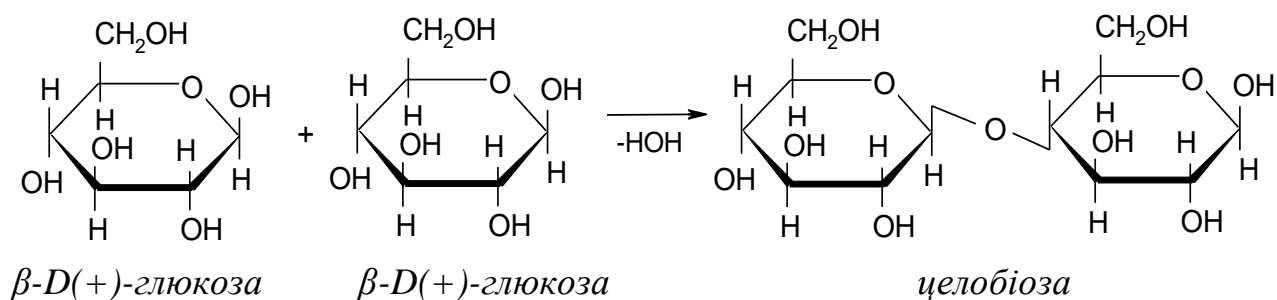
При відщепленні води від глікозидного і глікозного гідроксилів (положення 1-4), тобто, коли залишки моносахаридів з'єднуються глікозид-глікозним зв'язком, утворюються відновлюючі дисахариди:



Відновлюючі властивості мальтози пояснюються можливістю переходу у відкриту карбонільну форму і здатністю відновлювати метали з їх оксидів



β -D(+)-глюкоза у цих умовах дає целобіозу:



Наявність вільних глюкозидів в молекулах мальтози і целобіози надає їм можливість сполучатись іще з однією молекулою глюкози, утворюючи трисахариди, далі тетрасахариди аж до полісахаридів.

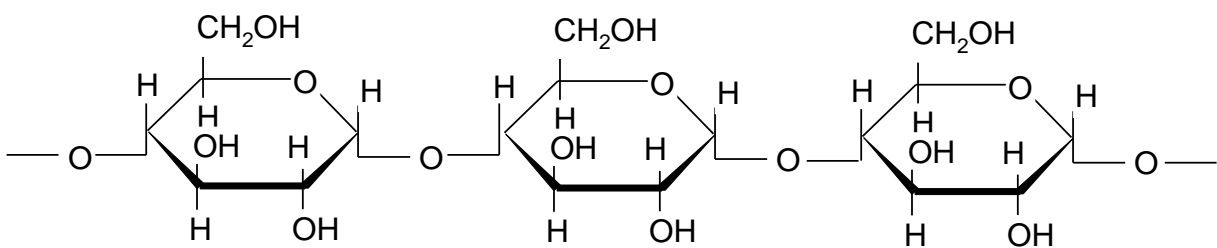
ПОЛІСАХАРИДИ

Термін „полісахариди” вже дає представлення про те, що йдеться про велику кількість моносахаридів (від сотень до десятків тисяч), з’єднаних в одну молекулу по прикладу дисахаридів за рахунок оксигенових мостиків.

По суті, молекули моносахаридів з’єднуються глікозид-глікозними зв’язками, які можна розглядати як поліглікозиди. В утворенні полісахаридів у природі беруть участь пентози і гексози.

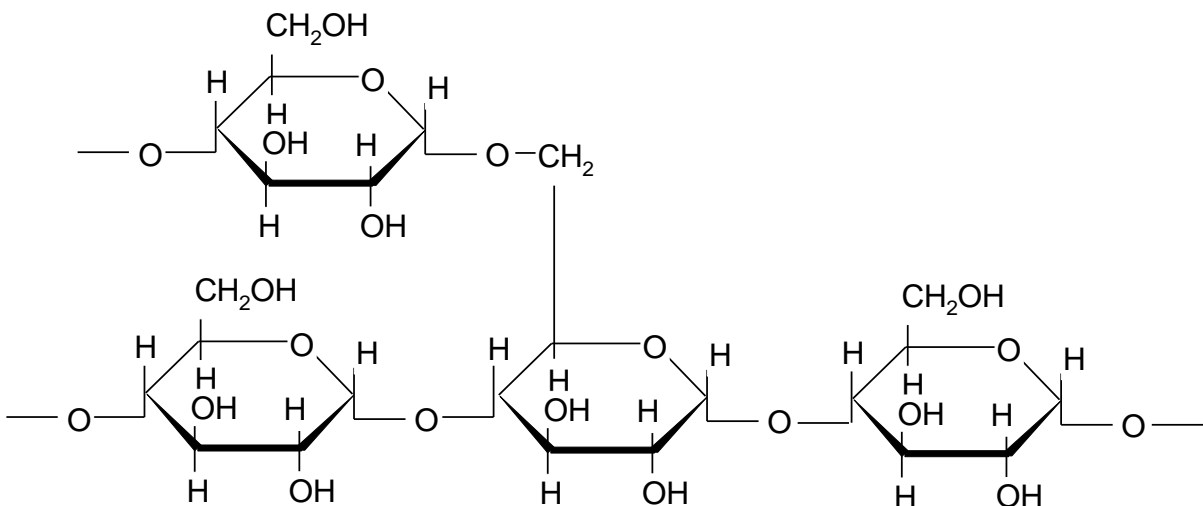
Крохмаль є головною запасною енергетичною речовиною рослин. Полісахариди крохмалю складаються із залишків α -D(+)-глюкози і за рахунок різної будови ланцюга, числом залишків моносахариду і кількості фосфатної кислоти діляться на амілозу (25-30% крохмалю) і амілопектин (70-75%).

Амілоза – це майже нерозгалужені ланцюги, що містять близько 200 залишків α -D(+)-глюкози з’єднані в положення 1,4 глікозид-глікозними зв’язками:



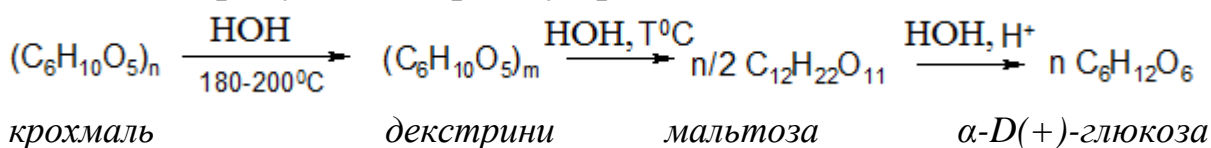
Амілоза містить близько 0,05% фосфатної кислоти, добре розчиняється в гарячій воді, з розчином йоду дає синє забарвлення, легко гідролізується ферментами і кислотами до мальтози і глюкози.

Амілопектин – це молекули з сильно розгалуженим ланцюгом, що містять від 4000 залишків α -D(+)-глюкози з’єднаних в положенні 1,4 і 1,6 глікозид-глікозними зв’язками.

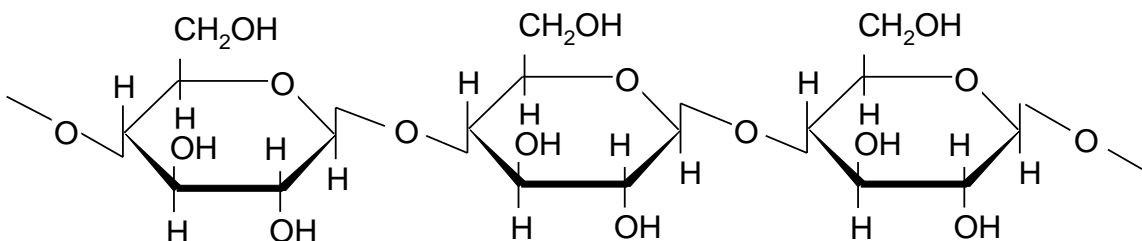


У тваринному і людському організмі глюкоза накопичується у вигляді глікогену, полісахариду, подібного до амілопектину, але з ще більш розгалуженими ланцюгами.

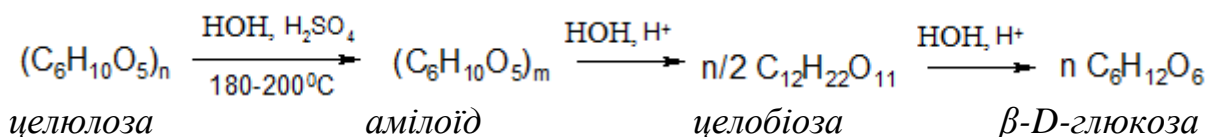
Кінцевим продуктом гідролізу крохмалю є α -D-глюкоза:



Целюлоза (клітковина) є матрицею, на якій в рослині розміщені клітини, тому рослини містять її більше, ніж 50%, бавовникове волокно на 95% складається з целюлози. Молекули целюлози складаються із залишків β -D-глюкози (6-12 тисяч) з'єднаних в положеннях 1,4 глікозид-глікозними зв'язками:

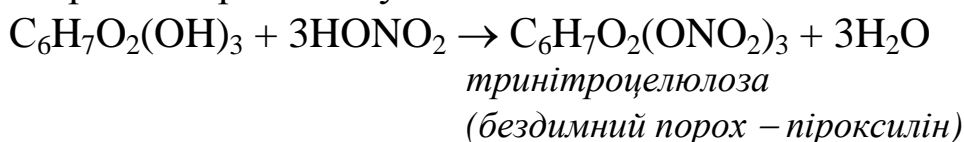


В цілому ланцюг целюлози має вигляд ниток, що спіралеподібно закручені один за одного і утримується в такому положенні за допомогою водневих зв'язків. Це забезпечує їй особливу механічну міцність. Целюлоза піддається гідролізу в розчинах концентрованих кислот:

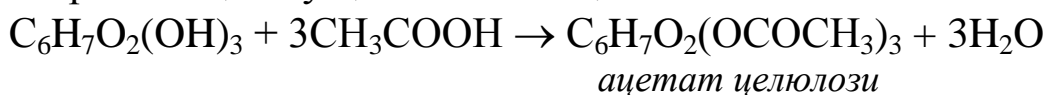


Важливими реакціями клітковини:

1) Утворення піроксиліну:



2) Утворення ацетату целюлози – ацетатного волокна



Експериментальна частина

Дослід 1. Якісна реакція на вуглеводи з α -нафтолом

Дослід одночасно проводять із декількома різними вуглеводами.

У пробірку поміщають 1 мл води і вносять в неї вуглеводи

(наприклад, декілька крупинок цукру або крохмалю). Струшують, потім у кожен пробірку додають по 1-2 краплі розчину α -нафтолу і, нахиливши пробірку, обережно приливають по стінках 1-2 мл сульфатної кислоти. На межі шарів вуглеводу і сульфатної кислоти з'являється фіолетове кільце. При відсутності вуглеводів фіолетового кільця не буде.

Дослід 2. Утворення срібного дзеркала

У пробірку наливають 1 мл свіжевиготовленого аміачного розчину аргентум оксиду і 1 мл 3% розчину глюкози. Суміш підігривають, внаслідок реакції оксид відновлюється до металічного срібла, яке осідає на стінках пробірки у вигляді дзеркала.

Дослід 3. Взаємодія глюкози з реактивом Фелінга

У пробірку наливають 2-3 мл реактива Фелінга, 1 мл 1% розчину глюкози і суміш нагрівають розчин змінює свій колір, утворюється червоний осад купрум оксиду.

Дослід 4. Окислення глюкози купрум (II) гідроксидом

У пробірку наливають 2 мл 3% розчину глюкози, 1 мл 20% розчину лугу і 5-10 крапель купрум (II) сульфату. Випадає осад купрум (II) гідроксиду, який розчиняється, утворюючи купрум сахарат синього кольору. Розчин обережно нагрівають, синій колір зникає, з'являється зелений, потім жовтий, а потім червоний осад купрум (I) оксиду.

Дослід 5. Дія реактива Фелінга на дисахариди

Беруть три пробірки: в одну наливають 2-3 мл 1% розчину сахарози, в другу - 1% розчину лактози, а в третю - 1% розчину мальтози і в кожен з них по 2 мл розчину Фелінга і нагрівають. Сахароза не змінює синього кольору. Це свідчить про відсутність в ній альдегідної групи. А у пробірках з лактозою і мальтозою випадає червоний осад купрум (I) оксиду.

Дослід 6. Інверсія сахарози

У пробірку наливають 2-3 мл 1% розчину сахарози і 8-10 крапель 10% розчину сульфатної кислоти і суміш кип'ятять протягом 5 хвилин. Після охолодження нейтралізують натрій гідроксидом до лужного середовища. Додають розчин Фелінга і знову нагрівають. Внаслідок інверсії сахарози утворюється глюкоза і фруктоза. Глюкоза відновлює реактив Фелінга.

Дослід 7. Одержання сахарату кальцію

В одну пробірку наливають 2-3 мл 30% розчину сахарози, в другу глюкози. В кожен пробірку додають по 2 мл розчину вапняної води. При кип'ятінні суміші випадає осад сахарату кальцію.

Дослід 8. Якісна реакція на крохмаль

У пробірку наливають 1-2 мл крохмального клейстеру і краплину розчину йоду. З'являється синє забарвлення. При нагріванні синє забарвлення зникає, тому що утворюється комплексна сполука полісахариду з йодом.

Дослід 9. Гідроліз крохмалю ферментами

В даному досліді використовують ферменти слини, до складу якої входить птіалін (амілаза).

У пробірку беруть 0,5 мл крохмального клейстеру і приливають краплину йоду, з'являється синє забарвлення.

В рот набирають 5-6 мл води, тримають 1-2 хвилини і переносять у пробірку.

Суміш перемішують, ставлять в стакан з теплою водою (30-40°). Синє забарвлення змінюється на фіолетове, червоно-буре, і потім зникає залежно від ступеня гідролізу крохмалю: крохмаль декстрин, мальтоза, глюкоза.

Декстрини забарвлюються йодом у фіолетовий і червоно-бурий колір, мальтоза і глюкоза не забарвлюється йодом. Присутність глюкози визначають реактивом Фелінга.

Дослід 10. Кислотний гідроліз клітковини

У пробірку беруть кусочок вати або фільтрувального паперу, додають концентрованої сульфатної кислоти і перемішують до повного розчинення. Пробірку занурюють у водяну баню на декілька хвилин до побуріння розчину. Після цього вміст пробірки охолоджують і переносять в стаканчик, приливають десятикратний об'єм води і 5-7 хвилин розчин нагрівають. Клітковина гідролізує за схемою: клітковина – амілоїд – целобіоза – глюкоза.

Дослід 11. Розчинення клітковини у реактиві Швейцера

У пробірку беруть кусочок вати і додають 3-4 мл реактиву Швейцера, перемішують вміст до повного розчинення вати. Утворюється колоїдний розчин, з якого виготовляють штучний мідно-аміачний шовк. Коли до розчину додати розведеної хлоридної кислоти, виділяється перетворена клітковина у вигляді осаду.

Дослід 12. Одержання штучного паперу

Смужку фільтрувального паперу занурюють на 20 секунд в розчин сульфатної кислоти (4 об'єми кислоти + 1 об'єм води). Після того папір прополіскують у воді, нейтралізують розведеним розчином аміаку і висушують; утворюється пергамент. Клітковина на поверхні паперу гідролізує до амілоїду, який і склеює паперові волокна.

Питання для самостійної роботи

1. Запишіть проєкційні формули D- і L-галактози.
2. Запишіть формулу α і β -рибози.
3. Запишіть схеми одержання відновлюючого і невідновлюючого дисахариду із манози.
4. Запишіть рівняння окиснення D-глюкози, назвіть сполуки.
5. Запишіть рівняння відновлення D-галактози, назвіть сполуки.
6. Запишіть взаємодію α -D (+) галактопіранози з надлишком хлороцтової кислоти.
7. Написати рівняння реакцій, що підтверджують відновлюючі властивості мальтози.
8. Записати взаємодію D-глюкози з нітратною кислотою.
9. Записати схему одержання дисахариду 1,1- α -D-глюкофуранозил- α -D-глюкопіранозиду.
10. Запропонуйте схему одержання глюконату калію із крохмалю.
11. Запишіть рівняння реакцій перетворення крохмалю в клітковину при проростанні зерна.
12. Написати формули оптичних антиподів пентози.
13. Записати схему інверсії сахарози.
14. Як одержати глюкозу із целюлози і крохмалю?
15. Написати взаємодію D-галактози з надлишком оцтового ангідриду.

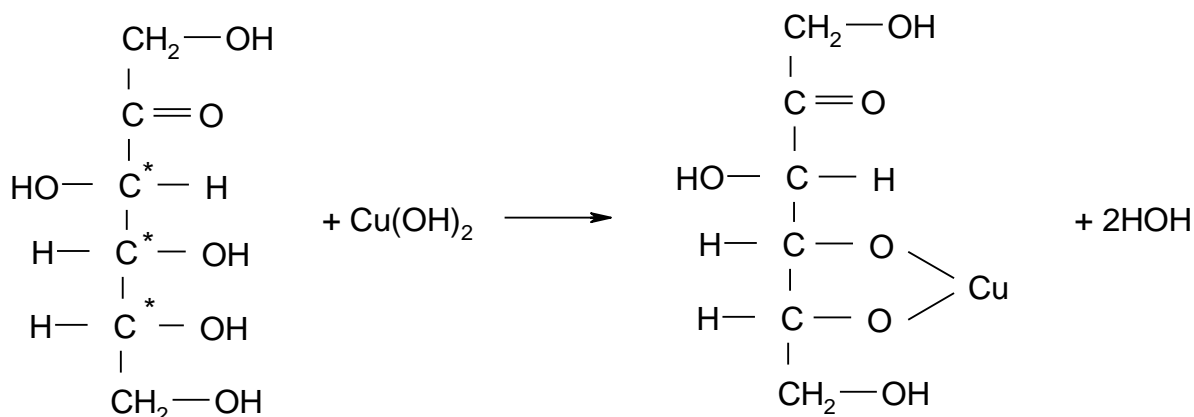
Приклади задач

Задача №1 Охарактеризуйте властивості фруктози як кетоспирту. Наведіть приклади реакцій.

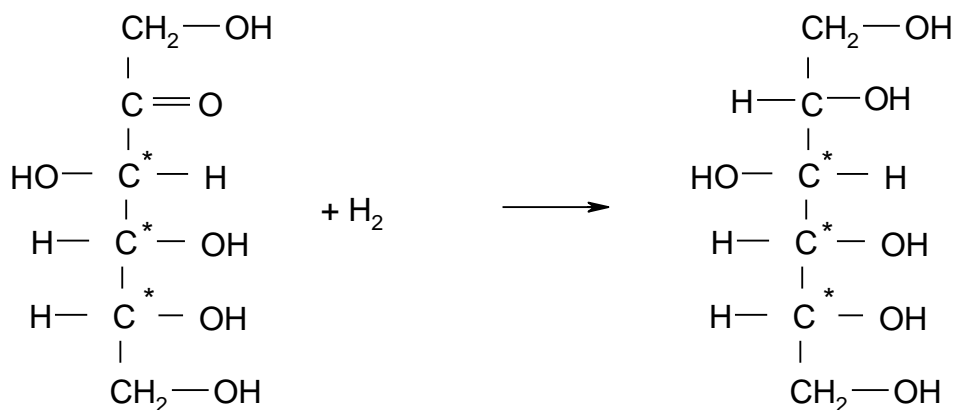
Розв'язок:

Фруктозі пратаманні властивості багатоатомного спирту і кетону:

1) Багатоатомні спирти утворюють комплексну сполуку синього кольору з гідроксидом міді



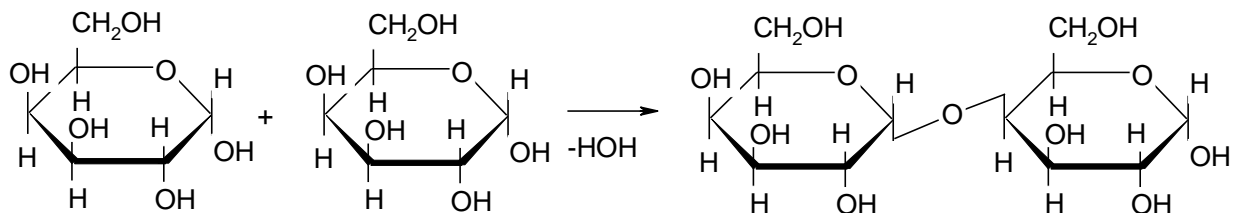
2) Кетони вступають в реакції приєднання за місцем карбонільної групи:



Задача № Яка будова дисахариду, утвореного із двох залишків галактози за допомогою β (1 → 4) - глікозидного зв'язку?

Розв'язок:

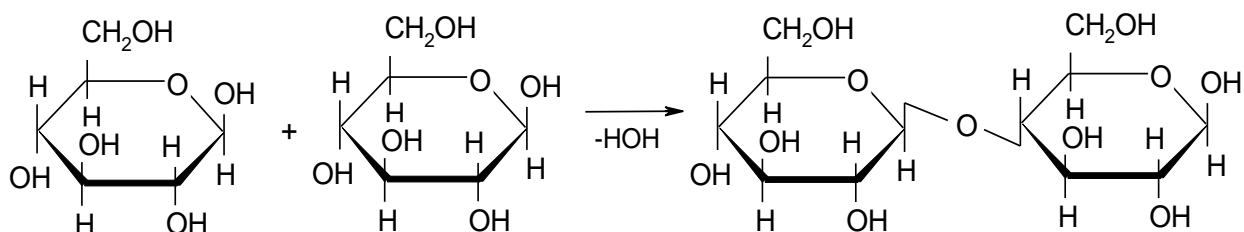
При одержанні біози зі зв'язками (1-4) утворюється відновлюючий дисахарид 4 - β - D- галактопіранозидо-галактоза



Задача №3 Із двох молекул D-маннопіранози отримайте біози зі зв'язками (1-4) та (1-1). Назвіть їх, доведіть за допомогою хімічних реакцій приналежність до відновлюючих або невідновлюючих вуглеводів.

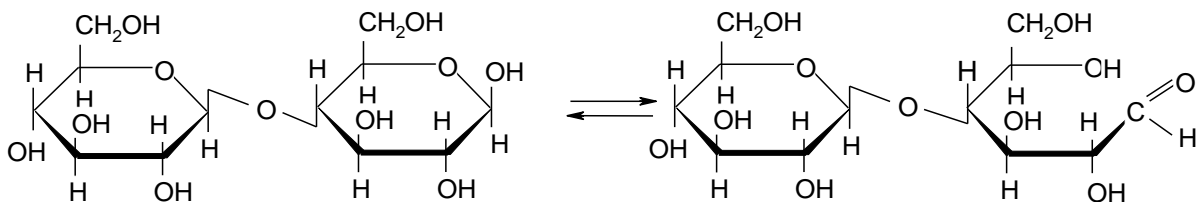
Розв'язок:

1. При одержанні біози зі зв'язками (1-4) утворюється відновлюючий дисахарид 4 - β - D-маннопіранозидо-манноза:

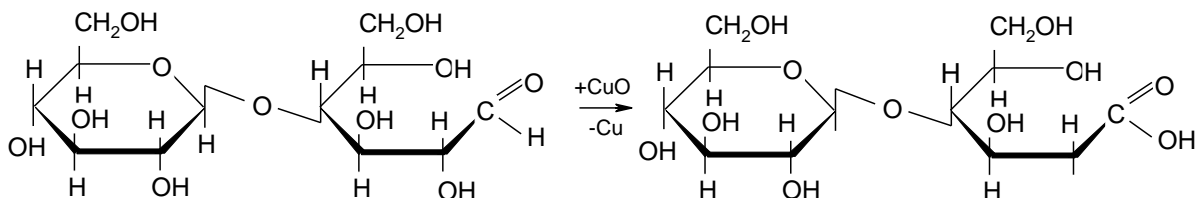


4 - β - D-маннопіранозидо-манноза

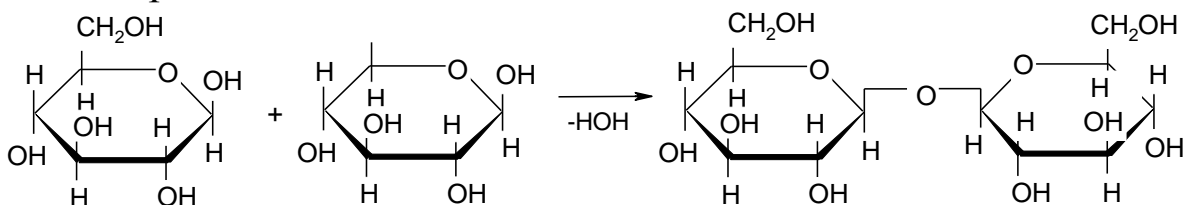
який легко переходить у відкриту карбонільну форму:



і дає реакції характерні для альдегідів:



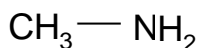
2. При одержанні біози зі зв'язками (1-1) утворюється невідновлюючий дисахарид 1 - β - D-маннопіранозидо- β - D-маннопіранозид:



1 - β - D-маннопіранозидо- β - D-маннопіранозид

АМІНИ

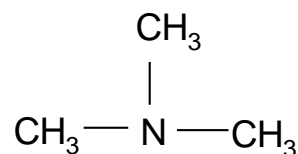
Амінами називають похідні аміаку, в яких атоми Гідрогену заміщені вуглеводневими радикалами. В залежності від кількості заміщених Гідрогенів розрізняють первинні, вторинні, третинні аміни і четвертинні амонійні солі



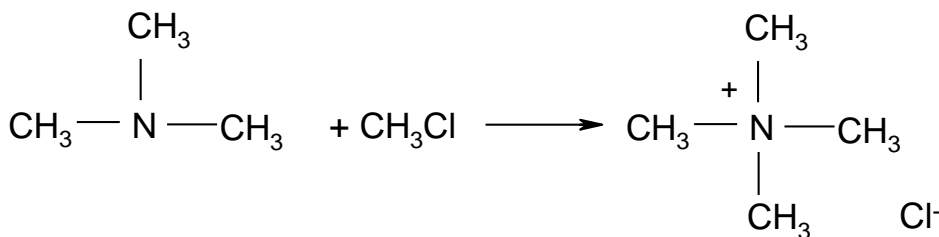
первинний амін
метиламін
амінометан



вторинний амін
диметиламін
метиламінометан



третинний амін
триметиламін
диметиламінометан

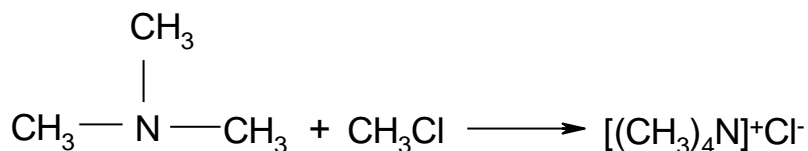
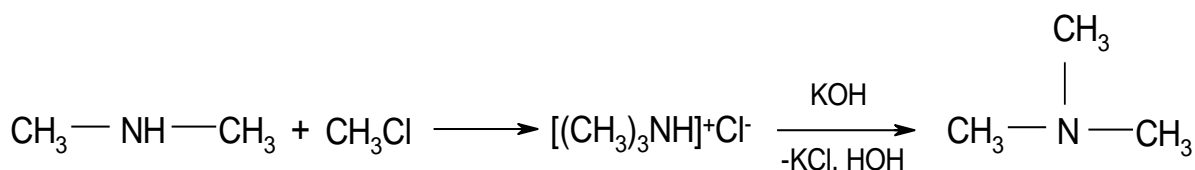
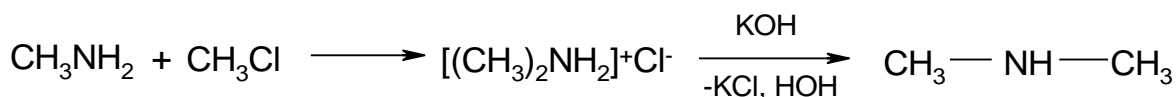
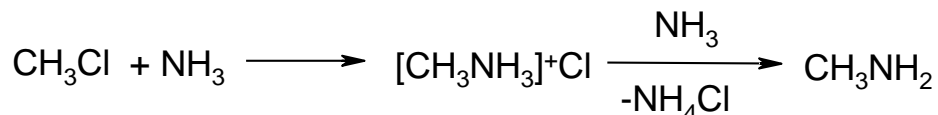


хлорид тетраметиламонію

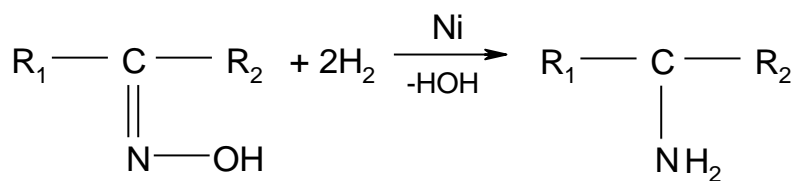
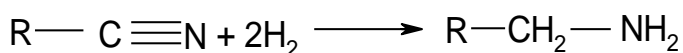
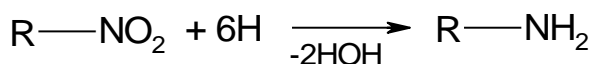
Групу $-\text{NH}_2$ називають *аміногрупою*, групу $-\text{NH}-$ *іміногрупою*.

Методи одержання

1. Різні типи амінів найчастіше отримують за реакцією Гофмана, яка полягає в нагріванні спиртового розчину аміаку або амінів з алкілгалогенідами



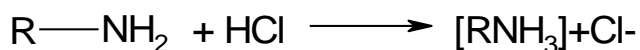
2. Одержуються аміни при відновленні нітрогенвмісних сполук атомарним воднем у момент утворення або молекулярним у присутності каталізаторів:



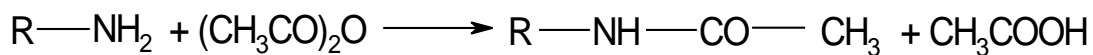
ОКСИМИ

Хімічні властивості

1. За хімічними властивостями аміни, маючи основний характер здатні взаємодіяти з кислотами і алкілгалогенідами утворюючи четвертинні амонійні солі

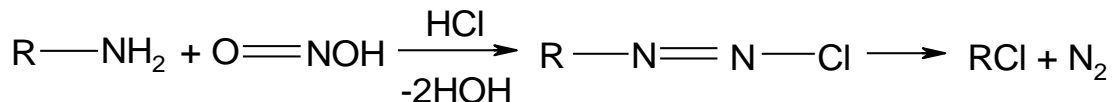


2. При дії на первинні чи вторинні аміни галоген ангідридів або ангідридів кислот проходить ацилювання з утворенням заміщених амідів кислот

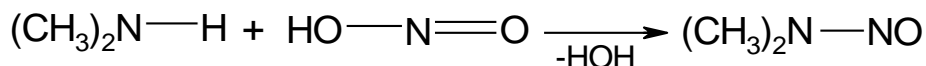


3. Дія нітритної кислоти на аміни є **якісною реакцією**, що дозволяють розрізняти первинні, вторинні чи третинні аміни.

а) *первинні аміни* утворюють галогенпохідні:



б) *вторинні аміни* утворюють нітрозосполуки зеленого кольору:



N-нітрозодиметиламін

в) *третинні аміни* з нітратною кислотою не взаємодіють.

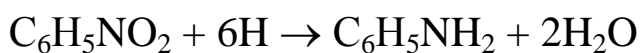
Особливу роль у біологічних процесах відіграють **діаміни**, які можуть бути отримані в реакціях, подібно до моноамінів.

Однак, діаміни володіють сильно вираженими основними властивостями: із двома еквівалентами кислоти чи галогенпохідного утворюють стійкі подвійні четвертинні солі.

Деякі з діамінів, такі, як тетраметилдіамін $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$ (путресцин) та пентаметилендіамін $H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$ (кодаверін), були відкриті у продуктах розкладу білкових тіл, очевидно, в результаті декарбоксилування діамінокислот, і названі птомаїнами (грец. птома – труп), вважаються трупними отрутами. Ці діаміни утворюються в результаті життєдіяльності мікроорганізмів, таких як збудників правця і холери, інших грибкових утворень, а тому зустрічаються на сирах, пивних дріжджах, є в мухоморі та ін.

При конденсації гексаметилендіаміну $H_2N-CH_2-(CH_2)_4-CH_2-NH_2$ із адипіновою кислотою $HOOC-CH_2-(CH_2)_4-CH_2-COOH$ одержано цінне волокно анід (нейлон), що є основою поліамідних волокон, які володіють підвищеною міцністю і використовуються як корд до автопокришок, ниток до риболовних сіток та тканин для фільтрації.

Особливе значення у промисловості мають ароматичні аміни і перш за все, найпростіший із них **феніламін (або анілін $C_6H_5NH_2$)**, який став родоначальником анілінобарвникової промисловості (95% таких барвників використовуються для фарбування натуральних тканин). Основними методами його одержання є реакція Зініна, яка полягає у відновленні нітробензолу атомарним воднем в момент утворення:



На відміну від аліфатичних, ароматичні аміни мають менш виражені основні властивості, але за можливостями взаємодії відрізняються мало.

Питання для самостійної роботи

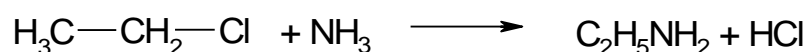
1. Записати формули диетил і триетиламінів.
2. Напишіть продукт, який одержимо при відновленні 2-нітробутану.
3. За реакцією Гофмана одержати етилпропіламін.
4. Як із бензену одержати 2,4,6-триброманілін.
5. З якого кетону і як отримати ізопропіламін?
6. Запропонуйте схему перетворення 1-хлорбутину на 2-амінобутан.
7. Провести взаємодію 3-амінопентану з нітратною кислотою.
8. Проведіть взаємодію дипропіламіну з нітратною кислотою
9. Провести ацилювання аніліну.
- 10 Запропонуйте схему перетворення ацетилену на пропіламін.

Приклади задач

Задача №1 Напишіть схеми реакцій утворення етиламіну з а) етилхлориду, б) метилброміду, в) аміду пропанової кислоти.

Розв'язок:

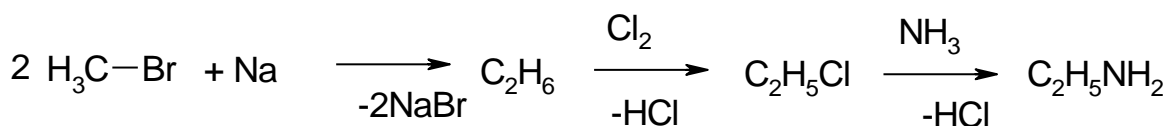
а)



етилхлорид

етиламін

б)



метилбромід

етан

етилхлорид

етиламін

в)

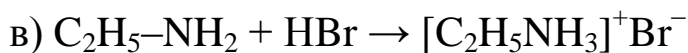
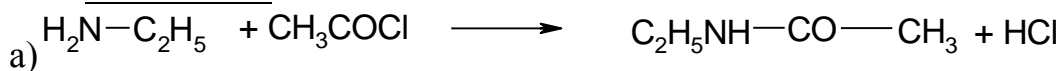


амід пропанової к-ти

етиламін

Задача №2 Напишіть реакції етиламіну з а) хлорангідридом оцтової кислоти; б) ангідридом пропанової кислоти; в) HBr; г) C₂H₅Br.

Розв'язок:



Задача №3 Для аміну C₂H₅-NH-C₂H₅ вкажіть всі можливі ізомери.

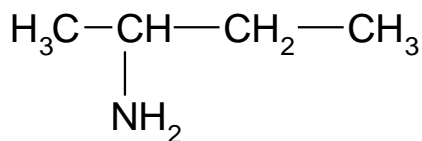
Розв'язок:

1. C₂H₅-NH-C₂H₅ диетиламін

бутиламін



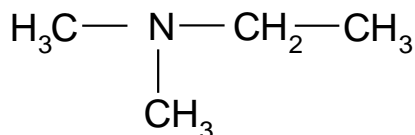
вторбутиламін



метилпропіламін



диметилетиламін



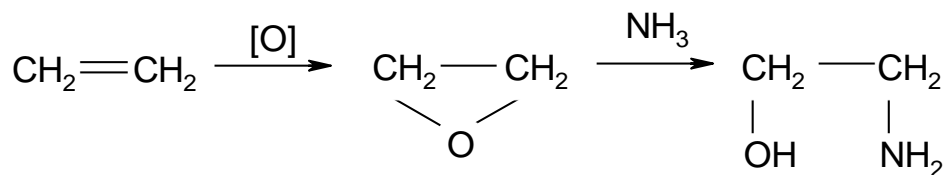
АМІНОСПИРТИ

Аміноспирти – це сполуки, що містять в молекулах одночасно аміно- і оксигрупи.

Добре вивченими і такими, що мають біологічне значення, є етаноламін HO-CH₂-CH₂-NH₂, названий коламіном і гідроксид триметилетаноламонію, або холін [HO-CH₂-CH₂-N⁺(CH₃)₃]OH. Холін входить до складу складних жирів лецитинів, а коламін до кефалінів. При ацилюванні холіну оцтовим ангідридом утворюється ацетилхолін, який в організмах відіграє роль посередника в передачі нервових імпульсів від рецепторів до м'язів.

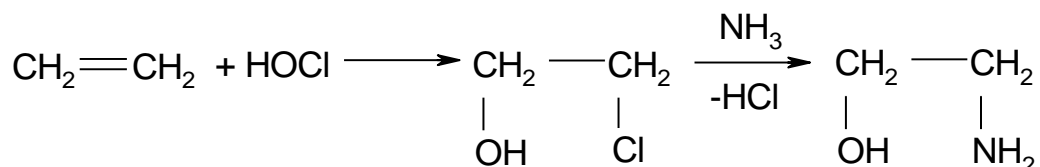
Одержують аміноспирти із етиленових вуглеводнів при їх

окисленні в присутності аміаку:



окис етилену

або дією хлорнуватистої кислоти з наступним амінуванням за Гофманом:



За властивостями аміноспирти нагадують аміни та спирти.

Експериментальна частина

Дослід 1. Гідроліз сечовини у присутності лугів.

У пробірку наливають 2–3 мл водного розчину сечовини і такий самий об'єм баритової води. Утворюється білий осад барій карбонату і виділяється аміак, який можна виявити синім лакмусовим папірцем. Напишіть рівняння реакції.

Дослід 2. Утворення біурету.

У пробірці обережно нагрівають близько 1 г сечовини, яка плавиться виділяючи аміак і утворюючи біурет. Щоб відкрити біурет, пробірку охолоджують, сплав розчиняють у воді, додають 1 мл 10% лугу і 3-5 краплин купрум (II) сульфату. Суміш збовтують, появляється червоно-фіалкове забарвлення наслідок утворення внутрішньої комплексної солі. Написати рівняння реакції.

Дослід 3. Дія нітратної і оксалатної кислот на сечовину.

Беруть дві пробірки і наливають в кожную з них концентрованого розчину сечовини:

а) в одну з них наливають нітратної кислоти, утворюється малорозчинна сіль білого кольору – нітратсечовина;

б) в другу пробірку наливають насиченого розчину оксалатної кислоти, при цьому можуть утворюватись кислі уреїди і середні циклічні. Написати відповідні рівняння реакції.

Дослід 4. Дія нітритної кислоти (реакція кількісного визначення сечовини).

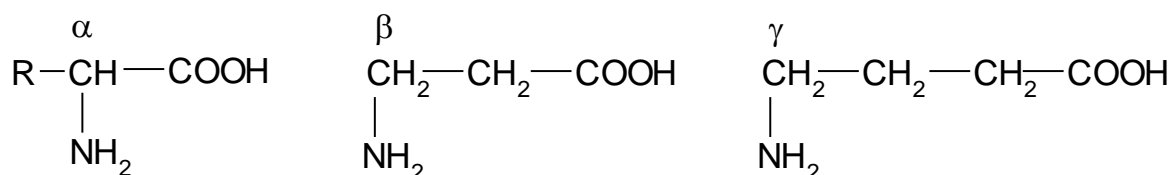
У пробірку наливають 2–3 мл 3% розчину сечовини. 2–3 мл розчину нітриту натрію і 1 мл 10% сульфатної кислоти. Суміш

нагрівають. Виділяється азот і вуглекислий газ. За кількістю виділеного азоту визначають кількість сечовини. Написати рівняння реакцій.

АМІНОКИСЛОТИ

Амінокислотами називають сполуки, які в одній молекулі містять одночасно аміно і карбоксильні групи.

Залежно від розміщення аміногрупи по відношенню до карбоксильної групи розрізняють α , β , γ і т.і. амінокислоти.

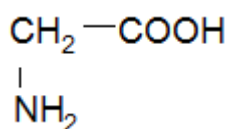


Залежно від кількості аміногруп та карбоксильних груп, наявності інших функціональних груп вони діляться на одноосновні та двоосновні моноамінокислоти, одноосновні діамінокислоти, оксита сульфурвмісні амінокислоти, ароматичні, гетероциклічні та ін.

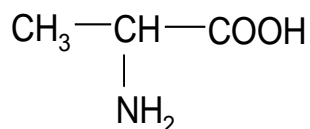
Із α -амінокислот побудовані молекули білків, тому з них амінокислоти можуть бути виділені у чистому вигляді.

Амінокислоти виробляються переважно організмами рослин. Деякі із них можуть утворюватись і в організмах тварин із кислот чи амінокислот, що поступають з кормами, тобто вони є **замінними амінокислотами**. Інші, що не можуть утворюватись в організмах тварин і повинні поступати в готовому вигляді із продуктів харчування, називають **незамінними**.

Найчастіше використовують специфічні, тривіальні назви амінокислот, особливо в біохімічних процесах. Наприклад:



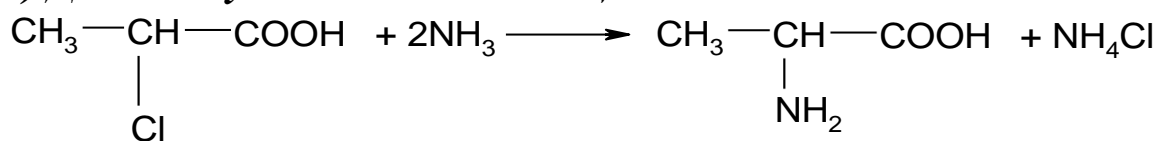
гліцин, тривіальна назва – амінооцтова кислота, а за систематичною номенклатурою – аміноетанова кислота



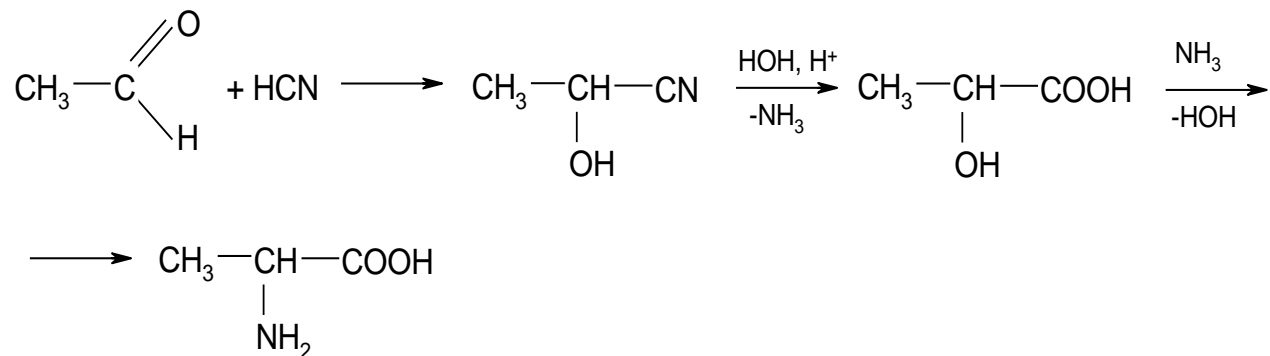
аланін, тривіальна назва – α -амінопропіонова кислота, за систематичною номенклатурою 2-амінопропанова кислота тощо.

Методи добування α -амінокислот

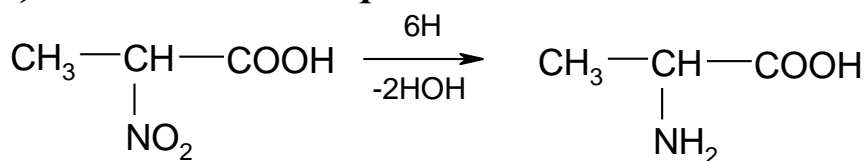
1) Дія аміаку на α -галогензаміщені кислоти



2) Ціангідринний метод

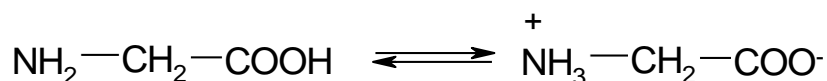


3) Відновлення нітрогенвмісних кислот

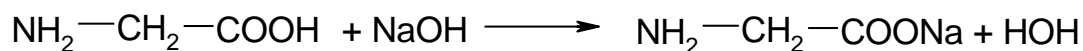


Хімічні властивості

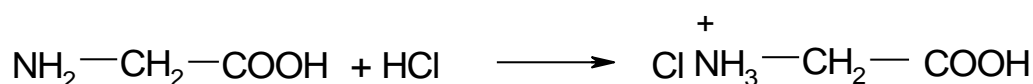
1. При дисоціації у водних розчинах амінокислоти поведуть себе як біполярні іони:



2. Наявність у молекулах амінокислот одночасно основних аміногруп і кислих карбоксильних надає їм **амфотерних властивостей**, що підтверджується взаємодією з кислотами і основами

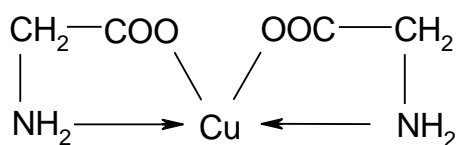


натрієва сіль гліцину



хлоргідрат гліцину

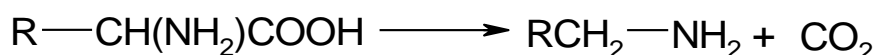
3. Крім звичайних солей амінокислоти утворюють внутрішньокмплексні солі



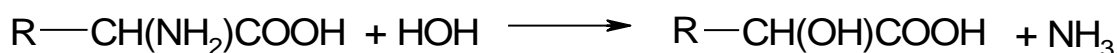
Зв'язок N→Cu утворений за донорно-акцепторним механізмом.

4. За карбоксильною та аміногрупою характерні й інші реакції, які дають кислоти і аміни. Крім того є і реакції, характерні саме для α-амінокислот, що відбуваються безпосередньо в організмах під впливом специфічних ферментів:

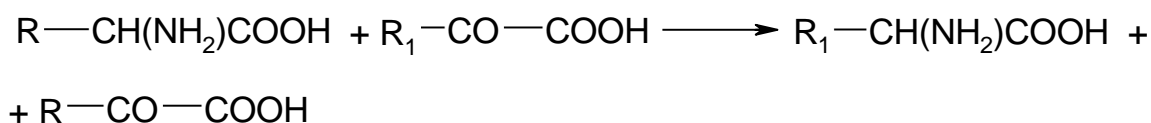
а) Декарбоксилування амінокислот приводить до утворення амінів, що часто проходить при гнитті білків



б) Дезамінування дає оксигеновмісні кислоти:

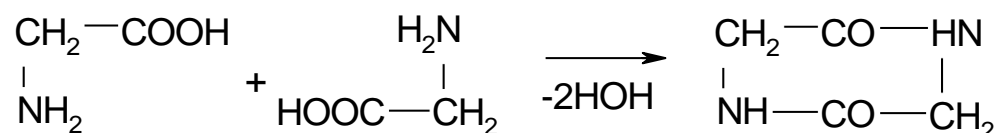


в) Реакції переамінування дають можливості утворювати нові амінокислоти із інших кислот

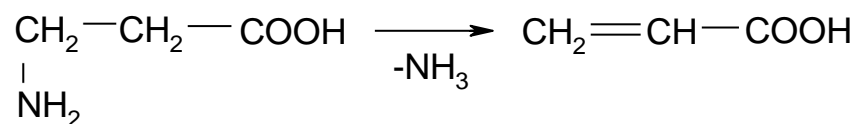


5. Відношення амінокислот до нагрівання:

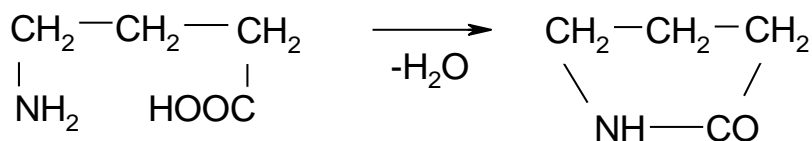
α-амінокислоти утворюють дикетопіперазини



β-амінокислоти утворюють α,β-ненасичені кислоти

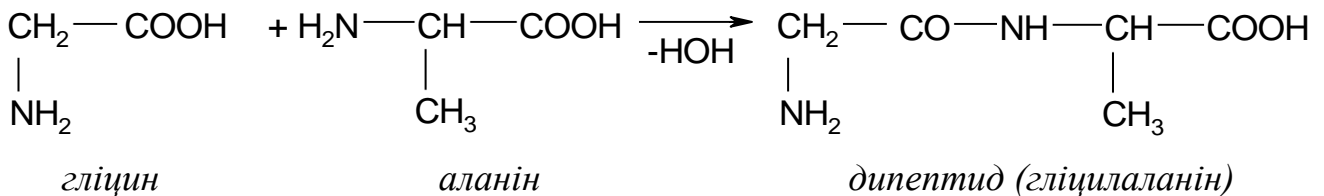


γ-, та інші амінокислоти утворюють внутрішні аміди – лактами



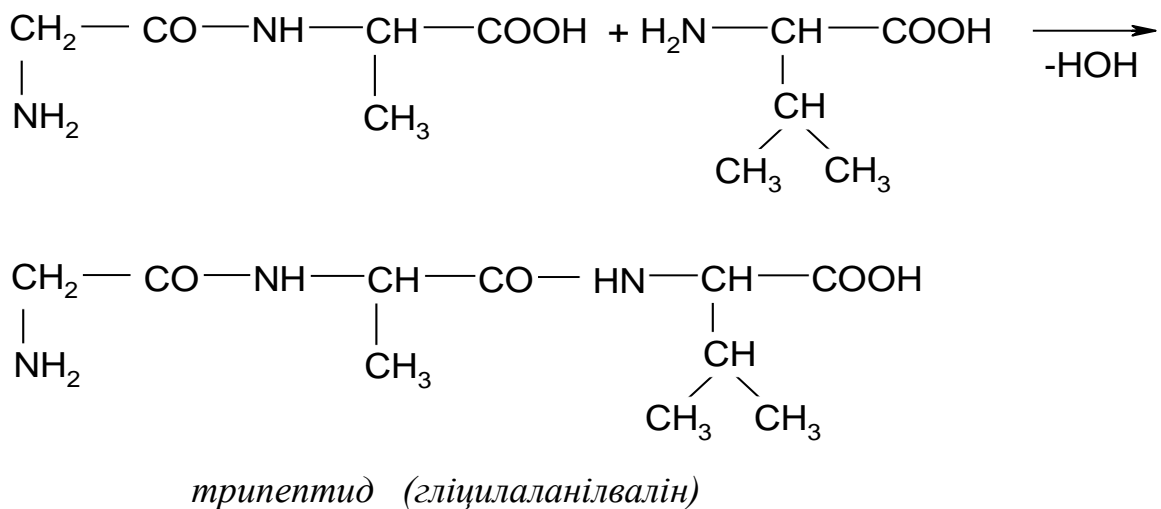
ПЕПТИДИ І БІЛКИ

У водних розчинах α -амінокислоти існують у вигляді біполярних іонів. Це дає можливість аміногрупам орієнтуватися відносно карбоксильних груп, з яких вилучається вода. При цьому в залежності від кількості з'єднаних амінокислот утворюються ди-, три-, тетра- і т.д. *пептиди*



Утворені пептиди є, по суті, амінокислотами, а тому мають можливість взаємодіяти між собою та з іншими амінокислотами, утворюючи вищі пептиди аж до **поліпептидів** (*простих білків або протеїнів*).

Зв'язок —CO—NH— називають *пептидним зв'язком*.



Відомо близько 200 амінокислот, але до складу білків входять біля 20 амінокислот і їх модифікацій, декілька амідів.

Пептиди володіють амфотерними та всіма іншими властивостями амінокислот. Під час гідролізу пептиди і поліпептиди розщеплюються до α -амінокислот. Найчастіше проводять кислотний гідроліз у присутності концентрованої HCl і ферментативний у присутності *ферментів* тваринного і мікробного походження *пептидаз*.

За низкою характерних властивостей *прості білки або протеїни*

поділяють на 7 основних класів:

1. альбуміни
2. глобуліни
3. гістони
4. протаміни
5. проламіни
6. протеїноїди
7. глутеліни

Із простих білків побудовані і *складні білки або протеїди*, які крім поліпептидів містять речовини небілкової природи, які називають протетичною групою.

До складних білків відносяться:

1. Фосфопроїтеїди – до їх складу входить фосфатна кислота.
2. Хромопроїтеїди – містять групу, що дає забарвлення (наприклад, гемоглобін містить гемін).
3. Глюкопроїтеїди – містять залишки оліго- і полісахаридів.
4. Ліпопроїтеїди – до їх складу входять жири.
5. Нуклеопроїтеїди – містять нуклеїнові кислоти і є генами.

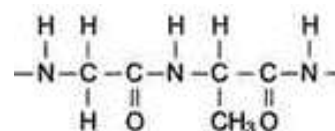
Хімічні властивості

Для виявлення білка існує декілька якісних реакцій:

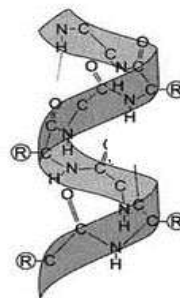
- а) біуретова реакція – з солями міді і лугами білки дають фіолетове забарвлення,
- б) ксантопроїтеїнова реакція – з нітратною кислотою білки дають жовте забарвлення, яке в аміаку переходить в жовтогаряче,
- в) реакція Міллона – з розчином гідраргірум нітрату в присутності нітратної кислоти білки дають червоне забарвлення.
- г) нінгідрінова проба – з нінгідріном білки дають фіолетове забарвлення.

Білкам притаманна складна будова молекул, а тому розрізняють чотири рівні структурної організації білкової молекули.

Первинна структура молекули білка визначається кількістю амінокислотних залишків та послідовністю їх з'єднання пептидними зв'язками. Первинна структура строго специфікована для кожного виду організму.



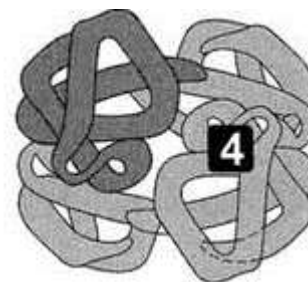
Вторинна структура молекули це упорядковане розміщення у просторі різних частин молекули поліпептидного ланцюга у вигляді спіралі чи складчастої форми, що утворюється за рахунок водневого зв'язку, що утворюють групи -NH- і -CO- .



Третинна структура білка – це формування просторової конфігурації молекули за рахунок різних зв'язків між боковими відгалуженнями поліпептидних зв'язків. Спіраль поліпептиду може згорнутись, утворюючи глобулу, або формувати витягнуту структуру фібрилу. Така третинна структура білка є його біологічно активною формою, що має індивідуальну специфічність.



Четвертинна структура – це асоційовані субодиниці білкових молекул, або глобул, що з'єднані в єдиний комплекс за допомогою гідрофобних взаємодій, сольових мостиків і водневих зв'язків. Наприклад, молекула гемоглобіну складається із 4-х поліпептидів.



Експериментальна частина

Дослід 1. Реакція розчинів амінокислот

В окремих пробірках дослідити розчини гліцину, глутамінової кислоти, лізину на реакцію середовища за допомогою індикаторів. Записати результати дослідів.

Дослід 2. Одержання мідної солі гліцину

У пробірку наливають 5 мл гліцину і додають близько 1 г купрум оксиду в порошку. Суміш кип'ятять декілька хвилин, розчин забарвлюється в синій колір. Гарячий розчин відфільтровують у фарфорову чашку. Випаровують на водяній бані до кристалізації. Після охолодження випадають блакитні кристали мідної солі гліцину. Написати рівняння реакції.

Якісні реакції на білки

Дослід 3. Кольорові реакції на білки

Водний розчин білка готують так: білок курячого яйця збовтують в колбі при старанному перемішуванні, потім доливають 200 мл дистильованої води і знову старанно перемішують. Розчин фільтрують крізь мокрий складчастий фільтр (або крізь полотно) і використовують для досліду.

У пробірку наливають 1–2 мл розчину білка і 0,5–1 мл концентрованої нітратної кислоти. З'являється білий осад. Суміш нагрівають, при цьому розчин і осад забарвлюються в жовтий колір.

Якщо додати концентрований аміак, жовтий колір переходить у помаранчевий. Дана реакція вказує на наявність у білках молекул амінокислот, що містять ароматичні ядра. Наприклад фенілаланін, тирозин, триптофан.

Біуретова реакція

У пробірку наливають 1-2 мл розчину білка, додають 1-2 мл лугу і 3-5 краплин купрум сульфату. Розчин забарвлюється у фіолетовий колір. Ця реакція відкриває пептидні групи в білках, а також в продуктах гідролізу білків.

Мілонова реакція на відкриття тирозину

Реактив Мілона виготовляють так: 1 частину ртуті розчиняють в 2 частинах концентрованої нітратної кислоти, потім на 1 об'єм цього розчину наливають 2 об'єми води і використовують для реакції. У пробірку наливають 1–2 мл розчину білка і 1-2 мл реактиву Мілона, нагрівають. Утворений спочатку білий осад забарвлюється в рожевий колір. Ця реакція відкриває наявність тирозину в білках.

Дослід 4. Відкриття сірки в білках

У пробірку наливають 1-2 мл розчину білка, 1-2 мл 30% лугу і 1 мл розчину плюмбум ацетату, кип'ятять. Утворений осад забарвлюється в темно-коричневий колір, тобто при цьому утворюється плюмбум сульфід. Ця реакція дає можливість відкривати білки, до складу яких входить Сульфур (цистин, цистеїн).

Дослід 5. Реакція осадження білка

1. Дія спирту і амоній сульфату (процес оборотний)

У дві пробірки наливають 1-2 мл розчину білка, в одну з них доливають етилового спирту, а в другу амоній сульфату. З'являється

осад, який при додаванні води повільно розчиняється.

2. Осадження білка солями металів (процес необоротний).

У три пробірки наливають 1–2 мл розчину білка. В одну пробірку доливають кілька краплин купрум (II) сульфату, в другу – трошки лугу і гідраргірум нітрату. В третю – солі плюмбуму і лугу. В усіх трьох пробірках з'являється нерозчинний осад білка. Білок можна осаджувати також концентрованими кислотами: хлоридною, оцтовою, пікриною, таніном. Білок також коагулює при нагріванні.

Дослід 6. Одержання рослинного білка

Взяти фарфорову чашку 2–5 г пшеничного борошна і приготувати густе тісто. Заливають його водою на 30 хвилин, потім добре відмивають крохмаль, поки не буде мутитись вода. З одержаним білком роблять пробу ксантопротеїнової реакції.

Дослід 7. Одержання казеїну (білка) і лактози з молока

До 100 мл молока додають такий самий об'єм дистильованої води, суміш перемішують, а потім краплинами наливають близько 0,5 мл концентрованої оцтової кислоти до утворення осаду. Через 10 хвилин розділяють суміш, фільтруючи крізь змочену тканину, покладену в лійку у вигляді мішечка. Перший фільтр має каламуть, фільтрують вдруге. В фільтраті жовтуватого кольору містяться розчинні білки, а саме: альбумін і незначна частина глобуліну, а також лактоза (молочний цукор). На фільтрі залишається казеїн із жиром у вигляді сметани. Щоб одержати розчин казеїну без жиру, суміш переносять з фільтру в ступку, додають 2 мл 30% розчину натрій гідроксиду і злегка розтирають. Потім приливають води до 30 мл, перемішують і фільтрують через змочений водою складчастий паперовий фільтр. Жир залишається на фільтрі. А казеїн у фільтраті. З одержаним розчином казеїну проводять характерні реакції на білки.

Щоб одержати лактозу (молочний цукор) після відокремлення казеїну, фільтрат кип'ятять 8–10 хвилин, охолоджують, нейтралізують сухим $MgCO_3$ або Na_2CO_3 і фільтрують крізь складчастий паперовий фільтр (змочений водою). Фільтрат випаровують на водяній бані до сухого залишку. Сухий залишок розтирають і розчиняють в 15–20 мл води. Фільтрують і випаровують на водяній бані до 3–4 мл, потім приливають 6–10 мл етилового спирту. При цьому випадають кристали лактози, які відфільтровують.

Питання для самостійної роботи

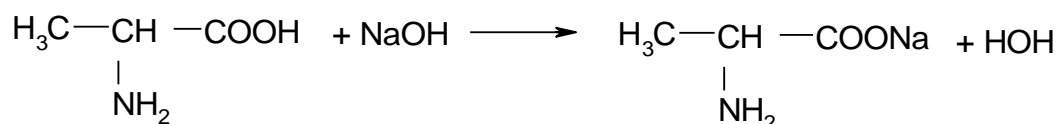
1. Як одержати гліцин із оцтової кислоти.
2. Одержати 2-амінобутанову кислоту із 2-оксибутанової кислоти.
3. Одержати 2-аміно-2-метилпропанову кислоту із відповідної карбонільної сполуки.
4. Одержати амінокислоту із пропаналю.
5. Пояснити відповідними реакціями амфотетерність аланіну.
6. Зобразити оптичні антиподи α -аміномасляної кислоти.
7. Зобразити внутрішньокмплексну сполуку валіну.
8. Як пройде взаємодія нітратної кислоти з аланіном?
9. Одержати дипептид із аланіну і фенілаланіну.
10. Дайте визначення протеїнів.
11. Дайте визначення протеїдів.
12. Обчисліть масу аміну, який утвориться внаслідок нагрівання аланіну масою 106,8 г.
13. Здійсніть перетворення: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow \text{B} \rightarrow [\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Cl}$
14. Складіть рівняння реакцій утворення трипептидів із амінооцтової кислоти, аланіну, цистеїну.
15. За допомогою яких реакцій можна розпізнати а) білок, б) оцтову кислоту, в) бензен, г) фенол?

Приклади задач

Задача №1 Напишіть реакції: а) α -амінопропіонова кислота + NaOH; б) β -амінопропіонова кислота + CH_3Br в) 2-амінобутанова кислота + $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (H^+).

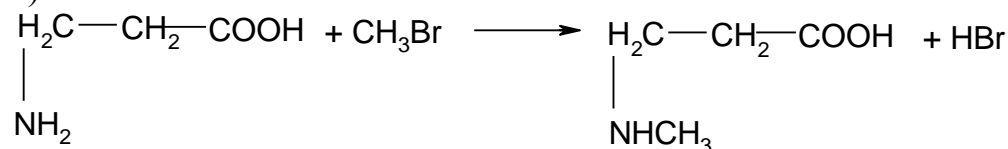
Розв'язок:

а)



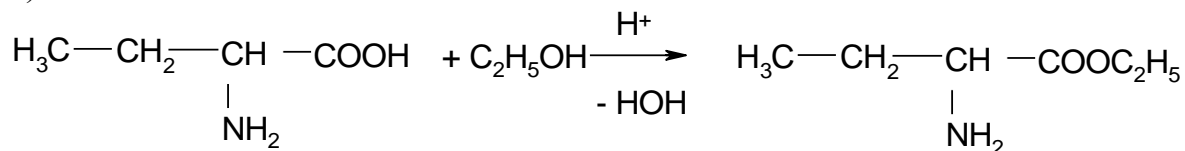
α -амінопропіонова кислота

б)



β -амінопропіонова кислота

в)

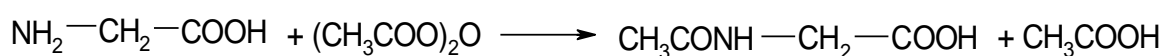


2-амінобутанова кислота

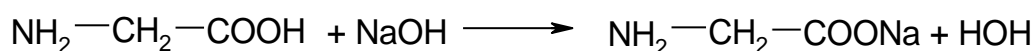
Задача №2 З якими з перерахованих речовин буде реагувати гліцин: а) оцтовий ангідрид, б) гідроксид натрію, в) гідросульфід натрію, г) бромоводень, д) азотиста кислота, е) йодид натрію, ж) метанол?

Розв'язок:

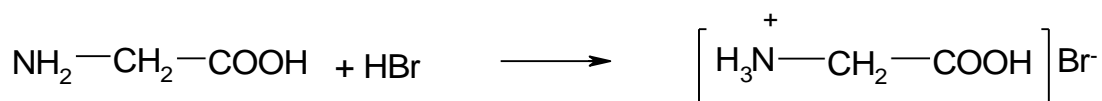
а) оцтовий ангідрид



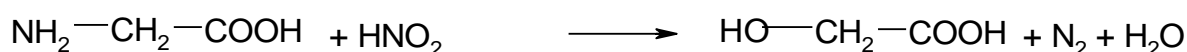
б) гідроксид натрію



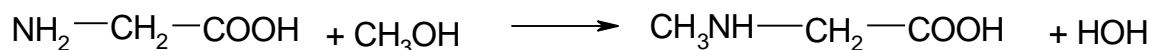
г) бромоводень



д) азотиста кислота

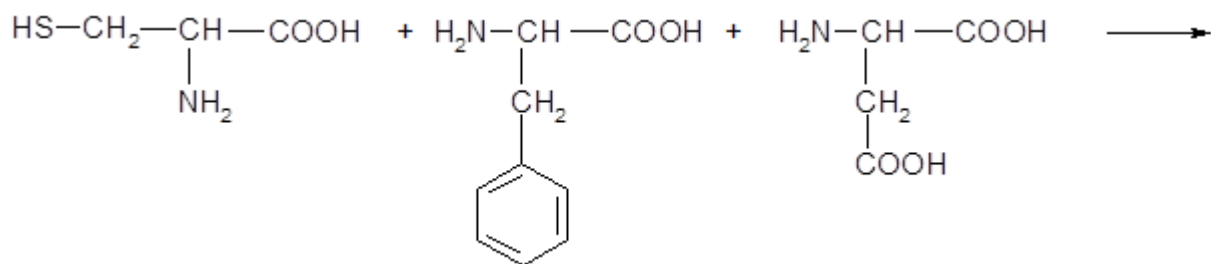


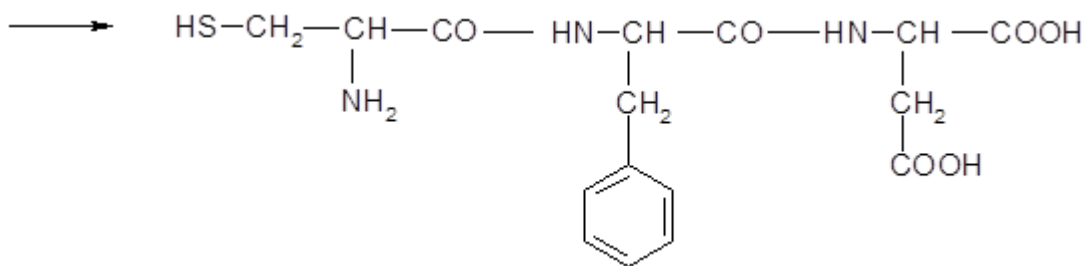
ж) метанол



Задача №3 Написати схему одержання трипептиду із цистеїну, фенілаланіну та аспарагінової кислоти. Назвати одержаний продукт.

Розв'язок:





трипептид цистеїл-фенілаланіл-аспарагін

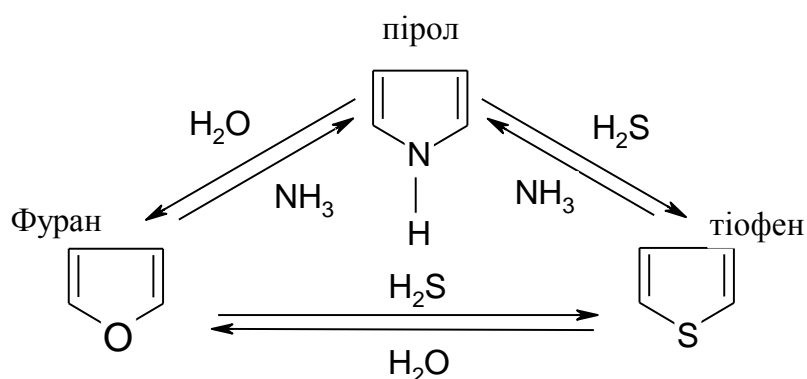
ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ

Гетероциклічними називають такі сполуки із замкнутим циклом, які, окрім атома карбону, містять інші атоми – гетероатоми, якими є Нітроген, Оксиген, Сульфур.

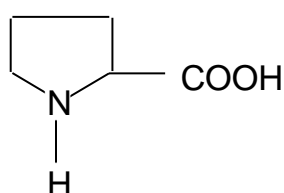
У природі найбільш поширеними є п'ятичленні і шестичленні гетероцикли. Розрізняють гетероциклічні сполуки за числом гетероатомів у циклі та за кількістю циклів.

Усі гетероциклічні сполуки мають ароматичні властивості, тобто в них виконується *правило Хюккеля* ($(4n + 2) p$ - електрони) за рахунок усупільнення електронів від атомів Карбону і вільних електронних пар гетероатомів.

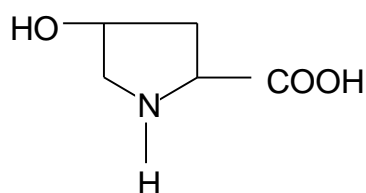
Серед п'ятичленних гетероциклів із одним гетероатомом особливе значення в природі має **пірол**, який генетично зв'язаний з **фураном** і **тіофеном** (реакція Юр'єва, 300°C каталізатор Al_2O_3).



У природних сполуках піролу міститься дві амінокислоти, які є складовими багатьох білків, особливо сполучнотканинних

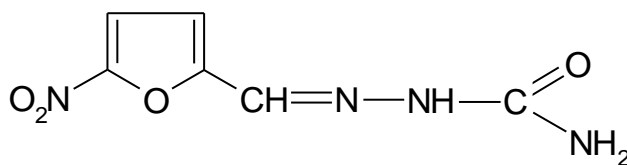


пролін



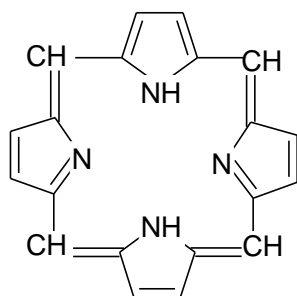
оксипролін

Цикли фурану, тіофену та піролу є основою молекул цілих груп лікарських препаратів, ефективних антибактеріальних засобів.



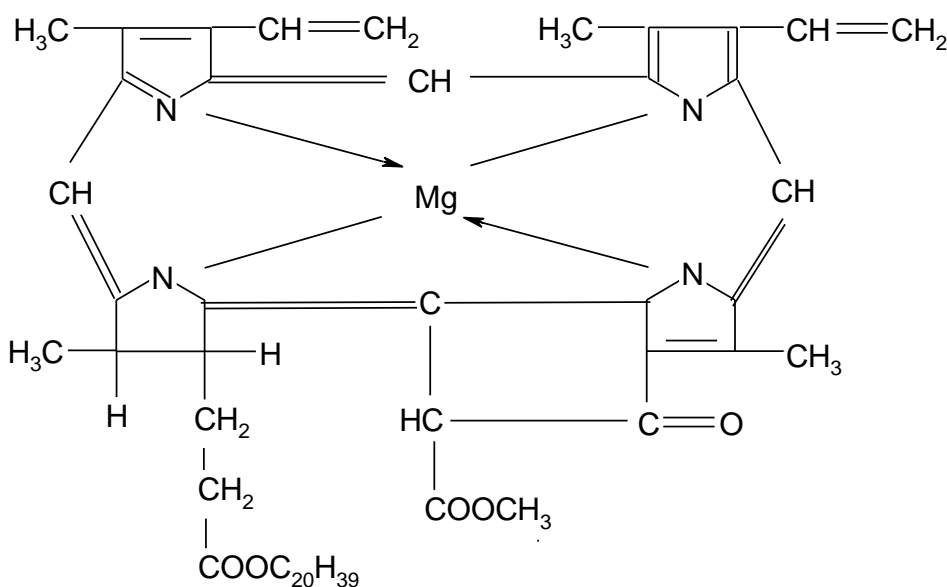
Наприклад, фурациліну

Ядро піролу входить до складу важливих біологічних речовин, якими є хлорофіли і гемоглобіни. Основою цих речовин є порфіринове кільце, що утворене чотирма пірольними ядрами, які сполучені ненасиченими метиловими групами



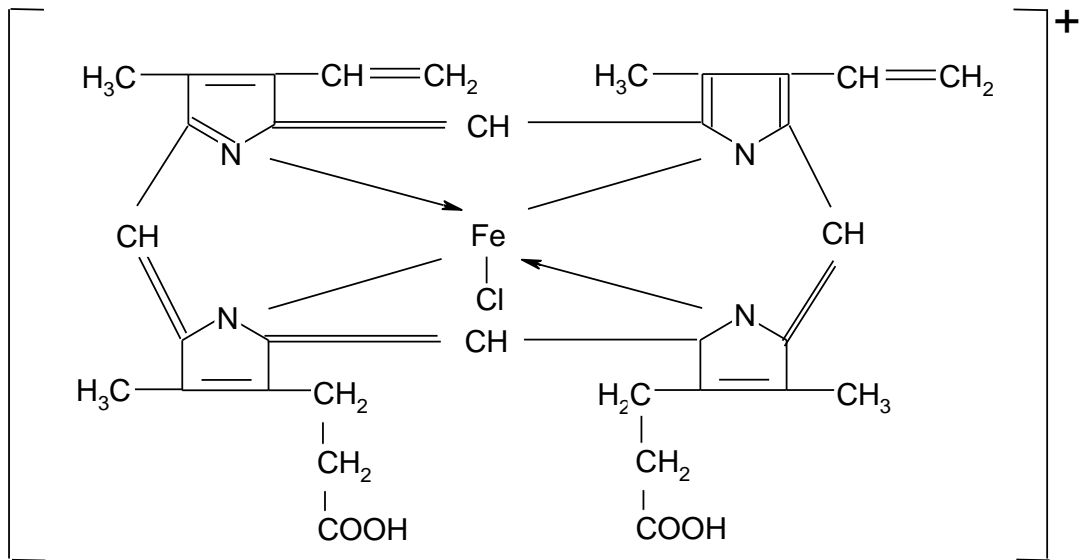
порфін

У молекулах хлорофілів порфіринове кільце комплексно зв'язане з Магнієм:



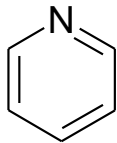
хлорофіл

А в молекулах геміну (основа гемоглобінів або червоних кров'яних тілець) із тривалентним Ферумом:



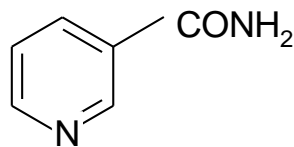
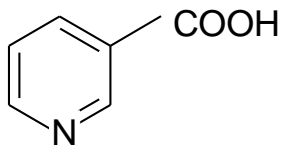
гемін

Важливим шестичленним гетероциклом із одним гетероатомом є

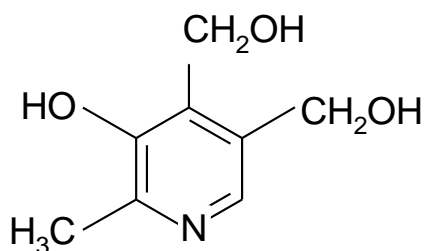


піридин, який входить до структури багатьох фізіологічно активних речовин, алкалоїдів і фармацевтичних засобів.

Наприклад **вітамін РР** – це нікотинова кислота і її амід



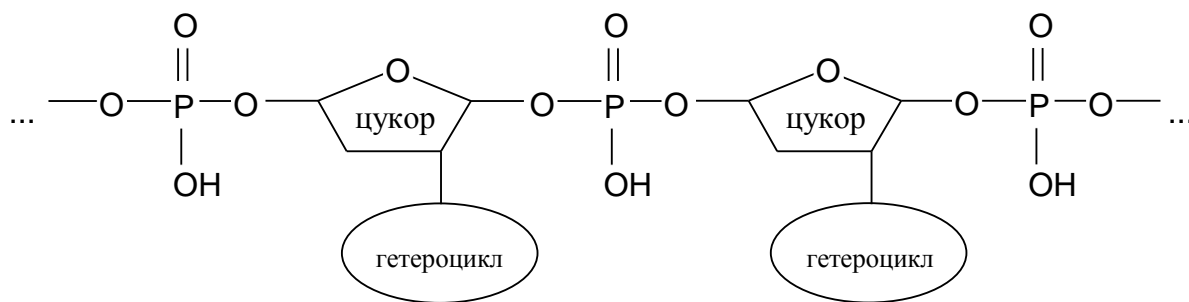
Вітамін В₆ або **піридоксин** – це 2-метил-3-окси-4,5-метоксипіридин



Особливим є біологічне значення гетероциклів із кількома гетероатомами. Так, піримідинове ядро крім вітамінів, коферментів, алкалоїдів входить до складу нуклеїнових кислот у якості піримідинових основ.

Нуклеїнові кислоти – природні високомолекулярні сполуки, полінуклеотиди, що відіграють величезну роль у зберіганні й передачі спадкової інформації. Молекулярна маса нуклеїнових кислот може змінюватись від 100 тис. до 100 млн. Мономерною одиницею нуклеїнових кислот є **нуклеотиди**.

До складу нуклеотидів входять азотисті основи (гетероцикл), вуглеводи (β -рибоза або β -дезоксирибоза) і фосфатна кислота. Загальна формула нуклеотидів

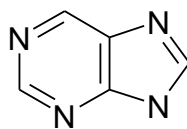


Нуклеїнові кислоти, що складаються з рибонуклеотидів, називають рибонуклеїновими кислотами (РНК).

Нуклеїнові кислоти, що складаються з дезоксирибонуклеотидів, називають дезокси-рибонуклеїновими кислотами (ДНК).

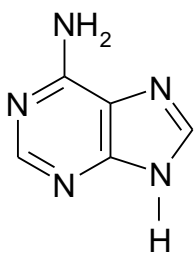
Азотисті основи, що входять до складу нуклеїнових кислот, поділяють на 2 класи – пуринові і піримідинові.

Пуринові – похідні пурину

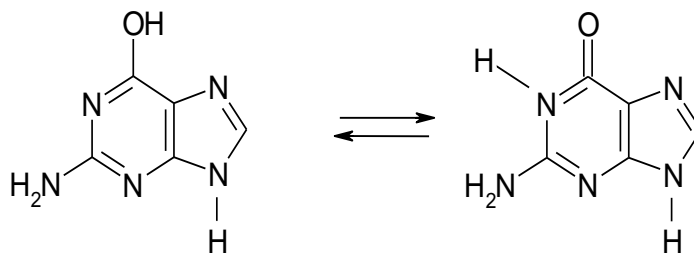


: аденін, гуанін.

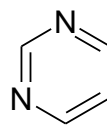
Аденін (6-амінопурин)



Гуанін (2-аміно-6-гідроксипурин)

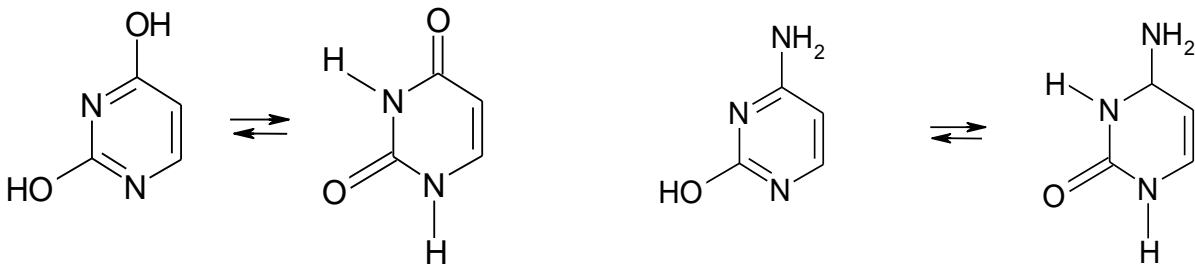


Піримідинові – похідні піримідину

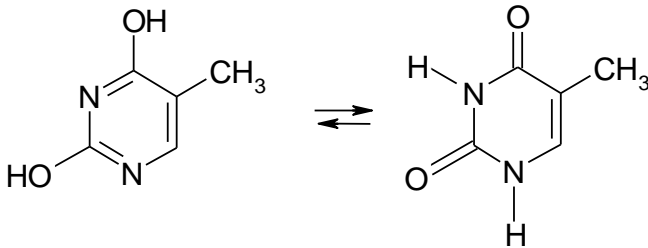


: урацил, тимін, цитозин.

Урацил (2,4-дигідроксипіримідин) **Цитозин** (4-аміно-2-гідроксипіримідин)



Тимін (2,4-дигідрокси-5-метилпіримідин)

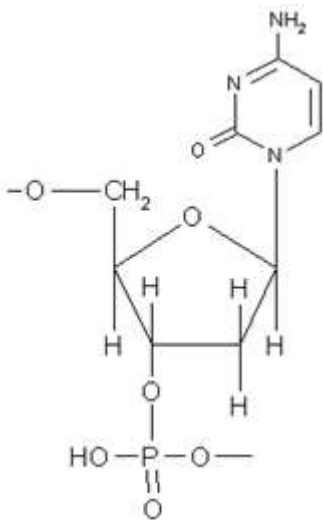


Кожна із цих основ може існувати у двох формах: в ароматичній (у вільному стані) та NH-формі(у складі нуклеїнових кислот).

До складу РНК входять **А,Г,Ц,У**

До складу ДНК входять **А,Г,Ц,Т**

До прикладу, на рисунку – нуклеотид тиміну, дезоксирибози та фосфатної кислоти.



Біологічна роль нуклеїнових кислот полягає в тому, що ДНК зберігає спадкову інформацію організму у формі послідовності дезоксирибонуклеотидів, що відрізняються азотистими основами. В ДНК у закодованій формі записано склад усіх білків організму. Кожній амінокислоті, що входить до складу білків, відповідає свій код ДНК, а саме – три конкретні нуклеотиди.

Молекули РНК переносять інформацію від ДНК до тих місць у клітині, де синтезується білок.

Експериментальна частина

Дослід 1. Одержання фурфуролу

У пробірку з газовідвідною трубкою насипають близько 1 г ошурок, висівок, або шкарлупи соняшникового насіння і доливають 3-4 мл хлоридної кислоти (1:1) та декілька краплин розчину ферум (III) хлориду. Суміш нагрівають 10-15 хвилин на водяній бані. Пробірку закріплюють у штативі і відганяють із нього в іншу

пробірку 1-1,5 мл розчину, який має запах житнього хліба. Це свідчить про присутність фурфуролу. Здійснюють якісну реакцію на фурфурол: змочують фільтрувальний папір сумішшю аніліну з оцтовою кислотою (1:1) і наносять на нього декілька краплин відгону. Фільтрувальний папір забарвлюється в рожево-червоний колір.

Дослід 2. Одержання піролу з янтарної кислоти

У фарфорову чашку наливають 25 мл концентрованого аміаку, насипають 0,3 г бурштинової кислоти і 0,5 г цинкового пилу. Суміш випаровують досуха. Сухий залишок переносять у пробірку і прожарюють. Виділяється пірол у вигляді парів. Щоб його виявити, в ці пари вносять соснову скіпочку, змочену хлоридною кислотою, яка забарвлюється в червоний колір. Написати рівняння реакції

Дослід 3. Окиснення хіноліну

У пробірку наливають 2–3 мл насиченого розчину хіноліну (5 г хіноліну в 100 мл води) і доливають стільки ж 0,1% розчину перманганату калію, суміш перемішують. Фіолетовий колір зникає, утворюється дикарбонова кислота, причому окиснюється ароматичне кільце. Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Одержання нікотину

У стакан чи колбочку місткістю 50–100 мл поміщають 2–3 г тютюну, наливають 20–30 мл води, 2–3 мл 10% сульфатної кислоти і кип'ятять близько 10 хвилин. Розчин фільтрують крізь складчастий фільтр. Нейтралізують лугом до лужної реакції. Відганяють частину рідини, в якій є нікотин. З розчином роблять такі досліді:

а) у пробірку до водного розчину нікотину доливають насиченого розчину пікринової кислоти. Випадає жовтий осад пікрату нікотину;

б) до водного розчину нікотину доливають близько 1 мл перманганату калію, суміш злегка нагрівають, фіолетовий колір зникає, утворюється ніотинова (β -піридинкарбонова) кислота.

Дослід 5. Одержання кофеїну з чаю

У фарфоровий тигель поміщають близько 0,5 г сухого чаю, прикривають годинниковим або звичайним склом і обережно нагрівають на азбестовій сітці, доки не з'являться на склі кристали кофеїну. Якщо нанести паличкою розчин таніну, колір кофеїну змінюється.

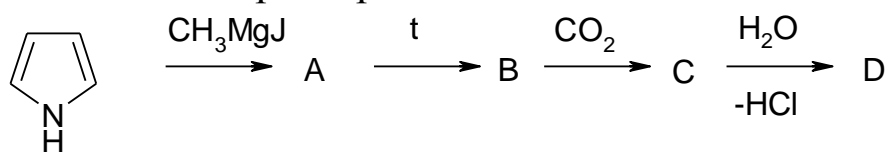
Дослід 6. Відновлення індигокарміну (кубове фарбування)

У пробірку насипають 0,1 г натрій карбонату і наливають 4-6 мл 5% розчину глюкози, суміш збовтують. Потім краплинами доливають

індигокарміну (натрієва сіль індигосульфокислоти) до забарвлення розчину в темно-синій колір. Реакційну суміш підігрівають до зникнення синього кольору і появи жовтого. Це свідчить про те, що сіль дисульфатнатрію індиго перетворилась на біле індиго. Якщо розчином білого індиго змочити кусочки бавовняної, льняної або шерстяної тканини і залишити на повітрі, тканина забарвиться в синій колір. При цьому біле індиго окиснюється до синього.

Питання для самостійної роботи

1. Дайте визначення гетероциклічних сполук.
2. Поясніть ароматичність гетероциклів.
3. Поясніть кислотний характер піролу.
4. Основні властивості гетероциклічних сполук.
5. Проведіть нітрування і сульфування тіофену.
6. Запишіть реакцію піридину з гідроксидом калію та сульфатною кислотою.
7. Зобразіть формули наступних речовин: а) 2,5-диметилфуран; б) 2-бромтіофен; в) 2,5-диметилпірол; г) 2-амінопіридин.
8. Здійсніть перетворення:

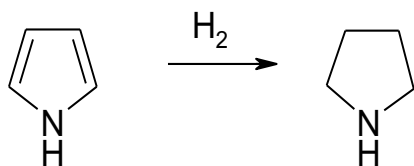
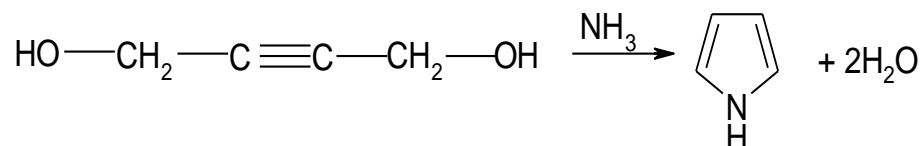
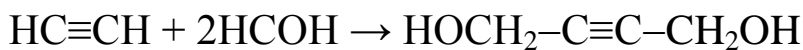
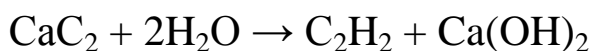


9. Отримайте піридин із а) ацетилену і синільної кислоти; б) ацетилену і аміаку.
10. Запишіть реакцію нікотинової кислоти із хлоридом фосфору (III).
11. Наведіть по 1 прикладу реакції заміщення і приєднання за участю піридину.
12. Запишіть формули пуринових та піримідинових основ, що входять до складу нуклеопротейдів.
13. Запишіть формули РНК та ДНК (гени).
14. Визначте структурну формулу нуклеотиду, що має молекулярну формулу $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_5\text{O}_6\text{P}$.
15. В результаті обробки продуктів гідролізу дезоксирибонуклеотиду масою 4,83г, в якому масова частка нітрогену становить 8,7%, надлишком вапняної води, випав осад масою 2,325г. Визначте структурну формулу дезоксирибонуклеотиду і напишіть рівняння реакції.

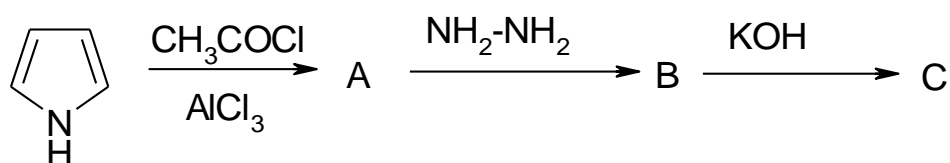
Приклади задач

Задача №1 Отримати пірол із неорганічних реагентів та прогідрувати його.

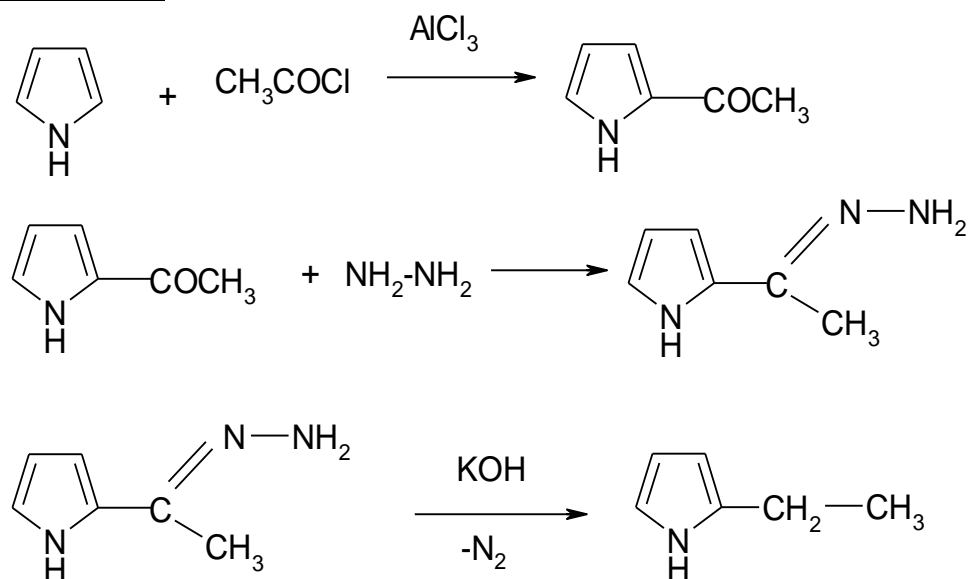
Розв'язок



Задача №2 Здійснити перетворення:



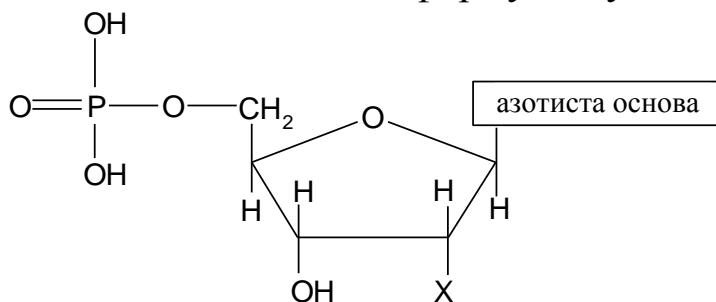
Розв'язок



Задача №3 Визначте формулу нуклеотиду, що має молекулярну формулу $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_5\text{O}_8\text{P}$

Розв'язок

Виходячи із загальної формули нуклеотидів,



$X = OH$ – для рибонуклеотидів, побудованих на основі рибози.

$X = H$ – для дезоксирибонуклеотидів побудованих на основі дезоксирибози.

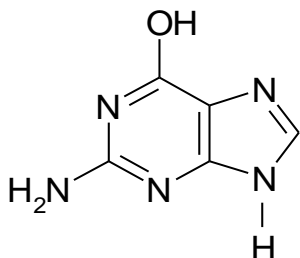
вираховуємо скільки і яких атомів може припадати на азотисту основу:

На залишок рибози або дезоксирибози припадає 5 атомів карбону С, відповідно на азотисту основу припадає теж 5 атомів карбону.

5 атомів Нітрогену, що містяться в нуклеотиді теж припадають на азотисту основу.

Якщо від сумарного числа атомів Оксигену відняти ті, що припадають на залишок вуглеводу (2 або 3 залежно від X) і на залишок фосфатної кислоти (4), тоді на азотисту основу припадає 1 або 2 атоми Оксигену.

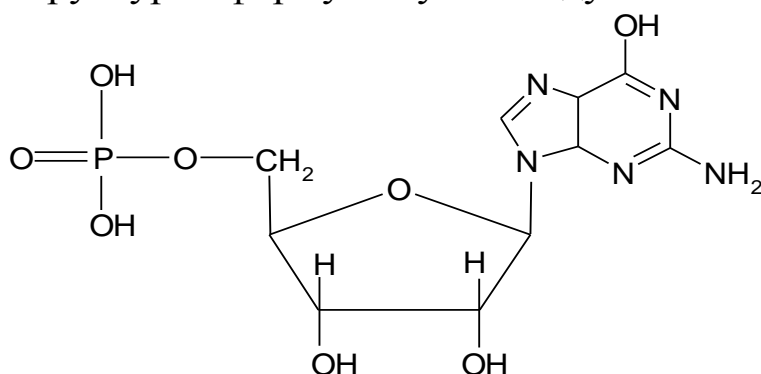
Такий елементний склад ($C_5H_4N_5O_1$) відповідає формулі



Гуаніну

Залишок вуглеводу повинен містити 3 атоми Оксигену, тобто $X=OH$; вуглевод – рибоза.

Структурна формула нуклеотиду:



**Тестові завдання для проведення підсумкового контролю
розділу Біоорганічні сполуки.**

- Речовини, в складі молекул яких є група $-\text{NH}_2$, належать до:
а) амінів; б) нітросполук;
в) кетонів; г) альдегідів.
- Аланін можна одержати при дії аміаку на:
а) пропанову кислоту; б) 2 – гідроксипропанову кислоту;
в) 2 – хлорпропанову кислоту; г) 2 – нітропропанову кислоту.
- При гідролізі крохмалю утворюється:
а) α - глюкоза; б) β – глюкоза;
в) сахароза; г) α - моноза.
- Який продукт утворюється внаслідок бромовання аніліну надлишковою кількістю броду:
а) 2-броманілін; б) 4-броманілін;
в) 6-броманілін; г) 2,4,6-триброманілін.
- Глюкозу можна виявити:
а) реакцією „срібного дзеркала”; б) взаємодією з йодом;
в) взаємодією з бромною водою; г) реакцією відновлення.
- Жири це естери:
а) спирту і кислоти; б) гліколю і кислоти;
в) гліцерину і кислоти; г) гліцерину і вищих карбонових к-т.
- Сахароза взаємодіє із вапняним молоком як:
а) вуглевод; б) багатоатомний спирт;
в) альдегід; г) свій варіант відповіді.
- Масова частка крохмалю в картоплі складає 20%. Масу глюкози, яку можна отримати з картоплі масою 1620 г :
а) 36г; б) 360г ;
в) 324г; г) 180г;
- 3-амінопропанову кислоту можна одержати з:
а) ацетилену; б) етану;
в) бутану; г) бутину.
- Під час денатурації білка:
а) структура білків залишається незмінною;
б) руйнується первинна структура білка;
в) руйнується вторинна та третинна структура білка;
г) свій варіант відповіді.
- Целюлоза є продуктом:
а) циклізації глюкози; б) поліконденсації глюкози;
в) ізомеризації глюкози; г) полімеризації фруктози.

12. Сполука $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ є кислотою:

- а) амінооцтовою; б) амінопропіоною;
в) аміномасляною; г) аміновалеріаноною.

13. Рідкі жири містять переважно:

- а) насичені карбонові кислоти; б) ненасичені карбонові кислоти;
в) дикарбонові кислоти; г) гідроксикислоти.

14. Тверді жири містять переважно:

- а) насичені карбонові кислоти; б) ненасичені карбонові кислоти;
в) дикарбонові кислоти; г) гідроксикислоти.

15. Твердий жир можна отримати в результаті дії на рідкі рослинні масла:

- а) гідроксиду натрію; б) сульфатної кислоти;
в) води в присутності кислот; г) водню.

16. При гідролізі жиру в кислому середовищі утвориться:

- а) суміш карбонових кислот; б) гліцерол та карбонові кислоти;
в) етиленгліколь та карбонові кислоти; г) мило та гліцерол.

17. Реакцію каталітичного гідронування жирів використовують для отримання:

- а) маргарину; б) карбонових кислот;
в) мила; г) гліцеролу.

18. Моносахариди за хімічною будовою належать до:

- а) етерів гліцеролу; б) альдегідів та кетоспиртів;
в) оксикислот; г) амінопохідні глюкози.

19. До тріоз належить моносахарид:

- а) глюкоза; б) фруктоза;
в) рибоза; г) гліцериновий альдегід.

20. До пентоз належить моносахарид, що зустрічається у складі нуклеїнових кислот:

- а) глюкоза; б) фруктоза;
в) рибоза; г) галактоза

21. Кількість стереоізомерів моносахаридів зумовлена:

- а) наявністю кетонної чи альдегідної групи;
б) кількістю атомів Карбону в молекулі вуглеводу фруктоза;
в) кількістю асиметричних атомів Карбону;
г) наявністю вторинних спиртових.

22. Молекула сахарози побудована із залишків:

- а) α -D-глюкози та α -D-глюкози (зв'язок 1→4);
б) α -D-глюкози та β -D-глюкози (зв'язок 4→1);
в) α -D-глюкози та β -D-галактози (зв'язок 4→1);
г) α -D-глюкози та β -D-фруктози (зв'язок 1→2).

23. Молекула мальтози побудована із залишків:
- а) α -D-глюкози та α -D-глюкози (зв'язок 1 \rightarrow 4);
 - б) α -D-глюкози та β -D-глюкози (зв'язок 4 \rightarrow 1);
 - в) α -D-глюкози та β -D-галактози (зв'язок 4 \rightarrow 1);
 - г) 2-х молекул α -D-глюкози (зв'язок 1 \rightarrow 1).
24. Молекула целобіози побудована із залишків:
- а) α -D-глюкози та α -D-глюкози (зв'язок 1 \rightarrow 4);
 - б) 2-х молекул β -D-глюкози (зв'язок 4 \rightarrow 1);
 - в) α -D-глюкози та β -D-глюкози (зв'язок 4 \rightarrow 1);
 - г) 2-х молекул α -D-глюкози (зв'язок 1 \rightarrow 1).
25. Проміжним продуктом гідролізу клітковини є дисахарид:
- а) трегалоза;
 - б) сахароза;
 - в) целобіоза;
 - г) галактоза.
26. Аміни є продуктами заміщення водню в молекулі:
- а) гідроксаміну;
 - б) гідразину;
 - в) аміаку;
 - г) фенілгідразину.
27. Укажіть назву вторинного аміну:
- а) етилметилпропіламін;
 - б) триметиламін;
 - в) діетиламін;
 - г) триетиламін.
28. Укажіть речовини, з якими реагує гліцин:
- а) з бромною водою, натрій гідроксидом, бромоводнем;
 - б) з етанолом, хлороводнем, натрій гідроксидом;
 - в) з метаналем, ацетиленом, етанолом;
 - г) з метаном, бенzenом, пропанолом.
29. Укажіть кількість пептидних зв'язків у молекулі трипептиду, утвореного 2-амінопропіоновою кислотою:
- а) 4;
 - б) 3;
 - в) 2;
 - г) 1.
30. Для аналітичного виявлення білка використовують:
- а) реакцію Зініна;
 - б) реакцію Лебедева;
 - в) реакцію Коновалова;
 - г) біуретову реакцію.
31. Укажіть функціональні групи, які зумовлюють амфотерність білків:
- а) альдегідна і гідроксильна;
 - б) карбоксильна і гідроксильна;
 - в) карбоксильна й аміногрупа;
 - г) аміногрупа і гідроксильна.
32. Анілін належить до:
- а) третинних амінів;
 - б) первинних ароматичних амінів;
 - в) вторинних аліфатичних амінів;
 - г) втор. ароматичних амінів.

33. До складу білків не входять амінокислоти:

- а) валін; б) γ -аміномасляна кислота;
- в) аргінін; г) β -аланін.

34. При нагріванні α -амінокислот утворюється речовина:

- а) лактам; б) лактид;
- в) дикетопіперазин; г) ненасичена карбонова кислота

35. До складу молекули гемоглобіну, хлорофілу входить:

- а) фуран; б) піримідин;
- в) пірол; г) піридин

Предметний покажчик

- Аденін 131,132
Аланін 118, 119
Алкалоїди 130 сл.
Алкілування бензену 46
Альдегід 68
– гліцериновий 98
– оцтовий 70
Альдози 97
Аміди кислот 79
Амілоза 106
Амілопектин 106
Амінокислоти 118
Аміни жирного ряду 112
Ангідрид оцтовий 78
Анілін 114
Аномери 100
Антрацен 44
Ароматичність 44
Аспірин 88
Ацетилен 29,30
Ацетон 70
Ацетооцтовий естер 78
- Бакелітові смоли 65
Бензен 44, 45
Бродіння 58
Бутадієн 35
Бутанол 58
- Вінілацетат 32
Вінілацетилен 36
Вітамін А 42
Волокно ацетатне 107 сл.
Воски 92
Вуглеводи 97
Вуглеводні ароматичні 44
– ацетиленові 29
– дієнові 33
– етиленові 22
– насичені 15
Вулканізація 34
- Галактоза 99
- Галоген алкіл 51
Галогенпохідні 51
Гексан 15
Гексоза 97
Гемін 130
Гемоглобін 130 сл.
Гептан 15
Гераніол 41
Гетероцикли 128
Гібридизація sp 30
– sp² 24
– sp³ 17
Гідрування 18
Гідроліз галогенпохідних 52
Глікоген 107
Глікозид 104
Гліцерин 61, 93
Глобулін 122
Глюкоза 99,101
Глюкозид 104
Гуанін 131
- Дегідрогенізація вуглеводнів 24
Дегідратація спиртів 25
Дезоксирибоза 132
Дезоксирибонуклеїнова кислота 132
Дієновий синтез 35
Дисахарид 104
- Електрофільне заміщення 18, 46
Епімери 99
Естер 78
Естерифікація 78
Етан 16
Етанол 58,59
Етер 59
Етерифікація 59
Етен 22, 24
Етилбензен 44
Етилен 24
Етиленгліколь 60
- Жири 92, 93

Заміщення радикальне 18,48
– електрофільне 18,46
– нуклеофільне 47

Ізомерія 18
– геометрична 23
– оптична 98
– структурна 16
Ізопрен 35

Йодоформ 59

Карбоксильна група 75
Карбонові кислоти 75
Карбонільна група 70
Камфора 42
Карбід кальцію 31
Каротин 42
Каучук натуральний 35
– синтетичний 35
Кетони 69
Кислота акрилова 81
– бензойна 82
– бурштинова 80
– валеріанова 76
– каприлова 76
– капронова 76
– лимонна 104
– масляна 76, 81, 103
– молочна 84, 103
– мурашина 76
– олеїнова 93
– пальмітинова 93
– пікринова 64
– піровиноградна 83, 84
– саліцилова 64
– стеаринова 93
– оцтова 76
– щавелева 80
Кислоти нуклеїнові 131
Клітковина 107
Конденсація альдольна 65
– кротонова 65
Конформації 39

Крекінг 20
Крохмаль 107

Лактам 102
Лікопін 42
Лімонен 41

Мальтоза 105
Маноза 99
Ментол 41
Метан 15
Метиламін 112
Метил йодистий 52
Мірцен 41
Моносахариди 97,98
Мутаротація 101
Мило 93

Нафталін 44
Нікотин 130
Нітрування бензену 46
– парафінів 19
Нітрогліцерин 62
Номенклатура систематична 16
– раціональна 16
– тривіальна 16
Нуклеїнові кислоти 131
Нуклеопротейди 122

Озон іди 26
Оксикислоти 84
Оксокислоти 83
Оксосинтез альдегідів 69
– кислот 77

Пентози 97
Пептид 121
Піримідин 131
Пірол 128
Піроліз 31
Полівінілацетат 32
Поліетилен 27
Полімеризація 27,32
Полісахарид 106
Порфін 129

Порфірин 129
Правила орієнтації 47
– Зайцева 25
– Марковнікова 25, 52 сл.
– Хюккеля 44,128
Пропан 16, 17,18
Пропіл 16
Протеїди 122
Протеїн 121
Пурин 131

Радикали 16
Реакція Вагнера 26
– Вільямсона 52
– Вюрца 18
– Вюрца -Фіттіга 45
– Гріньяра 52, 77
– Гофмана 113
– Дильса-Альдера 35
– Кучерова 31, 70
– Лебедева 36
– Фріделя-Крафтса-Густавсона 45
– Юр'єва 128
Реакція біуретова 122
– ксантопротеїнова 122
– срібного дзеркала 71
Резорцин 62
Рибоза 100
Рибонуклеїнові кислоти 131
Рідина Фелінгова
Ряд гомологічний 16

Салол 65
Сахароза 104
Синтин 18
Синтез дієновий 35
Смоли фенолформальдегідні 65
Сорбіт 102
Спирт аліловий 56
– бензиловий 56
– етиловий 57,58,58
– метиловий 58
Стереоізомери 98
Стерини 42
Структура білка 122
Сульфохлорування 20

Таутомерія 100
Терпени 39
Тестостерон 43
Тимін 132
Тіофен 128
Толуен 44
Трегалоза 104
Трибромфенол 64
Тринітрогліцерин 62
Тристеарат 93

Урацил 132

Фенатрен 44
Феніламін 114
Фенол 63
Формальдегід 65 сл.
Фотосинтез 97
Фосфатиди 94
Фосфопротеїди 122
Фруктоза 98
Фуран 128

Хлорангідриди кислот 78
Хлорування парафінів 19
Хлоропрен 36
Хлорофіл 129
Хромопротеїди 122

Целобіоза 105, 107
Циклогексан 38,40
Цитозин 132

Література

Основна

1. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів.– Львів.: Центр Європи, 2006.
2. Кононський О.І. Органічна хімія.– К.:Колос, 1994.
3. Кононський О.І. Органічна хімія.– К.:Дакор, 2003.
4. Грандберг И.И. Органическая химия.– М.:Высшая школа, 1987.
5. Маковецький М.С. Курс органічної хімії.– К.:Вища школа, 1980.
6. Баркан Я.Г. Органическая химия.– М.:Высшая школа, 1973.
7. Мартинов, Курс органической химии.– М.:Высшая школа, 1976.
8. Степаненко Б.С. Курс органічної хімії.– К.:Вища школа, 1978.

Додаткова

1. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Г.А. Органическая химия.– Видання всіх років.
2. Несмеянов А.Н., Несмеянов А.А. Начала органической химии.– М.:Высшая школа, 1977.
3. Роговик Л.Й. Сліпченко О.К, Ямборак Р.С. Завдання для лабораторних робіт з органічної хімії.– К-П., 1992.
4. Роговик Л.Й. Ямборак Р.С. Вертелецька Н.І. Завдання для індивідуальної роботи.– К-П., 1985.

ЗМІСТ

ВСТУП	1
ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ	5
ОЧИСТКА І ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК	8
ОРГАНІЧНА ХІМІЯ ЯК НАУКА	6
ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК	6
ВУГЛЕВОДНІ	8
НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКАНИ)	14
НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКЕНИ)	20
НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКІНИ)	27
НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ (АЛКАДІЄНИ)	33
КАРБОЦИКЛІЧНІ ВУГЛЕВОДНІ.....	36
АЛІЦИКЛІЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (ЦИКЛОАЛКАНИ).....	37
ТЕРПЕНИ, КАРОТИНИ, СТЕРИНИ	40
АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ (АРЕНИ).....	43
ГАЛОГЕНОПОХІДНІ НАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ	49
СПИРТИ	54
Одноатомні спирти.....	56
Двоатомні спирти (гліколи, або алкандіоли)	58
Триатомні спирти (гліцерини, або алкантиролі).....	60
ФЕНОЛИ	62
АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ (ОКСОСПОЛУКИ)	67
КАРБОНОВІ КИСЛОТИ І ЇХ ПОХІДНІ	74
Двохосновні насичені кислоти	78
Ненасичені одноосновні карбоніві кислоти	79
Одноосновні ароматичні кислоти	81
Оксокислоти.....	82
Оксикислоти.....	83
ЛІПІДИ	89
ВУГЛЕВОДИ (ЦУКРИ)	96
Моносахариди	96
Дисахариди.....	103
Полісахариди	105
АМІНИ	109
АМІНОСПИРТИ	115
АМІНОКИСЛОТИ	117
ПЕПТИДИ І БІЛКИ	120
ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ	125
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	140
ЛІТЕРАТУРА	143

