



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет ветеринарної медицини
Кафедра фізіології та біохімії тварин

БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ

Робочий зошит для лабораторно-практичних занять

студента _____ групи _____ курсу

Викладач: _____
Прізвище, ім'я, по-батькові

Харків–2023

Затверджено
Науково-методичною радою факультету ветеринарної медицини ДБТУ
протокол № 5 від 07.06.2023 р.
Схвалено на засіданні
кафедри фізіології та біохімії тварин ДБТУ
протокол № 15 від 28.03.2023 р.

Рецензенти:

Северин Р.В. - к. вет. н., доцент, завідувач кафедри епізоотології та мікробіології Державного біотехнологічного університету.

Вікуліна Г.В. – к.вет.н., доцент кафедри внутрішніх хвороб і клінічної діагностики тварин Державного біотехнологічного університету.

Біоорганічна хімія. Робочий зошит для лабораторно-практичних занять / Приходченко В.О., Гладка Н.І., Денисова О.М. – Харків: ДБТУ, 2023. – 79 с.

Викладено комплексно, відповідно до робочого навчального плану для студентів факультету ветеринарної медицини. Окрім короткого теоретичного матеріалу розглядаються якісні реакції основних груп органічних сполук: спиртів та фенолів, альдегідів та кетонів, карбонових кислот та жирів, вуглеводів тощо. Значну увагу приділено ветеринарно-біологічній спрямованості викладання наведеного матеріалу. Актуальність поставлених питань і конкретизація відповідей на них сприяє кращому засвоєнню пройденого матеріалу.

Для підготовки фахівців у вищих аграрних навчальних закладах III–IV рівнів акредитації за спеціальністю 211 – «Ветеринарна медицина».

Видання вперше

© Приходченко В.О., Гладка Н.І., Денисова О.М., 2023

ЗМІСТ

ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТТЯХ	5
1. ВУГЛЕВОДНІ.....	6
1.1. Насичені вуглеводні (алкани).....	6
1.1.1. Контрольні завдання.....	6
1.2. Ненасичені вуглеводні (алкени).....	8
1.2.1. Контрольні завдання.....	9
1.3. Ненасичені вуглеводні (алкадієни, алкіни).....	11
1.3.1. Контрольні завдання.....	12
1.4. Ароматичні вуглеводні (арени).....	15
1.4.1. Контрольні завдання.....	16
1.5. Підсумкове заняття №1. Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Вуглеводні».....	19
2. ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ.....	22
2.1. Спирти та феноли.....	22
2.1.1. Контрольні завдання.....	24
2.1.2. Лабораторна робота «Спирти і феноли».....	26
2.2. Альдегіди і кетони.....	28
2.2.1. Контрольні завдання.....	29
2.2.2. Лабораторна робота «Альдегіди і кетони».....	31
2.3. Монокарбонові кислоти	34
2.3.1. Контрольні завдання.....	34
2.4. Дикарбонові кислоти та жири.....	36
2.4.1. Контрольні завдання.....	37
2.4.2. Лабораторна робота «Карбонові кислоти і жири».....	39
2.5. Підсумкове заняття №2. Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Оксигеновмісні сполуки».....	42
3. СПОЛУКИ ЗІ ЗМІШАНИМИ ФУНКЦІЯМИ (ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ СПОЛУКИ).....	44
3.1. Гідроксикислоти (оксикислоти, спиртокислоти).....	44

3.1.1. Контрольні завдання.....	44
3.2. Вуглеводи.....	46
3.2.1. Моносахариди.....	46
3.2.1.1. Контрольні завдання.....	47
3.2.2. Ди- і полісахариди.....	49
3.2.2.1. Контрольні завдання.....	51
3.3. Лабораторна робота «Вуглеводи».....	53
3.4. Підсумкове заняття №3. Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Сполуки зі змішаними функціями».....	57
4. НІТРОГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ.....	58
4.1. Аміни.....	58
4.1.1. Контрольні завдання.....	59
4.2. Амінокислоти.....	61
4.2.1. Контрольні завдання.....	62
4.3. Лабораторна робота «Амінокислоти».....	64
4.4. Підсумкове заняття №4. Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Нітрогеновмісні органічні сполуки».....	67
5. ХІМІЧНІ ФОРМУЛИ ОСНОВНИХ КЛАСІВ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.....	68
5.1. Гомологічний ряд алканів і алкільних радикалів.....	68
5.2. Карбонові кислоти.....	69
5.3. Оксикислоти.....	71
5.4. Вуглеводи.....	71
5.5. Амінокислоти.....	74
5.6. Гетероциклічні сполуки.....	76
5.7. Нуклеозиди та нуклеотиди.....	77
6. Рекомендована література.....	79

ПРАВИЛА РОБОТИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТТЯХ

1. На робочому місці можуть знаходитися лише реактиви, посуд, обладнання і зошит для записів. Всі сторонні предмети слід прибрати з лабораторного столу.
2. Робоче місце необхідно утримувати в чистоті, зберігати комплект реактивів. Кожна склянка з реактивом забезпечена піпеткою; її не можна використовувати для роботи з іншими речовинами.
3. У лабораторії не дозволяється працювати без халата, приймати їжу, палити.
4. Досліди виконувати, суворо дотримуючись методики і вказівок викладача. Проводити досліди, не передбачені завданням, заборонено.
5. Зберігати отруйні і вогненебезпечні речовини і працювати з ними необхідно у витяжній шафі. Легкозаймісті рідини слід зберігати і переливати далеко від вогню.
6. При роботі з концентрованими розчинами кислот і лугів слід дотримуватися обережності, щоб уникнути опіків і псування одягу.
7. Нюхати вміст посудин слід обережно, направляючи помахами долоні пари до носа. Пробувати органічні речовини на смак категорично забороняється.
8. Слід дотримуватися особливої обережності при нагріванні пробірки з органічними речовинами на спиртівках і газових пальниках:
 - а) спиртівки і пальники запалювати тільки сірниками; посуд, в якому нагрівають реагуючі речовини, має бути сухим зовні;
 - б) вміст пробірки слід нагрівати в полум'ї пальника рівномірно, безперервно струшуючи, щоб уникнути перегрівання і викиду рідини;
 - в) кип'ятити рідину в пробірці потрібно, спрямовуючи її отвір убік від себе і студентів, що стоять поруч, не заглядаючи в неї зверху;
 - д) при виконанні дослідів по горінню газів (метану, пропену, ацетилену та ін.) пробірки слід нагрівати до припинення горіння газу, щоб уникнути попадання полум'я всередину пробірки.
9. Після закінчення роботи необхідно вимити посуд і прибрати робоче місце.
10. *Ознайомившись з правилами роботи в лабораторії, студент бере на себе зобов'язання їх дотримуватися, про що засвідчує його підпис в журналі.*

1. ВУГЛЕВОДНІ

1.1. Насичені вуглеводні (алкани)

Алкани – це вуглеводні аліфатичного ряду, в молекулах яких атоми карбону зв'язані між собою простими (одинарними) ковалентними зв'язками (σ -зв'язок). Їх ще називають насиченими вуглеводнями. Вони мають загальну формулу C_nH_{2n+2} . Алкани утворюють гомологічний ряд, першим представником якого є метан (CH_4) (див. розділ 5.1.)

У звичайних умовах перші чотири представники гомологічного ряду (метан, етан, пропан і бутан) – газоподібні речовини. Нерозгалужені алкани з кількістю атомів карбону від 5 до 17 – рідини, а з великим числом – тверді речовини. Газоподібні і тверді алкани не мають запаху, рідкі – мають характерний «бензиновий запах». Всі алкани легші за воду і практично нерозчинні в ній. Вони добре розчинні в неполярних розчинниках (диетиловому ефірі, чотирехлористому карбоні, бензені та ін.).

Всі атоми карбону в алканах знаходяться в sp^3 -гібридизованому стані, а тому мають конфігурацію тетраедра. Валентні кути між зв'язками складають $109^\circ28'$. Алкани нерозгалуженої будови мають зигзагоподібну конфігурацію:



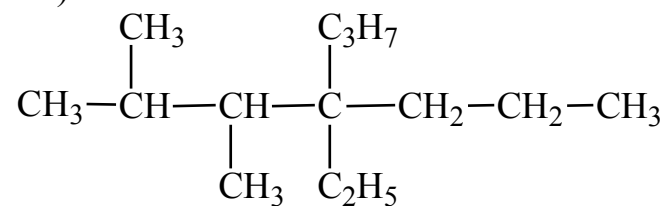
За звичайних умов алкани малореакційноздатні. Вони стійкі до дії кислот, лугів, окиснювачів. Для них не характерні реакції приєднання, але при певних умовах легко йдуть реакції заміщення (галогенування, нітрування, сульфування). На повітрі алкани горять з виділенням великої кількості енергії (енергоносії). При високих температурах і наявності каталізаторів алкани окиснюються киснем повітря, йде їх розщеплення з утворенням алканів з меншою молекулярною масою, їх ізомерів, продуктів дегідрування і циклізації (крекінг).

1.1.1. Контрольні завдання

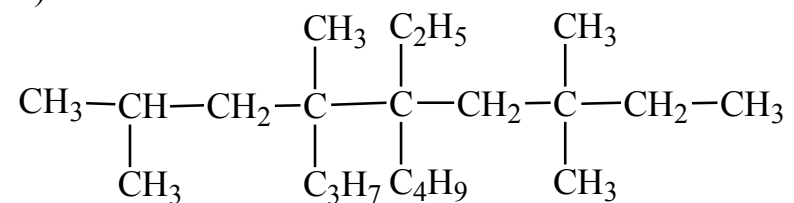
1. Напишіть структурну формулу 3-етил-2,3-диметил-октан.

2. Назвіть за номенклатурою ІUPAC:

а)



б)



Підкресліть первинні атоми карбону однією лінією, вторинні – двома, третинні – трьома, четвертинні – чотирма.

3. Напишіть реакцію бромовання 2-метил-гептан.

4. Напишіть реакцію сульфування 2-метил-пентан.

5. Напишіть реакцію нітрування 3-етил-2,2-диметил-гексан.

6. Напишіть реакцію каталітичного окиснення пропан.

Вкажіть умови протікання і назвіть продукти наведених вище реакцій.

1.2. Ненасичені вуглеводні (алкени)

Алкени – це вуглеводні аліфатичного ряду, в структурі яких є один подвійний зв'язок. Загальна формула алкенів: C_nH_{2n} .

Вони утворюють гомологічний ряд, першим представником якого є етилен (етен) ($CH_2=CH_2$), тому їх називають етиленовими вуглеводнями.

За фізичними властивостями етиленові вуглеводні близькі до алканів. За нормальних умов вуглеводні C_2-C_4 – гази, C_5-C_{17} – рідини, вищі представники – тверді речовини. Всі алкени нерозчинні у воді, добре розчинні в органічних розчинниках.

Хімічні властивості алкенів, їх реакційні здібності визначаються наявністю в їх структурі подвійного карбон-карбонного зв'язку.

Атоми карбону, зв'язані подвійним зв'язком, знаходяться в sp^2 -гібридному стані. Подвійний зв'язок є поєднанням ковалентних σ - і π -зв'язків. π -зв'язок є менш міцним, ніж σ -зв'язок. Електронна густина π -зв'язку «розірвана» і розташовується вище і нижче площини, в якій лежить σ -зв'язок sp^2 -гібридизованих атомів карбону.

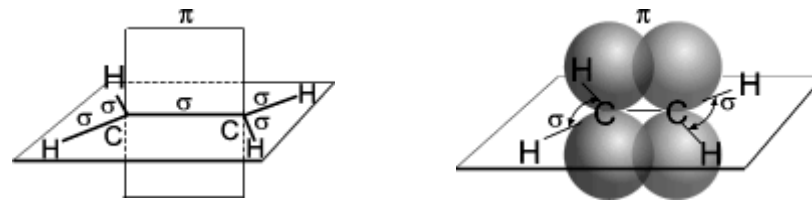


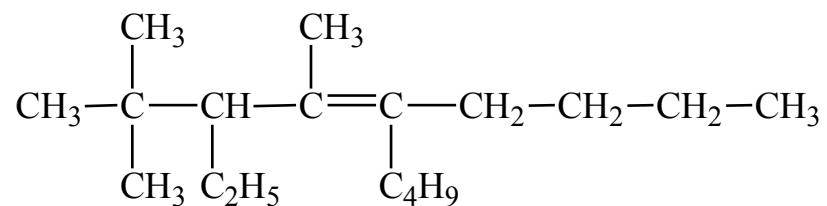
Рис. 1. Схематичне зображення будови молекули етилену. Алкени легко вступають в реакції приєднання (галогенів, галогеноводнів, води, гідрогену), окиснення, полімеризації, в ході яких відбувається розрив π -зв'язку.

1.2.1. Контрольні завдання

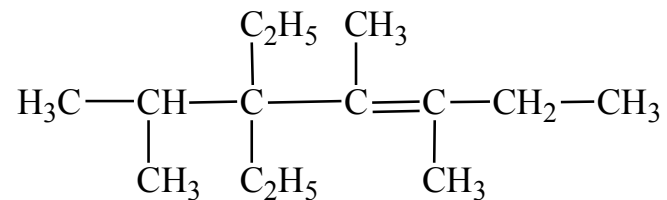
1. Напишіть структурну формулу 4-етил-2,3,3-триметил-гепт-1-ен.

2. Назвіть за номенклатурою IUPAC:

а)



б)



3. Напишіть реакцію гідрування бут-1-ен.

4. Напишіть реакцію бромовання 2-метилпент-2-ен.

5. Напишіть реакцію гідратації 2-метилгекс-1-ен. До якого класу органічних сполук відноситься отриманий продукт?

6. Напишіть реакцію приєднання хлоридної кислоти (HCl) до 2,3-диметилгепт-3-ен.

7. Напишіть реакцію окиснення атомарним Оксигеном у водному середовищі бут-2-ен.

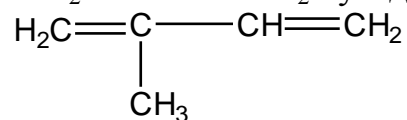
8. Напишіть реакцію ступінчатої полімеризації трьох молекул пент-1-ен.

1.3. Ненасичені вуглеводні (алкадієни, алкіни)

Алкадієновими називають вуглеводні аліфатичного ряду, що містять два подвійні зв'язки. Загальна формула їх C_nH_{2n-2} .

У алкадієнів зі спряженими подвійними зв'язками останні розділені одинарним зв'язком:

Наприклад: $CH_2=CH-CH=CH_2$ бутадієн-1,3 (дивініл)



2-метил-бутадієн-1,3 (ізопрен)

У цієї групи алкадієнів відбувається перекривання π -електронних хмар сусідніх σ -зв'язків і утворюється єдина π -електронна система. Тому реакції приєднання йдуть переважно з утворенням 1,4 продукту, їм характерна ланцюгова полімеризація.

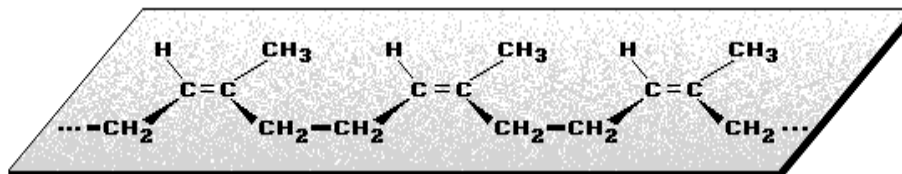


Рис. 2. Полімеризація ізопрену з утворенням натурального каучуку.

Алкіни – це вуглеводні аліфатичного ряду, в структурі яких є один потрійний зв'язок. Загальна формула алкінів: C_nH_{2n-2} .

Простим представником цього ряду вуглеводнів є ацетилен (етин) $HC\equiv CH$, тому алкіни також називають ацетиленовими вуглеводнями.

За фізичними властивостями три перші представники гомологічного ряду алкінів є газами, далі йдуть рідини ($C_5 - C_{15}$), а починаючи з вуглеводня $C_{16}H_{30}$ – тверді речовини.

Хімічні властивості алкінів зумовлені наявністю в їх структурі потрійного зв'язку. Атоми карбону, зв'язані потрійним зв'язком, знаходяться в стані sp -гібридизації. Потрійний зв'язок складається з одного σ -зв'язку і двох π -зв'язків, розташованими у взаємно перпендикулярних площинах.

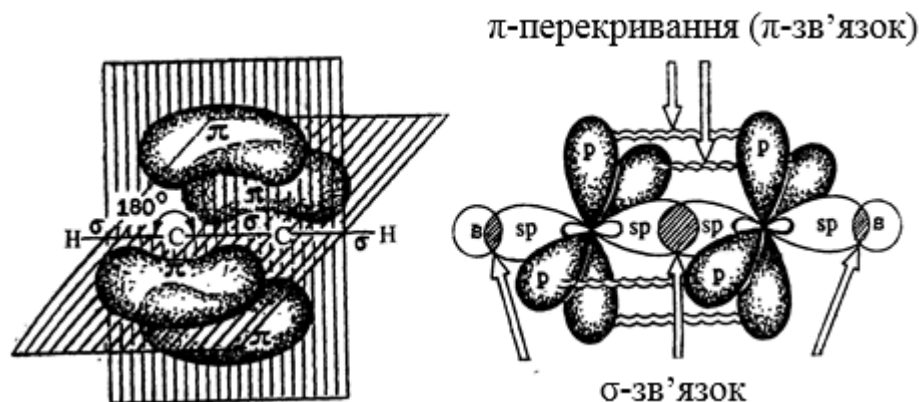


Рис. 3. Будова потрійного зв'язку в молекулі ацетилену.

Для алкінів, як і для сполук з подвійними зв'язками (алкенів, алкадієнів), характерні реакції приєднання за місцем розриву π -зв'язків. Ці реакції йдуть, як правило, в дві стадії. Після приєднання однієї молекули реагенту (галогену, галогеноводню, водню) алкін перетворюється в алкен, який може приєднувати за місцем розриву другого π -зв'язку іншу молекулу реагенту. Аналогічно алкенам, алкіни вступають в реакції окиснення, полімеризації. Алкіни з кінцевим потрійним зв'язком здатні заміщувати атом гідрогену при потрійному зв'язку на метали (ацетиленіди).

1.3.1. Контрольні завдання

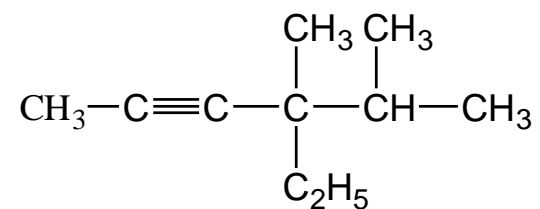
1. Напишіть структурну формулу:

а) 4,5-диетил-3,3-диметил-5-пропілнон-1-ин.

б) Напишіть структурну формулу 2,3-диметилокта-1,4-дієн.

2. Назвіть за номенклатурою IUPAC:

а)



б)



3. Подійте хлором на пента-1,3-дієн. Поясніть механізм реакції.

4. Подійте HBr на гекс-1-ін. Доведіть реакцію до кінця (поступово). Назвіть всі продукти реакції, отримані в кожній стадії.

5. Напишіть реакцію гідратації гепт-2-ин.

6. Окисніть слабким окисником (у водному середовищі) пропін.

7. Подійте оксидом срібла (Ag_2O) на 3-метил-гепт-1-ин.

8. Напишіть реакцію циклічної полімеризації бут-2-ин.

1.4. Ароматичні вуглеводні (арени)

Ароматичними вуглеводнями (аренами) називають сполуки, в молекулі яких є одне або декілька бензенових кілець. Залежно від кількості бензолових кілець розрізняють:

- 1) одноядерні (моноциклічні) арени;
- 2) багатоядерні (поліциклічні) арени.

Простим представником одноядерних ароматичних вуглеводнів є бензен (бензол) C_6H_6 .

Згідно з сучасним уявленням молекула бензену є правильним плоским шестикутником. У бензеновому кільці немає простих і подвійних зв'язків, а є так названі ароматичні (полуторні) зв'язки, довжина яких займає проміжне місце між одинарним (0,154 нм) і подвійним (0,134 нм) зв'язками і складає 0,140 нм.

Всі атоми карбону в кільці бензену знаходяться в sp^2 -гібридному стані. Кожен атом карбону утворює три σ -зв'язки, розташовані в одній площині під кутом 120° , і одну π -орбіталь віддає для утворення зв'язаної системи для всіх шести С-атомів. Електронна густина цієї системи делокалізована (розірвана) і сконцентрована над і під площиною σ -скелету молекули.

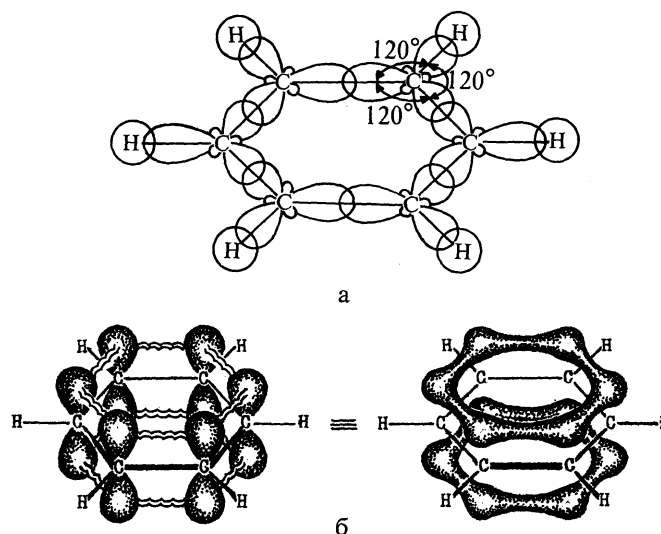
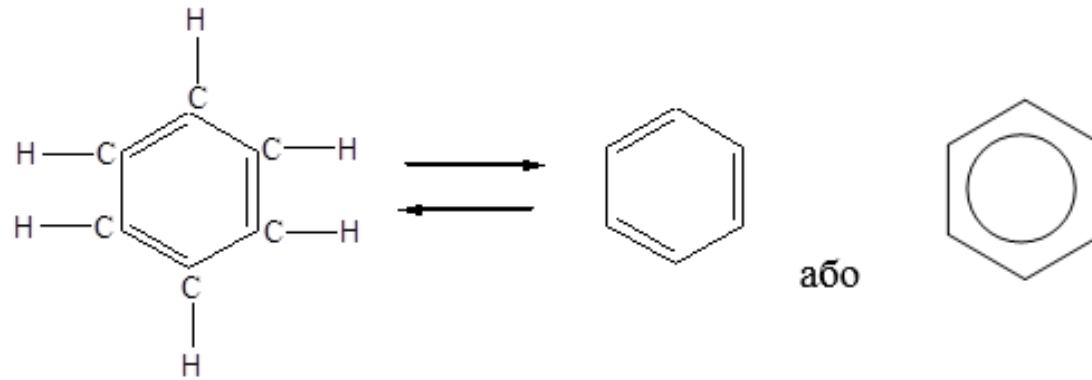


Рис.4. Схема утворення σ -зв'язків (а) і замкнутої π -електронної системи (б) в молекулі бензену.

Тому структурну формулу бензену зараз пишуть і так:



За звичайних умов бензен і його нижчі гомологи це рідини з сильним специфічним запахом. Бензен отруйний. Тривале вдихання парів спричиняє лейкемію.

Всі ароматичні вуглеводні нерозчинні у воді, розчиняються в органічних розчинниках. Багато які з них самі є розчинниками для інших органічних речовин (бензен, толуен, ксилен та ін.)

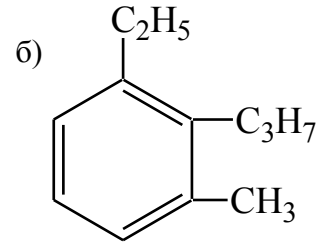
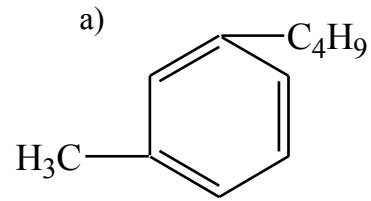
Для аренів типовими є реакції заміщення (галогенування, нітрування, сульфування).

Надто важко (у «жорстких» умовах) йдуть реакції приєднання (гідрування, галогенування). Бензенове кільце дуже стійке до дії окиснювачів. Значно легше окиснюються гомологи бензену.

1.4.1. Контрольні завдання

1. Напишіть структурні формули орто-метил-пропіл-бензену та 1-етил-4-пропіл-бензену.

2. Назвіть наступні сполуки:



3. Напишіть реакцію нітрування бензену (провести реакцію поступово по стадіях). Отримані продукти у всіх хімічних реакціях назвати.

4. Напишіть реакцію сульфування етил-бензену трьома молекулами сульфатної кислоти.

5. Подійте двома молекулами брому на бутил-бензен при дії УФО (реакція заміщення).

6. Окисніть 1,2-дипропіл-бензен. Вкажіть умови реакції.

7. Приєднайте хлор до пара-етил -метил-бензену. Вкажіть умови реакції.

1.5. Підсумкове заняття №1.

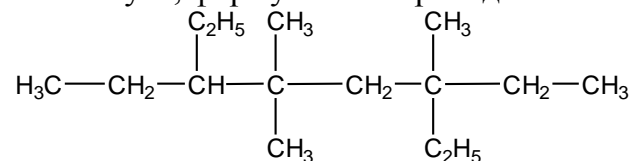
Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Вуглеводні». 1. Для назви насичених вуглеводнів є характерним суфікс...

2. Для назви радикалів насичених вуглеводнів є характерним суфікс...

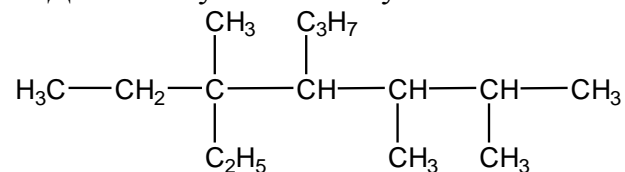
3. Загальна формула гомологічного ряду алканів...

4. C_nH_{2n+2} – формула гомологічного ряду ...

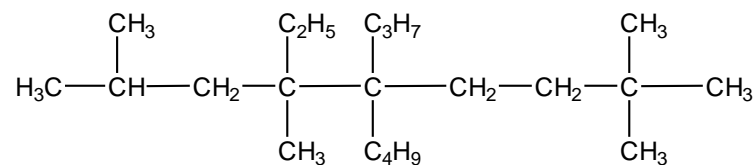
5. Сполука, формула якої приведена нижче, називається...



6. Дана сполука має назву...



7. Дана сполука має назву...



8. Напишіть сполуку, що має назву 3-етил-2,2-диметилгексан...

9. Напишіть структурну формулу сполуки, що відповідає назві 2,4-диетил-2,3,6-триметил-3-пропілгектан...

10. Згідно з першим правилом В.В.Марковнікова заміщення гідрогену у алканів відбувається...

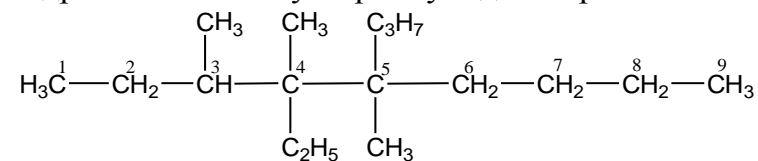
11. Алкани вступають в реакцію заміщення з...

12. В результаті взаємодії 3-етилгексану з хлором утворюється...

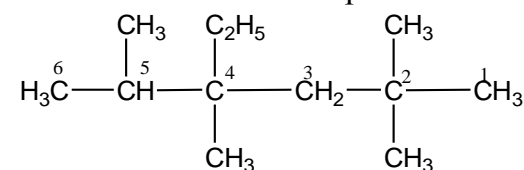
13. В результаті взаємодії 2-метилпентану з нітратною кислотою утворюється...

14. В результаті взаємодії 3-пропілгептану з сульфатною кислотою утворюється...

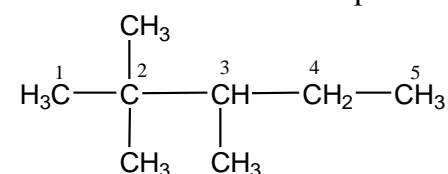
15. При взаємодії з галогеном першим буде заміщуватися Гідроген біля атому Карбону під номером...



16. Нітратна кислота буде взаємодіяти з атомом Карбону, який позначений номером...



17. Сульфатна кислота буде взаємодіяти з атомом Карбону, який позначений номером...



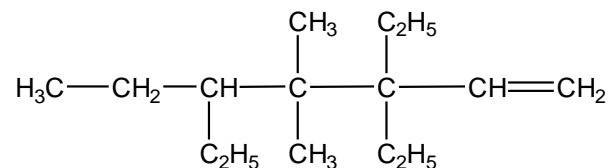
18. Продуктами каталітичного окиснення алканів можуть бути...

19. Для назви етиленових вуглеводнів є характерним суфікс...

20. C_nH_{2n} – формула гомологічного ряду...

21. В результаті взаємодії 3-етилгепт-2-ен з бромом утворюється ...

22. Вуглеводень, формула якого приведена нижче, називається...



23. Алкени вступають в реакції...

24. Внаслідок приєднання HCl до 2-метилпент-2-ен утворюється...

25. Внаслідок приєднання HON до 2-метилгекс-2-ен утворюється...

26. Внаслідок окиснення пент-2-ен атомарним Оксигеном в присутності води (реакція Вагнера) утворюється...

27. При взаємодії водню з 3,3,5-триетил-2,5-диметилгекс-1-ен Гідроген буде приєднуватись до атомів Карбону з порядковими номерами...

28. При взаємодії HCl з 3-метил-4-пропілгепт-2-ен Гідроген буде приєднуватись до атому Карбону з порядковим номером...

29. При взаємодії HBr з 2,4-диметил-пент-2-ен бром буде приєднуватися до атому Карбону з порядковим номером...

30. При взаємодії води з 4,4-диетил-2-метил-гепт-2-ен Гідроген буде приєднуватися до атому Карбону з порядковим номером...

31. При окисненні атомарним Оксигеном у водному середовищі бут-2-ен на першій стадії утвориться...

32. При окисненні молекулярним оксигеном бут-2-ену утворюється...

33. При лінійній полімеризації пент-2-ену утвориться..

34. При ступінчатій полімеризації 2 молекул пент-2-ену утвориться...

35. Для назви дієнових вуглеводнів є характерним суфікс...

36. Формула гомологічного ряду алкадієнів...

37. Бута-1,3-дієн є сполукою з ... зв'язками.

38. Пента-1,2-дієн є сполукою з ... зв'язками.

39. Гекса-1,5-дієн є сполукою з ... зв'язками.

40. В результаті взаємодії бута-1,3-дієн з однією молекулою бром утворюється...

41. Для назви ацетиленових вуглеводнів є характерним суфікс...

42. Формула гомологічного ряду алкінів...

43. C_nH_{2n-2} – формула гомологічного ряду...

44. Ацетиленові вуглеводні вступають в реакції...

45. В результаті приєднання молекули води до пент-1-ин утворюється ...

46. Внаслідок взаємодії ацетилену (реакція Кучерова) з водою утворюється ...

47. В результаті взаємодії алкінів (крім ацетилену) з водою утворюються...

48. Реакція заміщення з Ag_2O (Cu_2O) характерною є тільки для ацетиленових з ...

49. В результаті реакції ступінчатої полімеризації 2-х молекул ацетилену утворюється...

50. Формула гомологічного ряду циклоалканів...

51. В результаті взаємодії циклопропану з бромом утворюється...

52. В результаті взаємодії циклогексану з бромом утворюється...

53. Оберіть сполуки, які відповідно до теорії напруги А.Байєра є нестійкими і вступають в реакції приєднання...

54. C_nH_{2n-6} – формула гомологічного ряду...
55. Формула гомологічного ряду аренів ...
56. Орто-етилметилбензен можна інакше назвати...
57. Мета-етилпропілбензен можна інакше назвати...
58. Пара-диметилбензен можна інакше назвати...
59. Бензен та його гомологи вступають в реакції заміщення з...
60. В результаті взаємодії бензену з трьома молекулами нітратної кислоти утворюється...
61. В результаті взаємодії етилбензену з 1 молекулою нітратної кислоти утворюється...
62. В результаті взаємодії бензену з трьома молекулами сульфатної кислоти утворюється....
63. В результаті взаємодії пропілбензену з молекулою нітратної кислоти утворюється....
64. У бензеновому кільці замісники першого роду (алкіли, галогени, -ОН) направляють наступну групу в__ положення.
65. В бензеновому кільці замісники другого роду (-SO₃H, -NO₂, -COOH) направляють наступну групу в__ положення.

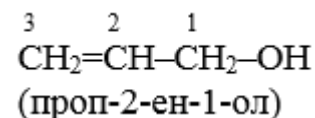
2. Оксигеновмісні органічні сполуки

2.1. СПИРТИ ТА ФЕНОЛИ

Спирти і феноли – це гідроксильні похідні вуглеводнів, у яких один або декілька атомів Гідрогену заміщено на гідроксильну групу. За будовою вуглеводневого радикалу **спирти** класифікуються на:

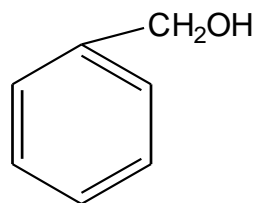
➤ насичені: *наприклад* $\text{CH}_3\text{—OH}$ (метанол),
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{—OH}$ (етанол)

➤ ненасичені:



(гідроксигрупа –OH знаходиться при С-атомі, від якого не відходить = зв'язок).

➤ ароматичні:



(бензеновий спирт)

*(група –OH знаходиться в бічному ланцюзі. Якщо –OH безпосередньо зв'язана з ароматичним ядром, то ці речовини називаються **феноли**).*

За кількістю гідроксильних груп розрізняють:

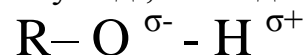
- 1) одноатомні спирти (алкоголі);
- 2) двохатомні спирти (гліколі);
- 3) трьохатомні спирти (гліцерини);
- 4) багатоатомні спирти.

За розташуванням гідроксильної групи у вуглеводневому ланцюзі спирти поділяють на:

- 1) первинні (група –OH розташована при первинному атомі Карбону);
- 2) вторинні (група –OH розташована при вторинному атомі Карбону);
- 3) третинні (група –OH розташована при третинному атомі Карбону).

Нижчі одноатомні насичені спирти – це рідини з характерним «алкогольним» запахом (метанол, етанол, пропанол).

Бутаноли і пентаноли мають неприємний «сивушний» запах. Вищі алканоли мають приємний запах. Спирти краще розчинні у воді, ніж відповідні вуглеводні, оскільки вони є полярними сполуками:



Спирти досить реакційноздатні.

Для них характерні реакції:

- 1) заміщення гідрогену в гідроксильній групі (отримання алкоголятів лужних металів, взаємодія з мінеральними і органічними кислотами – реакція естерифікації);
- 2) заміщення всієї гідроксильної групи (при взаємодії з галогеноводнями (кислотами), з амоніаком);
- 3) реакції дегідратації (внутрішньомолекулярна з утворенням ненасичених вуглеводнів і міжмолекулярна з утворенням простих ефірів);
- 4) окиснення.

Феноли – це гідроксильні похідні аренів, в бензеновому ядрі яких один або декілька атомів Гідрогену заміщено на гідроксильні групи.

Кількість гідроксильних груп визначає атомність фенолів. За цією ознакою їх класифікують:

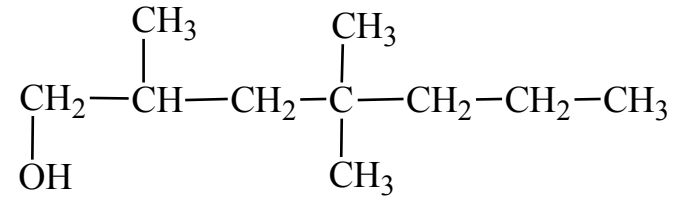
- 1) одноатомні феноли (ареноли);
- 2) двохатомні феноли (арендіоли);
- 3) трьохатомні феноли (арентриоли);
- 4) багатоатомні феноли (аренполіоли).

Феноли істотно відрізняються від спиртів за своїми фізичними і хімічними властивостями. Прості феноли – це або в'язкі рідини, або низькоплавкі тверді речовини з дуже специфічним стійким (карболовим) запахом. Фенол малорозчинний у воді (9 частин фенолу на 100 частин води). При зберіганні під дією Оксигену повітря він окиснюється і набуває рожево-темного забарвлення за рахунок домішок продуктів окиснення.

За хімічними властивостями феноли в порівнянні зі спиртами проявляють кисліші властивості внаслідок сильної поляризації зв'язку $-\text{O}^{\sigma^-}-\text{H}^{\sigma^+}$ і «відтягування» електронів до бензенового ядра. На відміну від спиртів вони добре реагують з лугами з утворенням фенолятів. Реакції заміщення в бензоловому кільці під впливом гідроксильної групи протікають активніше, ніж у бензену.

2.1.1. Контрольні завдання

1. Дати назву спирту:



2. Написати рівняння реакції взаємодії між натрієм і 2,2-диметилпентан-1-ол. Назвати отриману сполуку.

3. Написати рівняння реакції отримання простого ефіру із 3-метилпентан-2-ол. Назвати отриману сполуку і вказати умови реакції.

4. Написати рівняння реакції отримання ненасиченого вуглеводню із 3,4-диетилгексан-2-ол. Назвати отриману сполуку і вказати умови реакції.

5. Написати рівняння реакції отримання складного ефіру із сульфатної кислоти та 2-метилбутан-1-ол. Назвати отриману сполуку і вказати умови реакції.

6. Написати рівняння реакції взаємодії між PCl_5 та 2-метилоктан-1-ол. Назвати отриману сполуку.

7. Написати рівняння реакції окиснення атомарним Оксигеном 3,3,6-триметилгептан-2-ол. Назвати отриману сполуку.

8. Напишіть реакцію нітрування фенолу розбавленою кислотою.

2.1.2. Лабораторна робота «Спирти і феноли»

Перегляньте за посиланням відповідний дослід (за умови дистанційного навчання), запишіть рівняння реакції, спостереження та висновки у таблицю.

№ досліду	Назва досліду Хід роботи	Рівняння реакції	Спостереження	Висновки
1.	<p><u>Одержання і властивості натрію алкоголяту.</u> У пробірку налити 3 мл етилового спирту. Потім опустити в спирт невеликий шматочок металічного натрію, очищеного від оксидів і просушеного фільтрувальним папером від гасу. Спостерігаємо виділення газу. Після розчинення металічного натрію додаємо невелику кількість води і декілька крапель фенолфталеїну. https://youtu.be/LeyOerP4zK8</p>			
2.	<p><u>Дія купрум (II) гідроксиду на одно-, дво- і трьохатомні спирти.</u> Для приготування купрум (II) гідроксиду у пробірку налити розчину натрію гідроксиду і додати розчину купрум (II) сульфату. У пробірці утворюється осад купрум (II) гідроксиду. У першій пробірці приготувати водний розчин гліцерину, до якого додати розчин купрум (II) гідроксиду, ретельно перемішати. Спостерігати за характером забарвлення. Повторити дослід із водним розчином етиленгліколю. https://youtu.be/HMtjYl_Kp8k</p>			

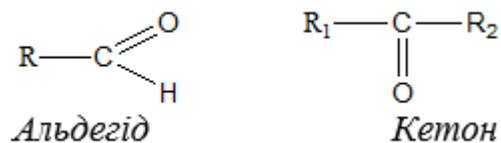
3.	<p><u>Одержання простого (медичного, диетилового) ефіру.</u> При нагріванні етанолу з концентрованою сульфатною кислотою на піщаній бані до 140°C у реакції міжмолекулярної дегідратації утворюється диетиловий ефір, що відганяється з реакційної колби на установці для фракційної перегонки. https://youtu.be/vs8nE-ntXWs</p>			
4.	<p><u>Окиснення етанолу.</u> У пробірку зі спиртом додати розчину калію перманганату, підкисленого 2н розчином сульфатної кислоти. Пробірку енергійно струсити і злегка нагріти. https://youtu.be/NmOoH-Xpnd0</p>			
5.	<p><u>Розчинність фенолу у воді.</u> В пробірку внести небагато кристалічного фенолу, підлити декілька крапель дистильованої води, і струсити. https://youtu.be/GHuLtv59G44</p>			
6.	<p><u>Одержання і властивості феноляту і нафтоляту натрію.</u> До розчин фенолу підлити 5 % розчину натрію гідроксиду до повного розчинення осадів. Потім до розчину, що утворився, додати 2н розчину сульфатної кислоти.</p>			
7.	<p><u>Бромвання фенолу.</u> Приготувати розчин фенолу, до якого додати бромну воду.</p>			

8.	<p><u>Якісна реакція на фенол.</u> У пробірці приготувати розчин фенолу, до якого додати розчин феруму (III) хлориду.</p>			
----	--	--	--	--

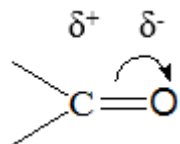
2.2. АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ

Альдегіди і кетони – це похідні вуглеводнів, які містять у своєму складі карбонільну групу $>C=O$, тому їх ще називають карбонільними сполуками.

Загальна формула:



Мурашиний альдегід (формальдегід, метаналь – $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$) – це газ, 40 % розчин якого називають формаліном. Нижчі альдегіди і кетони – летючі рідини з характерним запахом, розчинні у воді і органічних розчинниках. Хімічні властивості їх зумовлені наявністю карбонільної групи, в якій подвійний зв'язок поляризований:



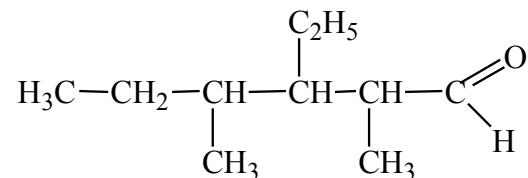
Альдегіди в хімічних реакціях, як правило, більш активні, ніж кетони. Їм характерні наступні типи хімічних реакцій:

1. Реакції приєднання за місцем розриву π -зв'язку карбонільної групи.
2. Реакції заміщення карбонільного Оксигену.
3. Реакції полімеризації і конденсації.
4. Реакції окиснення.

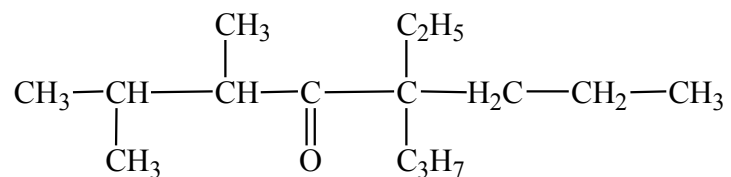
2.2.1. Контрольні завдання

1. Дати назву наступним сполукам:

а)



б)



2. Написати рівняння реакції окиснення слабким окиснювачем 3-метилпентаналу та 3-метилпентан-2-он. Назвати отримані сполуки.

3. Написати рівняння реакції приєднання гідросульфїту натрію до 3-етил-3-метилгексаналь.

4. Написати рівняння реакції приєднання водню до 3,3-диметилпентан-2-он.

5. Написати рівняння реакції отримання фенілгідрозону з 3-етилгептаналь.

6. Написати рівняння реакцій альдольної та кротонової конденсації бутан-2-он.

7. Написати рівняння реакції циклічної полімеризації бутаналю.

2.2.2. Лабораторна робота «Альдегіди і кетони»

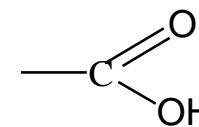
Перегляньте за посиланням відповідний дослід (за умови дистанційного навчання), запишіть рівняння реакції, спостереження та висновки у таблицю.

№ досліду	Назва досліду Хід роботи	Рівняння реакції	Спостереження	Висновки
1.	<p><u>Якісна реакція на альдегіди з фуксинсульфітною кислотою.</u> У маленьку пробірку налити 1 мл розчину фуксинсульфітної кислоти і 2-3 краплі розчину метанолу. https://youtu.be/TN5GrnZGvHY</p>			
2.	<p><u>Одержання метанолу.</u> У маленьку пробірку налити 1 мл метанолу, обережно занурити в нього розжарену в полум'ї спиртівки мідну спіраль (CuO) і спостерігати зміну кольору спіралі. До отриманого розчину підлити 1 мл фуксинсульфітної кислоти. https://youtu.be/qfTP23_gnOk https://youtu.be/HsTnR0kfU-Y</p>			
3.	<p><u>Одержання етанолу.</u> У маленьку пробірку внести невелику кількість кристалічного калію дихромату (K₂Cr₂O₇), додати 3-4 краплі 20 % розчину сульфатної кислоти, 5-10 крапель етилового спирту і енергійно струсити пробірку. Окиснення етилового спирту супроводжується відновленням хрому. Розчини сполук, що містять Cr⁶⁺, забарвлені в жовтий або оранжевий колір, ті, що містять Cr³⁺ – забарвлені в зелений колір.</p>			

	https://youtu.be/wzF2wBchebM			
4.	<p><u>Реакція «срібного дзеркала».</u> У дві маленькі пробірки налити по декілька крапель аміачного розчину оксиду аргентуму (окиснювач), потім в одну з пробірок додати декілька крапель розчину формальдегіду (формалін), а в іншу – декілька крапель ацетону і обережно нагрівати. https://youtu.be/xtaH2zmR7IY https://youtu.be/mgsaJwd85IM</p>			
5.	<p><u>Реакція Троммера.</u> У двох маленьких пробірках одержати купрум (II) гідроксид. Для цього в кожен пробірку налити по 1 мл 5 % розчину натрію гідроксиду і по 2-3 краплі 5 % розчину купрум сульфату. Утворюється блакитний осад купрум (II) гідроксиду. В одну пробірку додати декілька крапель розчину формальдегіду (формалін), а в іншу – декілька крапель ацетону. Пробірки нагрівати. https://youtu.be/Ob-Ocmar35s https://youtu.be/frKUzjiTiog</p>			
6.	<p><u>Окиснення бензальдегіду киснем повітря.</u> На поверхню предметного скла нанести тонким шаром краплю бензальдегіду і залишити на деякий час. Кристали, що утворилися, розчинити у воді і занурити в розчин синій лакмусовий папірець. Як змінюється колір лакмусового папірця? Чому? https://youtu.be/iD5se8R5i1E</p>			
7.	<p><u>Одержання фенілгідрозону формальдегіду.</u> У маленьку пробірку налити невелику кількість водного розчину формальдегіду,</p>			

	<p>додати розчину 2,4-динітрофенілгідразину до появи жовтого осаду. https://youtu.be/5Jz0c9Uj3IM</p>			
8.	<p><u>Альдольна конденсація бензальдегіду з ацетоном.</u> У пробірку налити 2,5 мл етилового спирту і кілька кристалів натрію гідроксиду (використовується в якості каталізатора), суміш збовтати до повного розчинення натрію гідроксиду. В одержаний розчин додати бензальдегід і ацетон, перемішати. Для проходження реакції до кінця помістити пробірку на водяну баню і залишити до появи інтенсивного забарвлення, а згодом утворення жовто-коричневих кристалів. https://youtu.be/PQ29M0eI3IQ</p>			
9.	<p><u>Полімеризація альдегідів і властивості полімерів.</u> У пробірку налити розчин резорцину, додати формальдегід. Для початку реакції обережно додати декілька крапель хлоридної кислоти (HCl). https://youtu.be/gfKCV262264</p>			
10.	<p><u>Каталітичне окиснення ацетону («ацетоновий ліхтарик»)</u> У колбу налити ацетон. Мідний дріт скрутити щільно і нагріти на вогні до червоного кольору, після чого помістити в колбу так, щоб дріт знаходився над рідиною і не торкався її. https://youtu.be/G_3JjunMTk8</p>			

2.3. МОНОКАРБОНОВІ КИСЛОТИ



Карбонові кислоти це похідні вуглеводнів які містять в своєму складі карбоксильну групу:

Кількість карбоксильних груп визначає основність кислоти. За цим показником їх класифікують на:

- 1) одноосновні (монокарбонові кислоти);
- 2) двоосновні (дикарбонові кислоти);
- 3) трьохосновні (трикарбонові кислоти).

За будовою вуглеводневого радикалу їх ділять на: 1) насичені; 2) ненасичені; 3) ароматичні та ін.

Нижчі насичені **монокарбонові кислоти** (мурашина, оцтова, пропіонова) за звичайних умов легко рухомі рідини з різким запахом, добре розчинні у воді. Кислоти з C₄-C₉ – маслянисті рідини з неприємним запахом, з числом атомів карбону більше C₉ – тверді речовини. Зі збільшенням молекулярної маси кислот їх розчинність у воді знижується. Вищі карбонові кислоти нерозчинні у воді. У тканинах організму тварин присутні карбонові кислоти з нерозгалуженим вуглеводневим ланцюгом і парним числом C – атомів, що пов'язане з особливістю їх обміну (формули і назви їх див. у розділі 5.2.).

Реакційна здатність карбонових кислот, насамперед, пов'язана з наявністю в їх структурі карбоксильної групи.

Характерними є наступні типи хімічних реакцій:

1. Заміщення гідрогену (кислотні властивості).
2. Заміщення всієї гідроксильної групи – одержання похідних карбонових кислот (складних ефірів, амідів, галогенангідридів і ангідридів).
3. Декарбоксілування (з руйнуванням карбоксильної групи і виділенням CO₂).

2.3.1. Контрольні завдання

1. Написати рівняння реакцій одержання карбонової кислоти з октан-1-ол.

2. Написати рівняння реакції утворення аміду капронової кислоти.

3. Написати рівняння реакції утворення бромангідриду міристинової кислоти.

4. Написати рівняння реакції утворення ангідриду лауринової кислоти.

5. Написати рівняння утворення естеру (складного ефіру) з пропіонової кислоти та етилового спирту.

6. Написати рівняння реакції взаємодії пропан-1-ол з хлорангідридом валеріанової кислоти.

7. Написати рівняння реакції взаємодії аміаку з ангідридом оцтової кислоти.

8. Написати рівняння реакції декарбокисилування каприлової кислоти.

9. Написати рівняння реакції взаємодії хлору з масляною кислотою.

2.4. ДИКАРБОНОВІ КИСЛОТИ ТА ЖИРИ

Дикарбонові кислоти – кристалічні речовини, нижчі гомологи добре розчинні у воді, містять дві карбоксильні групи.

За хімічними властивостями для них характерними є ті ж реакції, що і для монокарбонівих кислот, але кожна реакція може повторюватися двічі, тому можливим є утворення двох видів похідних:

а) кислих (неповних); б) середніх (повних).

Виняток становлять реакції, що протікають з нагріванням.

Жири (тригліцериди, триацилгліцероли) – це складні ефіри трьохатомного спирту гліцерину і вищих карбонівих кислот. Вони легко гідролізуються в лужному середовищі з утворенням гліцерину і Na(K) – солей карбонівих кислот (мила) – реакція омилення.

При гідролізі в кислому середовищі жири утворюють гліцерин і вільні карбонові кислоти.

Якщо в структуру жирів входять ненасичені карбонові кислоти, то по подвійних зв'язках в їх радикалах йдуть реакції приєднання галогенів, окиснення.

Жири характеризують певними *константами* (або числами).

Кислотне число – це кількість міліграмів КОН, яке йде на нейтралізацію вільних карбонових кислот, що містяться в одному грамі жиру. Чим вище кислотне число жиру, тим старіший жир, тобто кислотне число вказує на якість жиру.

Йодне число – це кількість грамів I_2 , що здатна приєднатися до 100 грамів жиру. Воно характеризує ступінь ненасиченості жиру (відносний % ненасичених карбонових кислот в ньому).

2.4.1. Контрольні завдання

1. Написати рівняння реакції взаємодії малонової кислоти з гідроксидом кальцію.
2. Написати рівняння реакції взаємодії янтарної (бурштинової) кислоти з метанолом.
3. Написати рівняння реакції взаємодії щавелевої (оксалатної) кислоти з амоніаком.

4. Написати реакцію, яка протікає при нагріванні глутарової кислоти.

5. Написати реакцію отримання лаурино-олео-стеарату.

6. Написати рівняння реакції гідролізу в лужному середовищі міристино-капроно-пропіонату.

7. Написати рівняння реакції хлорування стеаро-олео-пальмітату.

2.4.2. Лабораторна робота «Карбонові кислоти і жири»

Перегляньте за посиланням відповідний дослід (у разі дистанційного навчання), запишіть рівняння реакції, спостереження та висновки у таблицю.

№ досліду	Назва досліду Хід роботи	Рівняння реакції	Спостереження	Висновки
1.	<p><u>Утворення нерозчинних кальцієвих солей жирних кислот</u> У пробірку прилити розчин господарського мила, додати розчин хлориду кальцію, перемішати. Чи утворюється в пробірці піна? https://youtu.be/quWRs9ZBc_A</p>			
2.	<p><u>Взаємодія оцтової кислоти з металами.</u> У три пробірки налити по 1 мл оцтової кислоти. В одну із пробірок додати магній, у другу цинк, у третю – мідь. Спостерігаємо за швидкістю проходження реакції. https://youtu.be/QmhVISjYts0</p>			
3.	<p><u>Взаємодія оцтової кислоти з Купрум (II) оксидом.</u> У пробірку додати сухого Купрум (II) оксиду, прилити розчин оцтової кислоти. Для пришвидшення реакції нагріти пробірку. https://youtu.be/cOU-D7dAxmQ</p>			
4.	<p><u>Взаємодія оцтової кислоти з гідрогенкарбонатом натрію.</u> Приготувати пробірку з гідрогенкарбонатом</p>			

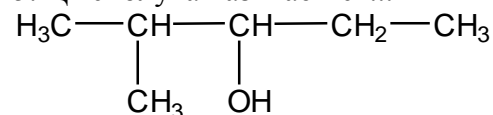
	натрію (харчова сода), прилити до розчину оцтової кислоти. https://youtu.be/48KHFFtcE_E			
5.	<u>Взаємодія оцтової кислоти з розчином лугу (реакція нейтралізації).</u> Приготувати розбавлені розчини оцтової кислоти і гідроксиду натрію. В пробірку з розчином лугу додати фенолфталеїн. Додати до розчину лугу кислоти. Спостерігаємо за змінами. https://youtu.be/-J7h4VD0iLs			
6.	<u>Гідроліз ацетату натрію.</u> У пробірку додати кристалогідрат ацетату натрію і сухий фенолфталеїн. Для гідролізу суміш нагріти до появи рідини малинового забарвлення. Охолодити пробірку, спостерігаючи зміну кольору, після чого знову нагріти. https://youtu.be/whFIZzqsdB0			
7.	<u>Окиснення мурашиної кислоти слабким окисником.</u> У одну пробірку налити 1 мл мурашиної кислоти, а у другу – оцтової кислоти, додати до обох пробірок таку ж кількість розчину перманганату калію, перемішати і підігріти. https://youtu.be/LcCtpRGVDg4			
8.	<u>Розкладання мурашиної кислоти</u> У пробірку налити розчин мурашиної кислоти, додати концентровану сульфатну кислоту. Закрити пробірку пробкою з			

	<p>газовідвідною трубкою. Обережно підпалити газ, що виділяється. Для прискорення реакції нагріти пробірку.</p> <p>https://youtu.be/onQQRS8s8HY</p>			
9.	<p><u>Властивості олеїнової кислоти.</u></p> <p>В пробірку налити олеїнову кислоту і додати бромної води, енергійно струсити.</p> <p>https://youtu.be/0-C1pVMNsDQ</p>			
10.	<p><u>Визначення ненасиченості жирів.</u></p> <p>В пробірку налити 1 мл рослинної олії і додати бромної води, енергійно струсити.</p> <p>https://youtu.be/r_6AICFZZYc</p>			

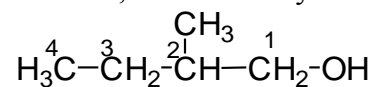
2.5. Підсумкове заняття №2.

Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Оксигеновмісні сполуки».

1. Молекула спирту містить функціональну групу...
2. Назви двохатомних спиртів мають суфікс...
3. Гомологічний ряд одноатомних насичених спиртів має формулу...
4. Назви одноатомних спиртів мають суфікс...
5. Ця сполука називається...



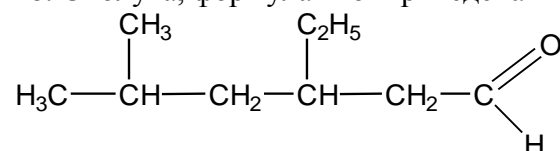
6. Які спирти реагують з $\text{Cu}(\text{OH})_2$...
7. Які спирти найбільш активно реагують з натрієм...
8. Натрій заміщує в спирті Гідроген, який розташований при С-атомі, позначеному номером...



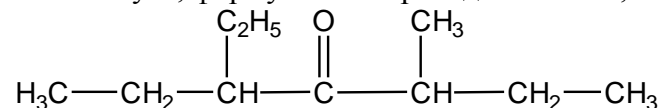
9. Відповідно до правила Зайцева в реакціях дегідратації спиртів гідроген віднімається від...
10. В результаті внутрішньомолекулярної дегідратації спиртів утворюються...
11. В результаті міжмолекулярної дегідратації спиртів утворюються...
12. В результаті окиснення первинних спиртів утворюються...
13. В результаті окиснення вторинних спиртів утворюються...
14. В результаті окиснення етилового спирту утворюється...
15. В результаті міжмолекулярної дегідратації етилового спирту утворюється...
16. В результаті внутрішньомолекулярної дегідратації етилового спирту утворюється...

17. В результаті окиснення пропан-1-ол утворюється...
18. В результаті міжмолекулярної дегідратації пропан-1-ол утворюється...
19. В результаті внутрішньомолекулярної дегідратації пропан-1-ол утворюється...

20. Напишіть структурну формулу гліцерину...
21. Які сполуки відносять до фенолів....
22. Чи реагує з гідроксидом натрію фенол? Якщо так, то які сполуки утворюються?
23. Розчин фенолу у воді має кислотні чи лужні властивості?
24. В результаті взаємодії фенолу з бромом утворюється...
25. Особливості взаємодії фенолу з нітратною кислотою.
26. Молекула альдегіду містить функціональну групу...
27. Молекула кетону містить функціональну групу...
28. Сполука, формула якої приведена нижче називається...



29. Сполука, формула якої приведена нижче, називається...



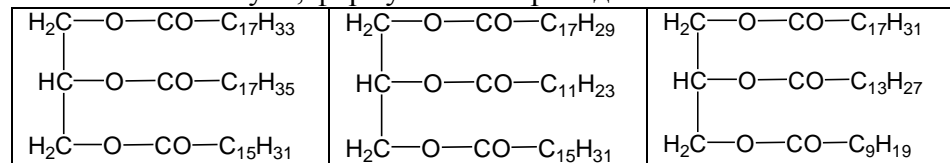
30. Оксинітрили утворюються в результаті реакції взаємодії альдегідів або кетонів з...
31. Оксими утворюються в результаті реакції взаємодії альдегідів або кетонів з...
32. Фенілгідрозони утворюються в результаті реакції взаємодії альдегідів або кетонів з...
33. Основи Шиффа утворюються в результаті реакції взаємодії альдегідів або кетонів з...
34. Внаслідок приєднання Гідрогену до 2-метилгексаналю утворюється...

35. Внаслідок приєднання Гідрогену до 3-етилгексан-2-он утворюється...
36. Внаслідок дії PCl_5 на гексан-2-он утворюється...
37. В результаті реакції взаємодії альдегіду і спирту утворюються...
38. Внаслідок взаємодії пропаналу з Ag_2O утворюється...
39. В результаті реакції взаємодії альдегідів або кетонів з HCN утворюються...
40. 3,3-дихлоргексан утворюється в результаті реакції взаємодії гексан-3-он з...
41. Формула гомологічного ряду насичених монокарбонних кислот...
42. Молекула карбонової кислоти містить функціональну групу...
43. Хлорангідрид можна отримати внаслідок взаємодії карбонової кислоти з...
44. Амід утворюється внаслідок взаємодії карбонової кислоти з...
45. Ангідриди утворюються в результаті відняття молекули води від...
46. Складні ефіри утворюються внаслідок взаємодії...
47. Напишіть формулу хлорангідриду оцтової кислоти...
48. Напишіть формулу амиду оцтової кислоти...
49. Напишіть формулу ангідриду оцтової кислоти...
50. Напишіть формулу етилпропіонату (етилового ефіру пропіонової кислоти)...
51. Напишіть формулу сполуки, яка утвориться при декарбоксилюванні валеріанової кислоти...
52. Напишіть формулу лінолевої кислоти...
53. 9,10-дйодстеаринова кислота може утворитися внаслідок приєднання йоду до...
54. В результаті приєднання Гідрогену до олеїнової кислоти утворюється...
55. В результаті приєднання Гідрогену до лінолевої кислоти утворюється...

56. В результаті приєднання Гідрогену до лінолевої кислоти утворюється...

57. Молекула тригліцериду (жиру) олео-лінолено-пальмітату здатна приєднувати гідроген, максимально .. молекул

58. Назвіть сполуки, формули яких приведені нижче.



59. Рідкі жири містять переважно ... кислоти, а тверді жири містять переважно ... кислоти.

60. За хімічною будовою жири є...

61. Гліцерин і солі карбонних кислот (мило) утворюються внаслідок...

62. Твердий жир можна отримати з рідкого жиру внаслідок реакції...

63. Величина йодного числа жиру залежить від...

64. Величина кислотного числа жиру залежить від...

65. При гідролізі жиру в кислому середовищі утворюються...

66. При гідролізі жиру в лужному середовищі утворюються...

67. Свіжість жиру визначає константа (число)...

68. Ступінь ненасиченості жиру визначає константа (число)...

69. Відносну молекулярну масу карбонних кислот визначає константа...

70. Карбонові кислоти, що входять до складу жиру тварин, мають ряд особливостей: ...

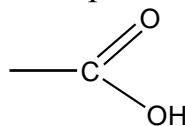
71. Внаслідок гідрогенізації пальміто-олео-стеарату утвориться...

72. Внаслідок взаємодії з йодом лінолено-лаурино-пальмітату утвориться...

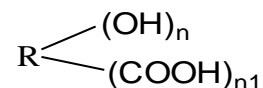
3. СПОЛУКИ ЗІ ЗМІШАНИМИ ФУНКЦІЯМИ (ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНІ СПОЛУКИ)

3.1. Гідроксикислоти (оксикислоти, спиртокислоти)

Це органічні сполуки, що містять у своєму складі дві різні функціональні групи: одну або декілька гідроксильних груп –ОН (спиртова група) і одну або декілька кислотних карбоксильних груп:



Загальна формула гідроксикислот:



Число карбоксильних груп визначає основність оксикислот, а число гідроксильних груп, включаючи і гідроксил карбоксильної групи, визначає атомність оксикислот.

Гідроксикислоти є безбарвними рідкими або кристалічними речовинами, розчинними у воді, мають кислий присмак. Характерною властивістю більшості гідроксикислот є їх оптична активність.

Хімічні властивості гідроксикислот зумовлені наявністю в їх структурі спиртових (–ОН) і кислотних (–COOH) груп. У реакціях ці функціональні групи можуть реагувати незалежно одна від одної, зумовлюючи як спиртові, так і кислотні властивості гідроксикислот відповідно. У деяких реакціях ці групи взаємодіють одна з одною, або впливають одна на одну, що зумовлює їх специфічні властивості.

3.1.1. Контрольні завдання

1. Напишіть формули оптичних ізомерів молочної кислоти.

2. Напишіть реакцію окиснення α -оксиянтарної (α -оксибурштинової) кислоти.

3. Подійте PCl_5 на лимонну кислоту.

4. Напишіть рівняння реакції взаємодії бутан-1-ол та β -оксивалеріанової кислоти.

5. Напишіть реакцію декарбосилування γ -оксимасляної кислоти.

6. Напишіть рівняння реакції дегідратації α -оксипропіонової кислоти.

7. Отримайте амід яблучної кислоти.

3.2. ВУГЛЕВОДИ

До вуглеводів відносять численну групу сполук, які за хімічною будовою є полігідроксильними сполуками, що містять альдегідну або кетонну групи або ж утворюють їх в результаті гідролізу.

Вуглеводи утворюються в процесі фотосинтезу в рослинах (глюкоза → крохмаль) і акумулюють сонячну енергію в хімічних зв'язках.

Тварини і людина споживають вуглеводи з їжею і використовують їх, перш за все, як джерело енергії. В організмі крохмаль, дисахариди (сахароза, лактоза, трегалоза та ін.), а у деяких тварин і клітковина під дією ферментів розщеплюються з утворенням, в основному, глюкози, яка окиснюється в тканинах до CO_2 , H_2O і енергії. Надлишок глюкози в організмі перетворюється на глікоген, який депонується в печінці і м'язах. Він забезпечує організм глюкозою при фізичних навантаженнях, а також за дефіциту їжі (голодуванні). Вуглеводи входять до складу гліколіпідів, глікопротеїнів, нуклеотидів, нуклеозидів, нуклеїнових кислот, які складають основу живої матерії.

Вуглеводи від кількості моносахаридних залишків ділять на:

- 1) прості (моносахариди);
- 2) складні: оліго- та полісахариди.

3.2.1. Моносахариди

Це прості вуглеводи, молекула яких складається з єдиного, безперервного С-ланцюга. Це альдегідо- або кетоспирти. На відміну від складних вуглеводів вони не гідролізуються. Від кількості С-атомів в ланцюзі їх ділять на: 1) триози; 2) тетрози; 3) пентози; 4) гексози; 5) гептози і так далі (формули основних моносахаридів, що зустрічаються в тканинах тварин, див. в розділі 5.4.). Кожна з цих груп, у свою чергу, ділиться на альдози (що містять альдегідну групу) і кетози (містять кетонну групу).

Моносахариди – це таутомерні речовини. У водних розчинах вони існують у відкритих альдегідних або кетонних і циклічних (α -, β -піранозних та α -, β -фуранозних) формах. Перехід однієї форми в інші йде безперервно. Цим пояснюється явище мутаротації (див. підручник і конспект лекцій).

Більшість моносахаридів це кристалічні речовини, добре розчинні у воді, солодкого смаку. Розчини моносахаридів оптично активні.

Моносахариди – це поліфункціональні сполуки, тому вони проявляють хімічні властивості, які характерні для:

- 1) багатоатомних спиртів (утворення сахаратів, простих і складних ефірів, амінопохідних та ін.);
- 2) альдегідів (для альдоз) і кетонів (для кетоз) – реакції окиснення, відновлення, альдольної конденсації, утворення озонів, оксимів та ін.;
- 3) для циклічних (напівацетальних) форм – утворення глікозидів;
- 4) реакції внутрішньомолекулярної дегідратації з утворенням фурфуролу (з пентоз) і оксиметилфурфуролу (з гексоз).

3.2.1.1. Контрольні завдання

1. Покажіть основні таутомерні форми D-фруктози.

2. Написати рівняння реакції окиснення D-манози реактивом Фелінга.

3. Напишіть реакцію відновлення D-галактози.

4. Отримайте озазон D-глюкози.

5. Отримайте оксим D-рибози.

6. Подійте на α -D-глюкозу ангідридом оцтової кислоти.

7. Напишіть реакцію отримання β -метил-глікозиду D-манози.

3.2.2. Ди- і полісахариди

Олігосахариди це складні вуглеводи, молекула яких складається з невеликої кількості залишків моносахаридів (oligos – декілька, небагато) – від 2 до 10.

За числом моносахаридних залишків їх ділять на: 1) дисахариди; 2) трисахариди; 3) тетрасахариди і т.д.

Олігосахариди гідролізуються з утворенням n-числа моносахаридів.

У дисахаридах залишки моносахаридів однакової або різної природи з'єднуються глікозидними зв'язками. Залежно від способу утворення глікозидного зв'язку дисахариди розділяють на відновлювальні і невідновлювальні. (Формули основних дисахаридів див. розділ 5.4.).

У відновлювальних дисахаридів глікозидний зв'язок утворюється за рахунок напівацетального гідроксилу одного моносахариду і спиртового гідроксилу (частіше при четвертому С-атомі) іншого моносахариду. При цьому в молекулі

залишається вільним напівацетальний гідроксил, який в процесі таутомерії здатний утворювати альдегідну форму. Як альдегіди, відновлювальні дисахариди можуть окиснюватися навіть слабкими окиснювачами (реакція «срібного дзеркала», реакція Троммера, реакція Фелінга та ін.), відновлюючи при цьому метали з їх оксидів і гідроксидів. Звідси їх назва – відновлювальні дисахариди. Представниками цієї групи є мальтоза (солодовий цукор), лактоза (молочний цукор) і целобіоза.

У невідновлювальних дисахаридів глікозидний зв'язок утворюється за рахунок напівацетальних гідроксилів обох моносахаридів. Тому їх молекула не має вільного напівацетального гідроксилу, їм не властива таутомерія, вони не мають альдегідної форми, а значить вони не можуть окиснюватися слабкими окиснювачами і не відновлюють метали з їх сполук. Звідси назва – невідновлювальні. Представниками цієї групи є сахароза (буряковий або тростинний цукор) і трегалоза (грибний цукор або мікоза).

Для всіх дисахаридів характерні реакції багатоатомних спиртів – утворюють сахарати, прості і складні ефіри.

Полісахариди – це високомолекулярні складні вуглеводи, молекула яких складається з більше 10 залишків моносахаридів, а частіше це декілька сотень і навіть тисяч залишків. Їх молекули можуть бути як нерозгалужені (амілоза, клітковина, пектини та ін.), так і розгалужені (амілопектин, глікоген, декстрини та ін.). Глікозидні зв'язки в полісахаридах утворюються за рахунок напівацетального гідроксилу одного моносахариду і спиртового гідроксилу іншого моносахариду. Найчастіше ці зв'язки утворюються між $C_1 \rightarrow C_4$, $C_1 \rightarrow C_6$. Якщо до складу полісахариду входять залишки тільки одного виду моносахариду, їх називають гомополісахаридами (homo – однорідний, однотиповий), якщо різних моносахаридів і їх похідних – гетерополісахаридами (hetero – різний, різнорідний).

Представниками гомополісахаридів є крохмаль, глікоген (тваринний крохмаль), клітковина (целюлоза), декстрини, пектинові речовини, інουλін та ін.

До гетерополісахаридів відносять гіалуруонову кислоту, хондроїтинсульфати, гепарин та ін.

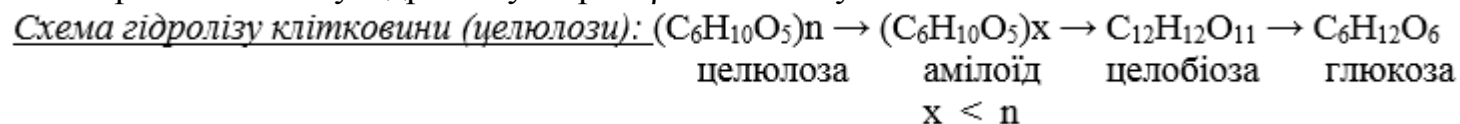
Всі полісахариди за певних умов гідролізуються з утворенням проміжних і кінцевих продуктів гідролізу.

Схема кислотного гідролізу крохмалю:

Крохмаль \rightarrow амілодекстрини \rightarrow еритродекстрини \rightarrow ахродекстрини \rightarrow мальтодекстрини \rightarrow мальтоза \rightarrow глюкоза.

Проміжні продукти гідролізу крохмалю називають декстринами. Залежно від молекулярної маси і якісної реакції з йодом їх ділять на: амілодекстрини – високомолекулярні, з розчином йоду дають синє забарвлення дещо блідіше, ніж сам крохмаль; еритродекстрини – з меншою молекулярною масою, з розчином йоду дають червонувато-коричневе («буре») забарвлення, ахродекстрини і мальтодекстрини ще з меншою молекулярною масою, з розчинами йоду не дають забарвлення.

Мальтозу і глюкозу можна виявити за допомогою реакції Фелінга (Троммера) або реакції «срібного дзеркала». Целюлоза при кислотному гідролізі утворює β -D-глюкозу.



Целюлоза – багатоатомний спирт, на елементну ланку полімеру припадає три гідроксильні групи. В зв'язку з цим, для целюлози характерні реакції естерифікації (утворення складних ефірів). Найбільше практичне значення мають реакції з нітратною кислотою та оцтовим ангідридом.

3.2.2.1. Контрольні завдання

1. Написати схему утворення мальтози.

2. Подіяти ангідридом пропіонової кислоти на сахарозу.

3. Одержати кальцієвий сахарат лактози.

4. Написати рівняння реакції відновлення целобіози.

5. Написати рівняння реакції гідролізу трегалози.

3.3. Лабораторна робота «Вуглеводи»

Перегляньте за посиланням відповідний дослід (у разі дистанційного навчання), запишіть рівняння реакції, спостереження та висновки у таблицю.

№ досліду	Назва досліду Хід роботи	Рівняння реакції	Спостереження	Висновки
1.	<p><u>Якісна реакція на фруктозу (реакція Селіванова).</u> У маленькій пробірці змішати 1 мл реактиву Селіванова з рівною кількістю розчину фруктози і отриману суміш нагрівати на водяній бані. https://youtu.be/H-8295TDyVI</p>			
2.	<p><u>Реакція заміщення гідрогену в спиртових групах моносахаридів металом (одержання сахарату купрумму).</u> У маленьку пробірку помістити 1 мл розчину глюкози, додати декілька крапель розчину гідроксиду натрію і 1 краплю розчину сульфату купрумму. Утворений розчин сахарату купрумму залишити для наступного досліді.</p>			
3.	<p><u>Окиснення альдегідної групи моносахариду гідроксидом купрумму (реакція Троммера).</u> Отриманий в досліді № 2 розчин сахарату купрумму дещо підігріти на водяній бані. Спостерігати зміну кольору суміші. https://youtu.be/zEaaVALgW0c</p>			

4.	<p><u>Реакція Фелінга.</u> У маленькій пробірці змішати близько 1 мл розчину глюкози з декількома краплями реактиву Фелінга і дещо нагріти на водяній бані. https://youtu.be/80YzLVy5uPk</p>			
5.	<p><u>Окиснення моносахаридів аргентуму оксидом (реакція «срібного дзеркала»).</u> У пробірку налити 10 крапель аміачного розчину аргентуму оксиду і додати 15 крапель розчину глюкози. Не збовтуючи, нагрівати пробірки на киплячій водяній бані. https://youtu.be/_ytX4mzQZ6s</p>			
6.	<p><u>Відсутність відновлювальних властивостей у сахарози</u> У пробірці приготувати розчин Купрум (II) гідроксиду. Для цього у пробірку налити розчин гідроксиду натрію і додати сульфату міді, утворюється осад Купрум (II) гідроксиду. Прилити у пробірку розчин сахарози. Що спостерігаємо? Підігріти пробірку. Чи відбуваються зміни у процесі нагрівання розчину? https://youtu.be/eK3Z-X3i4fo</p>			
7.	<p><u>Кислотний гідроліз (інверсія) сахарози.</u> У маленьку пробірку налити близько 2 мл розчину сахарози, додати 2-3 краплі 2н розчину сульфатної кислоти і нагрівати на водяній бані протягом 5</p>			

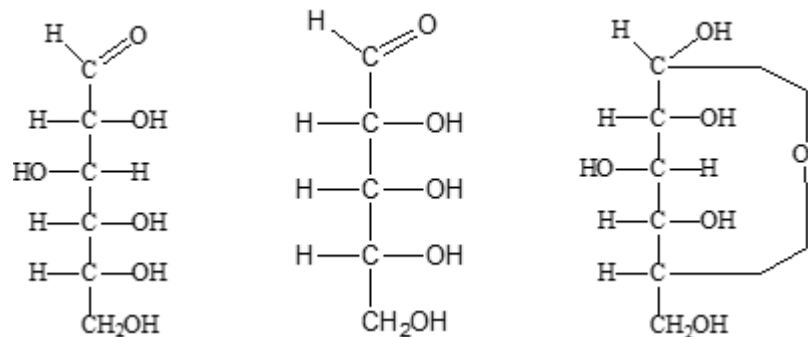
	<p>хвилин. Потім вміст пробірки охолодити та визначають наявність глюкози по реакції Тромера. Для цього додати по декілька крапель розчину гідроксиду натрію та сульфату міді, і нагріти пробірку. https://youtu.be/0DNpR8BxRH8</p>			
8.	<p><u>Реакція крохмалю з йодом.</u> У маленьку пробірку налити близько 1 мл розчину крохмалю і додати 1 краплю реактиву Люголя (розчин йоду в йодиді калію). З'являється синє забарвлення, яке зникає при нагріванні розчину. https://youtu.be/uhwHO2GRwUo</p>			
9.	<p><u>Кислотний гідроліз крохмалю.</u> У великій пробірці змішати 5 мл розчину крохмалю з 3 мл 2н розчину сульфатної кислоти і нагрівати отриманий розчин на киплячій водяній бані. Через 7-8 хвилин почати відливати отриманий гідролізат в маленькі пробірки, в які додана дистильована вода, і по 1 краплі реактиву Люголя. Інтервал відбору проб 2-3 хвилини. У маленьких пробірках знаходяться продукти гідролізу крохмалю – декстрини, які залежно від розмірів молекули дають різне забарвлення з йодом. https://youtu.be/GojebcGuR3M</p>			
10.	<p><u>Кислотний гідроліз клітковини.</u> Помістити шматочки вати у ступку,</p>			

<p>додати сульфатної кислоти і розтерти (в процесі додати воду). Суміш перелити в стакан і нагріти, в результаті утворюється глюкоза. Щоб упевнитися в цьому провести реакцію Тромера: у пробірку з охолодженим розчином додати гідроксид натрію і кілька крапель Купрум сульфату, нагріти.</p> <p>https://youtu.be/0qYvVoprT-I</p>			
--	--	--	--

3.4. Підсумкове заняття №3.

Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Сполуки зі змішаними функціями».

1. До складу оксикислот входять наступні функціональні групи...
2. До складу яких природніх оксикислот входить один асиметричний атом Карбону?
3. До складу якої оксикислоти входить 2 асиметричних атоми Карбону?
4. Напишіть структурну формулу яблучної кислоти.
5. Внаслідок дегідратації молочної кислоти утворюється...
6. В результаті реакції дегідратації β -оксипропіонової кислоти утворюється...
7. В результаті реакції дегідратації α -оксипропіонової кислоти утворюється...
8. Внаслідок окиснення молочної кислоти утворюється...
9. Назвіть сполуки, формули яких представлені нижче



10. Альдогексози в карбонільній формі мають ___ оптичних ізомерів.
11. Альдогексози в напівацетальній формі мають ___ асиметричних атомів Карбону

12. Для моносахаридів є характерним один із видів просторової ізомерії, а саме...
13. Число асиметричних атомів карбону в молекулах альдогексоз в альдегідній формі дорівнює...
14. Внаслідок окиснення глюкози слабким окисником утворюється...
15. Внаслідок відновлення глюкози (реакція приєднання H_2) утворюється...
16. Напишіть структурну формулу β -метил-D-галактозиду:
17. Напишіть структурну формулу α -метил-D-глюкозиду:
18. Суміш сорбіту і маніту утворюється внаслідок приєднання гідрогену до...
19. Оксими утворюються внаслідок взаємодії моносахаридів з...
20. Озони утворюються внаслідок взаємодії моносахаридів з...
21. Оксинітрили утворюються внаслідок взаємодії моносахаридів з...
22. Із залишків яких моносахаридів побудовані молекули сахарози, трегалози, мальтози, лактози, целобіози.
23. Які дисахариди відносяться до відновлюючих та невідновлюючих.
24. Із залишків яких моносахаридів побудовані молекули крохмалю, клітковини, глікогену.
25. Проміжним продуктом гідролізу крохмалю є дисахарид...
26. Проміжним продуктом гідролізу глікогену є дисахарид...
27. Проміжним продуктом гідролізу клітковини є дисахарид...
28. До полісахаридів рослинного походження відносяться...
29. До полісахаридів тваринного походження відносяться...

4. НІТРОГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

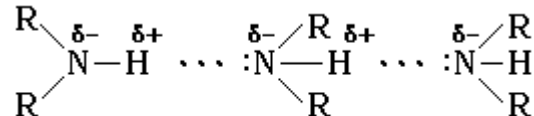
4.1. Аміни

Аміни – органічні похідні аміаку NH_3 , в молекулі якого один, два або три атоми водню заміщені на вуглеводневі радикали: RNH_2 , R_2NH , R_3N .

Аміни класифікують за двома структурними ознаками:

- 1) за кількістю радикалів, пов'язаних з атомом нітрогену, розрізняють первинні, вторинні і третинні аміни;
- 2) за характером вуглеводневого радикалу аміни підрозділяються на аліфатичні (жирні), ароматичні і змішані (або жирноароматичні).

Зв'язок $\text{N}-\text{H}$ полярним, тому первинні і вторинні аміни утворюють міжмолекулярні водневі зв'язки (декілька слабші, ніж H -зв'язки за участю групи $\text{O}-\text{H}$).

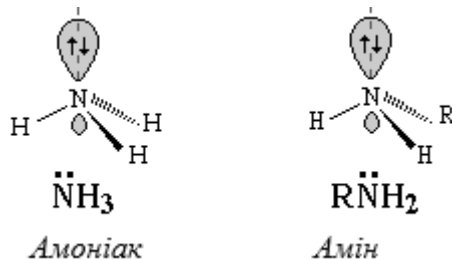


Асоціація амінів

Це пояснює відносно високу температуру кипіння амінів в порівнянні з неполярними сполуками з такою ж молекулярною масою. Третинні аміни не утворюють асоціюючих водневих зв'язків (відсутня група $\text{N}-\text{H}$). Тому їх температури кипіння нижчі, ніж у ізомерних первинних і вторинних амінів.

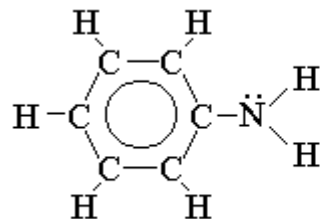
При звичайній температурі тільки нижчі аліфатичні аміни CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ і $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ – газы (із запахом аміаку), середні гомологи – рідини (з різким рибним запахом), вищі – тверді речовини без запаху. Ароматичні аміни – безбарвні рідини або тверді речовини.

Аміни мають схожу з аміаком будову і проявляють подібні до нього властивості. Як в аміаку, так і в амінах атом нітрогену має неподілену пару електронів:

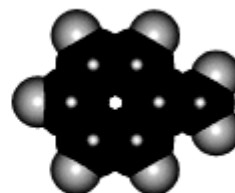


Тому аміни і аміак мають властивості основ (акцепторів протону) і нуклеофільних реагентів (частинок, здатних надати пару електронів для зв'язку з атомом карбону).

Анілін (*феніламін*) $C_6H_5NH_2$ – найважливіший з ароматичних амінів:



Структурна формула



Модель молекули

Він знаходить широке застосування як напівпродукт у виробництві фарбників, вибухових речовин і лікарських засобів (сульфаніламідні препарати). Анілін є безбарвною маслянистою рідиною з характерним запахом ($t_{\text{кип.}} 184^\circ\text{C}$, $t_{\text{пл.}} -6^\circ\text{C}$). На повітрі швидко окиснюється і набуває червоно-бурого забарвлення. Отруйний.

Для аніліну характерні реакції як по аміногрупі, так і по бензеновому кільцю. Особливості цих реакцій обумовлені **взаємним впливом** атомів. З одного боку, бензенове кільце послаблює основні властивості аміногрупи порівняно до аліфатичних амінів і навіть до аміаку. З іншого боку, під впливом аміногрупи бензенове кільце стає більш активним в реакціях заміщення, ніж бензен.

4.1.1. Контрольні завдання

1. Яка речовина утворюється при розчиненні бутиламіну у воді? Які властивості вона має?

2. Напишіть рівняння реакції між етилпропіламіном і бромідною кислотою.

3. Напишіть рівняння реакції між метиламіном і масляною кислотою.

4. Що утворюється при гідролізі (дезамінуванні) октиламіну?

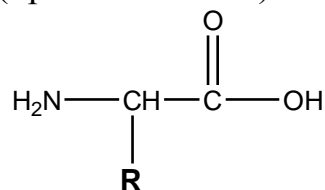
5. Із пара-амінофенолу отримайте діазопохідне, а із нього азосполуку з пара-оксибензойною кислотою. Чи є отримана таким чином речовина азобарвником? Обґрунтуйте свою відповідь.

6. Із аніліну отримайте Шиффову основу з пропаналем.

7. Що утвориться при взаємодії пентиламіну з нітритною (HNO_2) кислотою?

4.2. Амінокислоти

Амінокислоти – це похідні карбонових кислот, в радикалах яких, один або декілька атомів Гідрогену заміщені на аміногрупи $-\text{NH}_2$, поліфункціональні сполуки, що містять у своєму складі одну або декілька кислотних карбоксильних груп, і одну або декілька аміногруп. З великої кількості амінокислот (більше 100), що зустрічаються у природі, в структуру білків входять 20 різних α -амінокислот (протеїногенних) із загальною формулою:

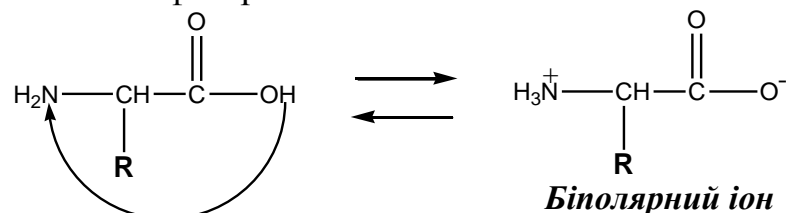


(Формули основних 20 амінокислот див. у розділі 5.5.)

За кількістю амінних та карбоксильних груп, а також за будовою вуглеводневого радикалу їх ділять на:

- 1) нейтральні (моноаміно-монокарбонові) амінокислоти – гліцин, аланін, валін, лейцин, ізолейцин, серин, треонін, цистеїн, метіонін, цистін;
- 2) основні (лужні, діаміно-монокарбонові) амінокислоти – лізин, аргінін, орнітин;
- 3) кислі (моноаміно-дикарбонові) амінокислоти – аспарагінова і глутамінова;
- 4) ароматичні амінокислоти – фенілаланін, тирозин;
- 5) гетероциклічні амінокислоти – триптофан, гістидин, пролін і оксипролін.

Амінокислоти є білими кристалічними речовинами, що розчиняються у воді. У водних розчинах вони існують у вигляді біполярних іонів, що пов'язане з їх амфотерністю.



Для амінокислот характерні властивості по аміногрупі (основного характеру – взаємодія з мінеральними і органічними кислотами з утворенням солей і N-ацильних похідних відповідно, реакції дезамінування) та по карбоксильній (кислотній) групі (декарбоксилювання, утворення солей, похідних кислот – складних ефірів, амідів, галогенангідридів і ангідридів).

Для виявлення амінокислот використовують якісну нінгідринову реакцію (з нінгідрином), у результаті якої утворюється продукт, забарвлений в синьо-фіолетовий колір. Цю реакцію, крім амінокислот, дають білки і поліпептиди – полімери амінокислот, що мають вільну амінну групу.

Ароматичні амінокислоти (фенілаланін і тирозин) з концентрованою нітратною кислотою утворюють нітропохідні, що забарвлені у жовтий колір (ксантопротеїнова реакція). Її також дають білки, що містять в своєму складі ароматичні амінокислоти.

Наявність пептидного зв'язку у молекулах білків і поліпептидів підтверджується біуретовою реакцією. При взаємодії білків і поліпептидів з лужним розчином сульфату купруму (II) утворюється комплекс фіолетового кольору. Вперше ця реакція була проведена з біуретом, у складі якого теж є пептидний зв'язок. Біурет з іонами купруму (II) в лужному середовищі утворює комплекс бузкового кольору.

Окремі амінокислоти в розчинах, а також у складі білків можна виявити за допомогою різних специфічних реакцій (тирозин – реакцією Мілона, цистин і цистеїн реакцією Фоля та ін.).

4.2.1. Контрольні завдання

1. Написати рівняння реакції електролітичної дисоціації наступних амінокислот:

А) ізолейцину;

Б) лізину.

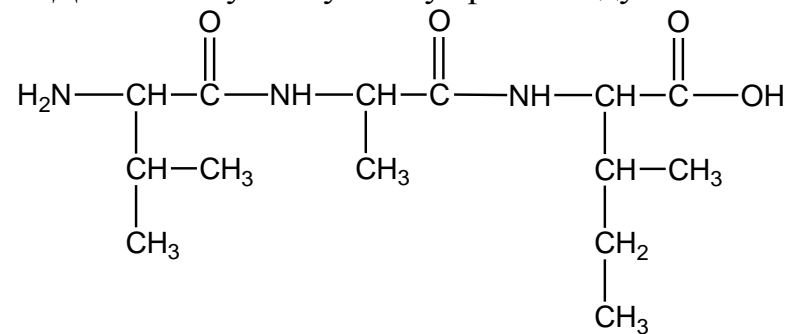
2. Написати рівняння реакції між лейцином і хлоридною кислотою. Назвати продукти реакції.

3. Написати рівняння реакції декарбоксилювання аланіну. Назвати продукти реакції.

4. Написати рівняння реакції гідролітичного дезамінування гліцину. Назвати продукти реакції.

5. Що утворюється при дії масляної кислоти на тирозин? Назвати продукт реакції.

6. Дайте назву наступному трипептиду:



7. Напишіть структурну формулу наступного олігопептиду:
лізил-тирозил-валін.

4.3. Лабораторна робота «Амінокислоти»

Перегляньте за посиланням відповідний дослід (за умови дистанційного навчання), запишіть рівняння реакції, спостереження та висновки у таблицю.

№ досліду	Назва досліду Хід роботи	Продукт реакції	Спостереження	Висновки
1.	<p><u>Якісна реакція на аміногрупу у складі амінокислоти (нінгідринова реакція).</u></p> <p>У пробірку налити 1-2 мл розчину яєчного білку, додати 5 крапель водного розчину нінгідрину, перемішати і нагрівати рідину в пробірці до появи забарвлення.</p> <p>https://youtu.be/dAWg9D9OXxw</p>			
2.	<p><u>Реакція нітрування ароматичних амінокислот (ксантопротеїнова реакція).</u></p> <p>У пробірку налити 1-2 мл розчину яєчного білку, додати 0,5 мл концентрованої нітратної кислоти, перемішати рідину в пробірці і нагрівати її до появи забарвлення.</p> <p>https://youtu.be/X8vJYb9cg8k</p>			

3.	<p><u>Якісна реакція на тирозин (реакція Мілона).</u> Налити 1 мл розчину яєчного білку, додати декілька крапель реактиву Мілона (розчин 40 грам металевої ртуті в 57 мл концентрованої нітратної кислоти) і нагрівати до появи забарвлення. https://youtu.be/C2ikBd-rWtQ</p>			
4.	<p><u>Якісна реакція на триптофан.</u> У пробірку налити 1 мл розчину яєчного білку і 1 мл 10 % розчину фруктози, пробірку струсити для перемішування рідин і обережно піпеткою підшарувати у пробірку 1-2 мл концентрованої сульфатної кислоти. На межі рідин з'являється забарвлене кільце. https://youtu.be/3G9i1nSwn4Q</p>			
5.	<p><u>Якісна реакція на аргінін.</u> У пробірку налити 1 мл розчину яєчного білку, додати 2-3 краплі 10 % розчину гідроксиду натрію, 1-2 краплі 0,2 % спиртового розчину α-нафтолу і перемішати. Потім додати декілька крапель розчину гіпоброміту натрію, струсити і спостерігати появу забарвлення розчину. https://youtu.be/CHNGn4v83Ok</p>			
6.	<p><u>Якісна реакція на цистеїн і цистин.</u> У пробірку налити 1 мл 10 % розчину гідроксиду натрію додати рівний об'єм 1 % розчину ацетату плюмбуму і 1 мл</p>			

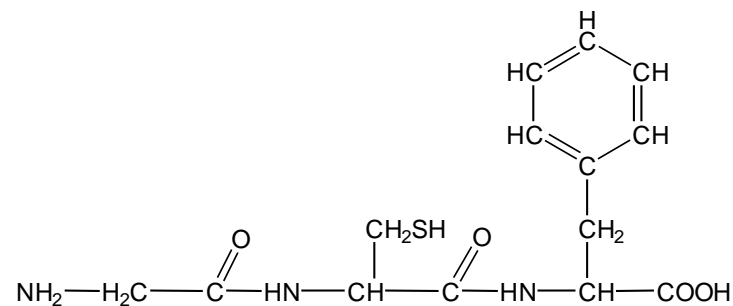
	розчину білку, нагрівати до появи темного забарвлення. https://youtu.be/KdMMejHX12I			
7.	<u>Якісна реакція на пептидний зв'язок в поліпептидному ланцюзі білка (біуретова реакція).</u> У пробірку налити 1-2 мл розчину яєчного білка, додати декілька крапель 10 % розчину гідроксиду натрію і 2-3 краплі 1 % розчину сульфату купруму. З'являється забарвлення. https://youtu.be/d5wLePKA2WY			

4.4. Підсумкове заняття №4.

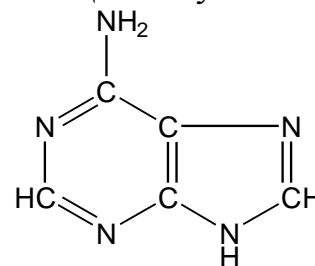
Питання для підготовки до тестового контролю з теми «Нітрогеновмісні органічні сполуки».

1. Аміни є продуктами заміщення гідрогену в молекулі...
2. Напишіть структурну формулу первинного, вторинного та третинного амінів. Назвіть сполуки.
3. Розчини амінів у воді мають ... властивості.
4. В результаті взаємодії метилетиламіну з нітритною кислотою утворюється...
5. В результаті взаємодії етиламіну з нітритною кислотою утворюється...
6. В результаті взаємодії аніліну з нітритною кислотою утворюється...
7. В результаті взаємодії первинного аміну і альдегіду утворюється...
8. В результаті взаємодії первинного або вторинного аміну і карбонової кислоти утворюється...
9. Внаслідок гідролітичного дезамінування етиламіну утворюється...
10. Які функціональні групи містять амінокислоти?
11. Нейтральну реакцію мають водні розчини амінокислот...
12. Кислу реакцію мають водні розчини амінокислот...
13. Лужну реакцію мають водні розчини амінокислот...
14. В результаті реакції гідролітичного дезамінування аланіну утворюється...

15. В результаті гідролітичного дезамінування аспарагінової кислоти утворюється...
16. В результаті гідролітичного дезамінування гліцину утворюється...
17. В результаті реакції декарбоксілювання аланіну утворюється...
18. Назвіть наступний трипептид.



19. Ця сполука називається...



20. Напишіть структурні формули пуринових та піримідинових азотистих основ.
21. Напишіть формули нуклеозидів та мононуклеотидів.

5. ХІМІЧНІ ФОРМУЛИ ПРЕДСТАВНИКІВ ОСНОВНИХ КЛАСІВ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

5.1. Гомологічний ряд алканів і алкільних радикалів

Кількість атомів Карбону	Формула алкану	Назва алкану	Формула радикалу	Назва радикалу
1.	CH ₄	Метан	CH ₃ –	Метил
2.	C ₂ H ₆	Етан	C ₂ H ₅ –	Етил
3.	C ₃ H ₈	Пропан	C ₃ H ₇ –	Пропіл
4.	C ₄ H ₁₀	Бутан	C ₄ H ₉ –	Бутил
5.	C ₅ H ₁₂	Пентан	C ₅ H ₁₁ –	Пентил (аміл)
6.	C ₆ H ₁₄	Гексан	C ₆ H ₁₃ –	Гексил
7.	C ₇ H ₁₆	Гептан	C ₇ H ₁₅ –	Гептил
8.	C ₈ H ₁₈	Октан	C ₈ H ₁₇ –	Октил
9.	C ₉ H ₂₀	Нонан	C ₉ H ₁₉ –	Ноніл
10.	C ₁₀ H ₂₂	Декан	C ₁₀ H ₂₁ –	Децил
11.	C ₁₁ H ₂₄	Ундекан	C ₁₁ H ₂₃ –	Ундецил
12.	C ₁₂ H ₂₆	Додекан	C ₁₂ H ₂₅ –	Додецил

Функціональна назва класу	Префікс до назви	Суфікс
Алкани (насичені вуглеводні)	–	-ан
Алкени (етиленові вуглеводні)	–	-ен
Алкіни	–	-ін
Алкадієни	–	-дієн
Спирти	Гідрокси–, окси–	-ол
Альдегіди	Оксо–	-аль
Кетони	Оксо–	-он
Карбонові кислоти	Карбокси–	-овая кислота
Аміни	Аміно–	-амін

5.2. Карбонові кислоти
Насичені монокарбонові кислоти

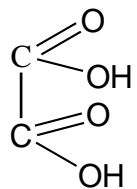
Тривіальна назва	Молекулярна формула	Назва кислотного залишку (ацила)	Назва залишків кислот
Мурашина	HCOOH	форміл	форміат
Оцтова	CH ₃ COOH	ацетил	ацетат
Пропіонова	C ₂ H ₅ COOH	пропіоніл	пропіонат
Масляна	C ₃ H ₇ COOH	бутирил	бутират
Валеріанова	C ₄ H ₉ COOH	валеріл	валеріат
Капронова	C ₅ H ₁₁ COOH	капрОНіл	капрОНат
Каприлова	C ₇ H ₁₅ COOH	капрИЛіл	капрИЛат
Капринова	C ₉ H ₁₉ COOH	капрИНіл	капрИНат
Лауринова	C ₁₁ H ₂₃ COOH	лаурил	лауринат
Міристинова	C ₁₃ H ₂₇ COOH	міристил	мірістинат
Пальмітинова	C ₁₅ H ₃₁ COOH	пальмітил	пальмітат
Стеаринова	C ₁₇ H ₃₅ COOH	стеарил	стеарат
Арахінова	C ₁₉ H ₃₉ COOH	арахініл	арахінат
Лігноцеринова	C ₂₃ H ₄₇ COOH	лігноцерил	лігноцерат

Ненасичені монокарбонові кислоти

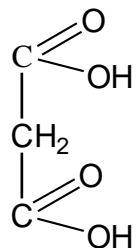
Тривіальна назва	Молекулярна та структурна формули (кількість атомів С:кількість подвійних зв'язків)	Назва залишків кислот в солях і складних ефірах
Пальмітоолеїнова	C ₁₅ H ₂₉ COOH (16:1) CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	пальмітоолеат
Олеїнова	C ₁₇ H ₃₃ COOH (18:1) CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	олеат
Лінолева	C ₁₇ H ₃₁ COOH (18:2) CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH=CH-CH ₂ -CH=CH-(CH ₂) ₇ -COOH	лінолеат

Ліноленова	$C_{17}H_{29}COOH$ (18:3) $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	ліноленат
Арахідонова	$C_{19}H_{31}COOH$ (20:4) $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_3-COOH$	арахідонат
Акрилова	$CH_2=CH-COOH$ (3:1)	акрилат
Кротонова	$CH_3-CH=CH-COOH$ (4:1)	кротонат

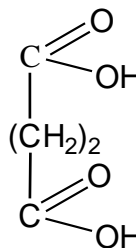
Дикарбонові кислоти



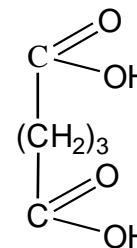
**Щавелева
(оксалатна)
кислота**



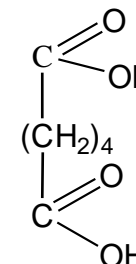
**Малонова
кислота**



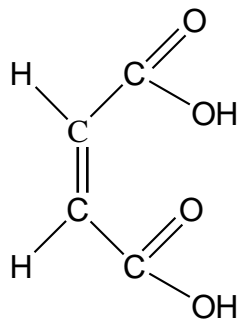
**Янтарна
(буриштинова)
кислота**



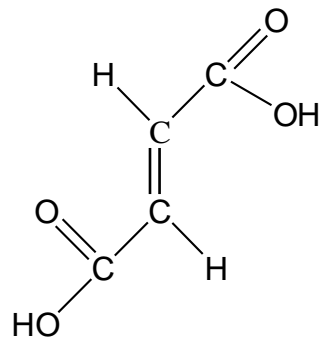
**Глутарова
кислота**



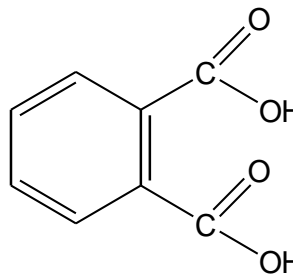
**Адіпінова
кислота**



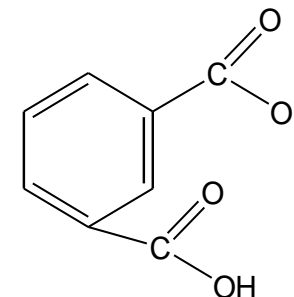
**Цис-ізомер
(малейнова кислота)**



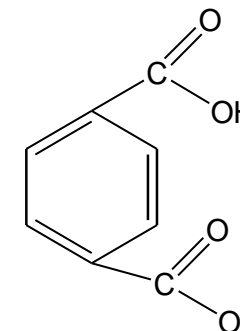
**Транс-ізомер
(фумарова кислота)**



**Орто-фталева
кислота**

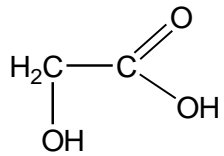


**Мета-фталева
кислота**

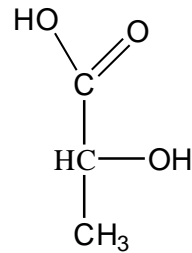


**Пара-фталева
кислота**

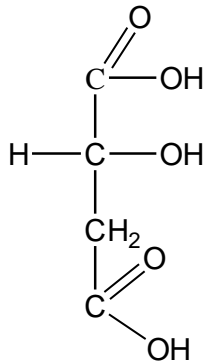
5.3. ОКСИКИСЛОТИ



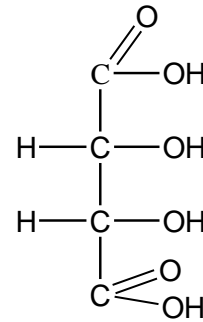
Гліколева кислота



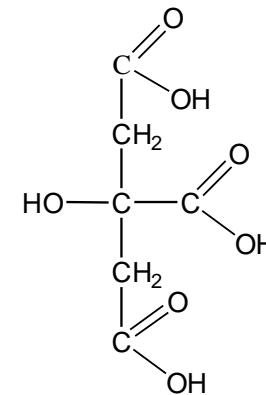
Молочна кислота



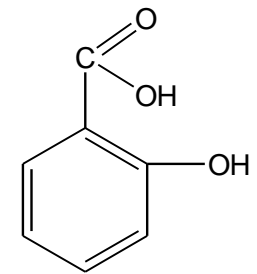
Яблучна кислота



Диоксиянтарна (винна) кислота



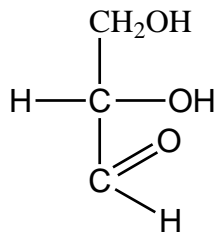
Лимонна кислота



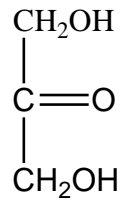
Саліцилова кислота

5.4. ВУГЛЕВОДИ МОНОСАХАРИДИ

Тріози

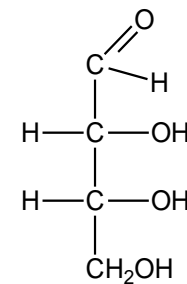


Гліцериновий альдегід



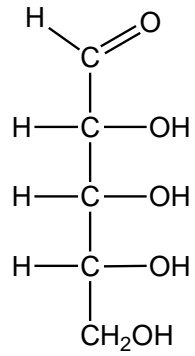
Диоксиацетон

Тетрози

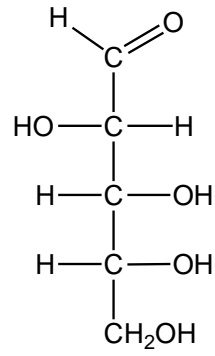


Еритроза

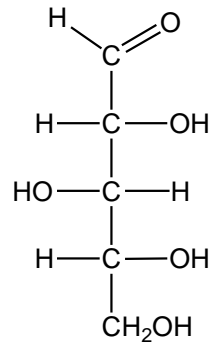
Пентози



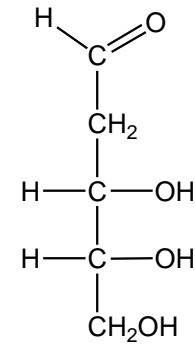
Рибоза



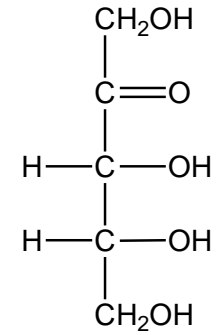
Арабіноза



Ксилоза

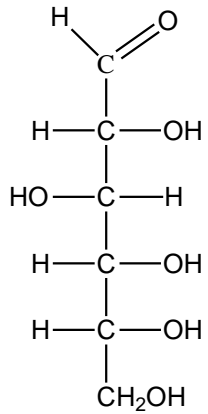


Дезоксирибоза

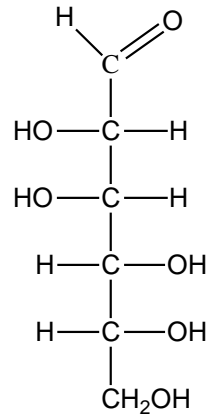


Рибулоза

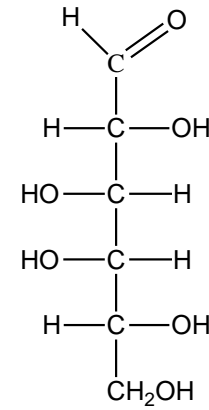
Гексози



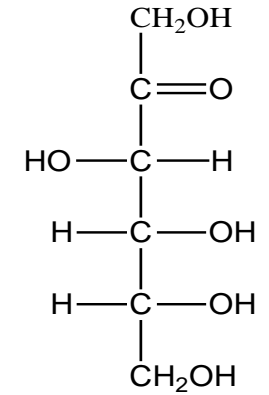
Глюкоза



Маноза

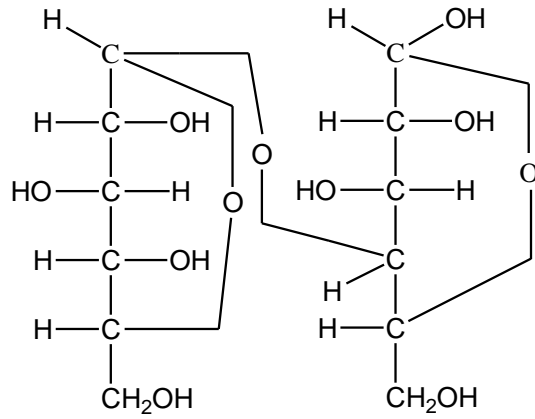


Галактоза

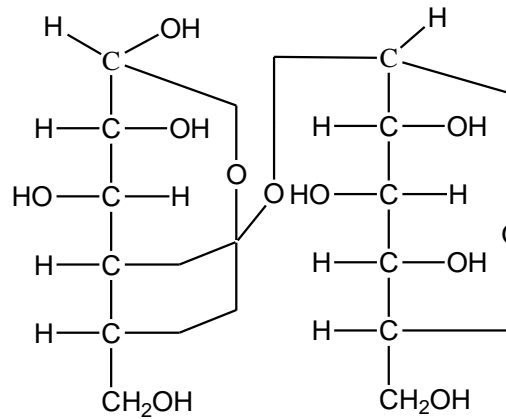


Фруктоза

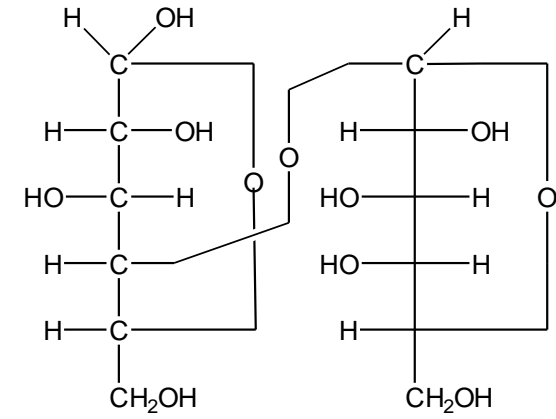
ДИСАХАРИДИ
Відновлювальні дисахариди



Мальтоза

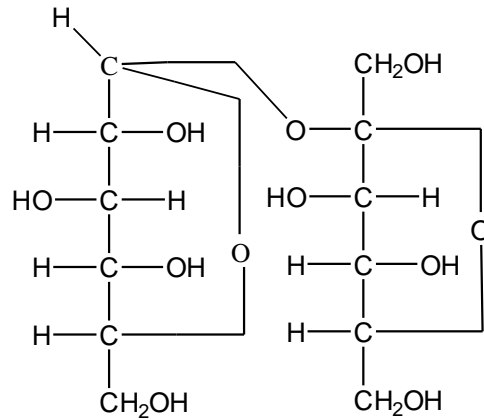


Целобіоза

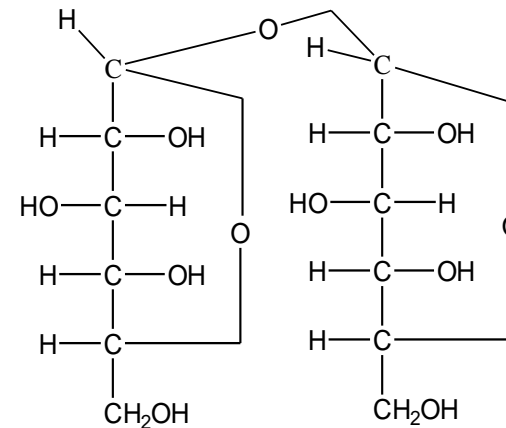


Лактоза

Невідновлювальні дисахариди



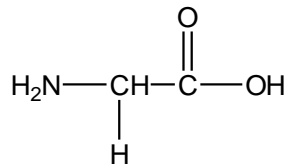
Сахароза



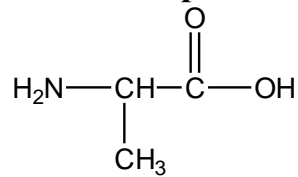
Трегалоза

5.5. АМІНОКИСЛОТИ

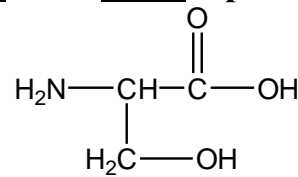
Нейтральні (моноаміномонокарбонові) амінокислоти



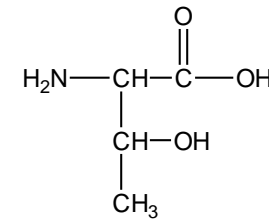
Гліцин



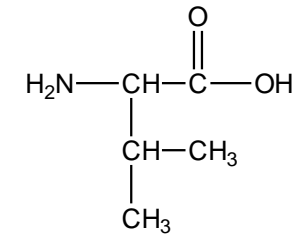
Аланін



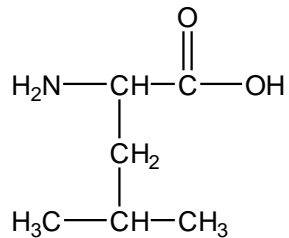
Серин



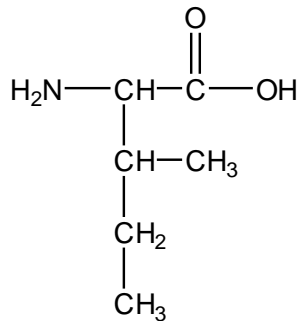
Треонін



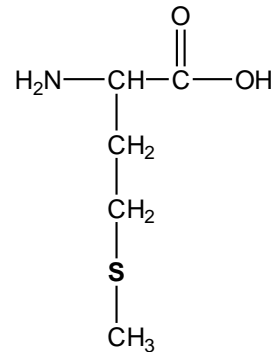
Валін



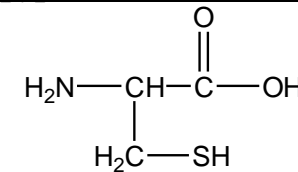
Лейцин



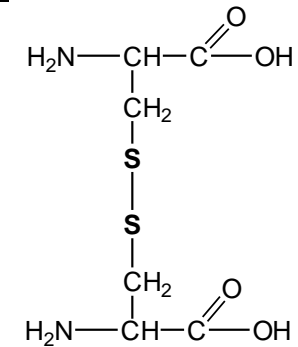
Ізолейцин



Метіонін



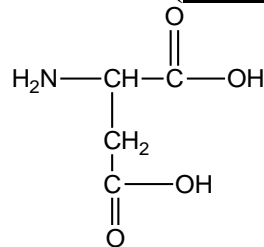
Цистеїн



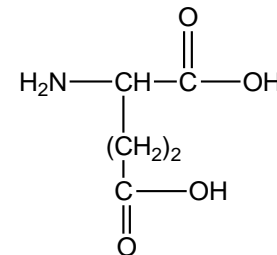
Цистин

Сульфурвмісні амінокислоти

Кислі (моноамінодикарбонові) амінокислоти

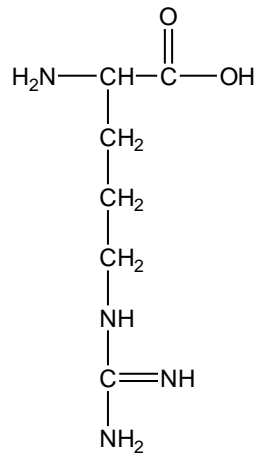


Аспарагінова кислота

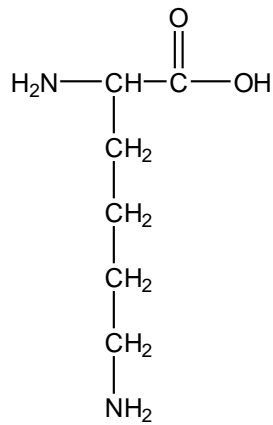


Глутамінова кислота

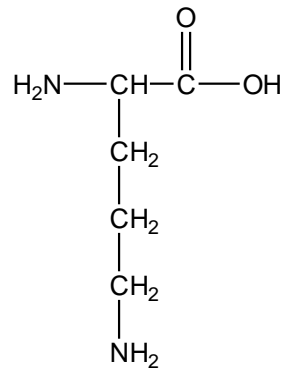
Основні (диаміномонокарбонові) амінокислоти



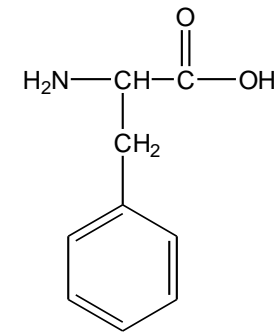
Аргінін



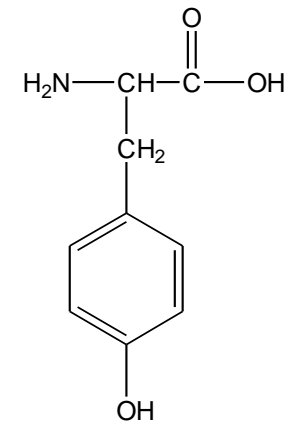
Лізин



Орнітин

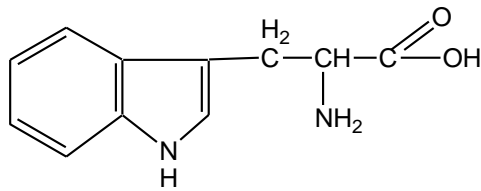


Фенілаланін

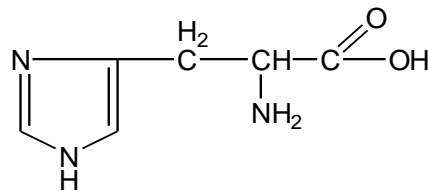


Тирозин

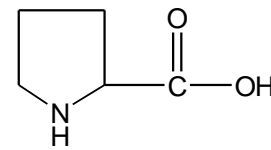
Гетероциклічні амінокислоти



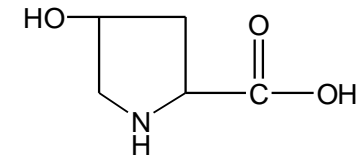
Триптофан



Гістидин



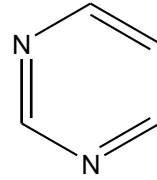
Пролін



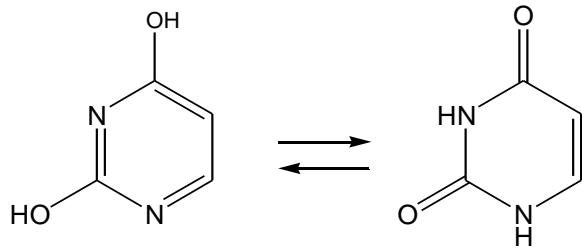
Окспролін

5.6. ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ

Піримідинові основи



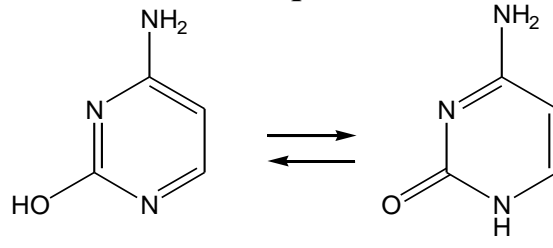
Піримідин



Енольна
(лактимна)
форма

Кетонна
(лактамна)
форма

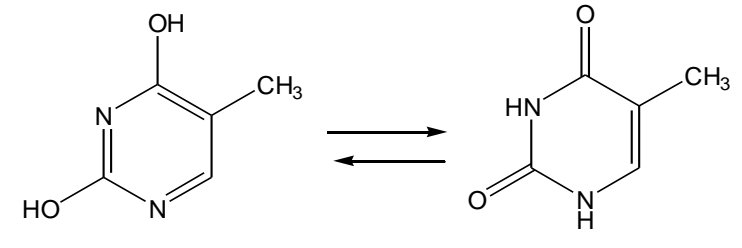
Урацил
(2,6-диоксипіримідин)



Енольна
(лактимна)
форма

Кетонна
(лактамна)
форма

Цитозин
(2-окси-6-амінопіримідин)

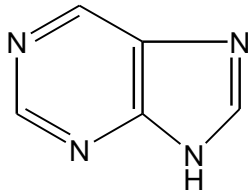


Енольна
(лактимна)
форма

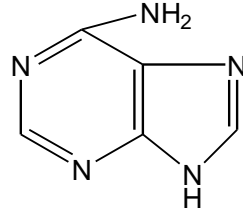
Кетонна
(лактамна)
форма

Тимін
(2,6-диокси-5-метил-піримідин
або 5-метил-урацил)

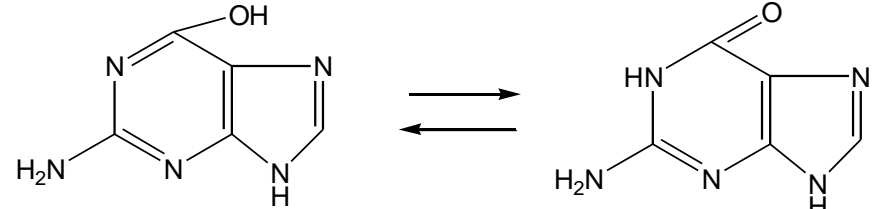
Пуринові основи



Пурин



Аденін
(6-амінопурин)



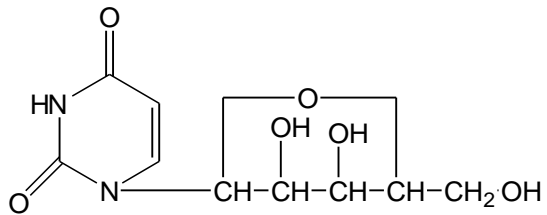
Енольна форма

Кетонна форма

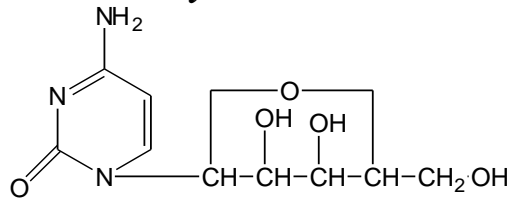
Гуанін
(2-аміно-6-оксипурин)

5.7. Нуклеозиди та нуклеотиди

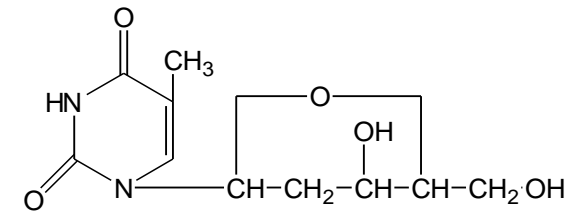
Нуклеозиди



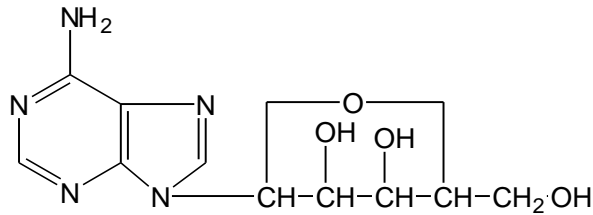
Уридин



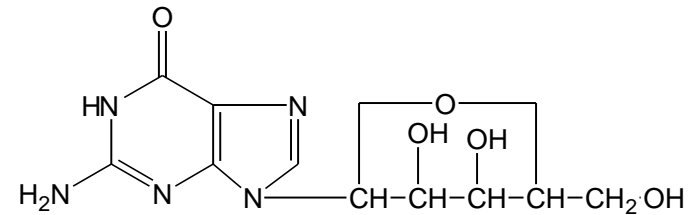
Цитидин



Тимідин

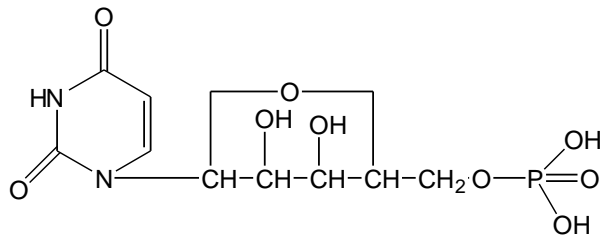


Аденозин

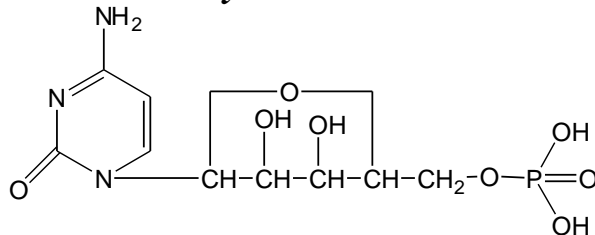


Гуанозин

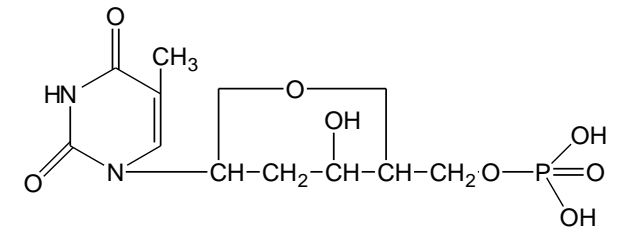
Нуклеотиди



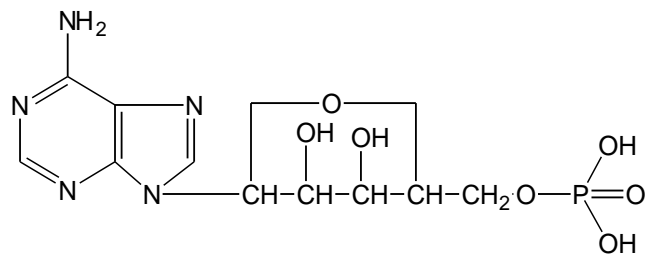
Уридинмонофосфат (УМФ)



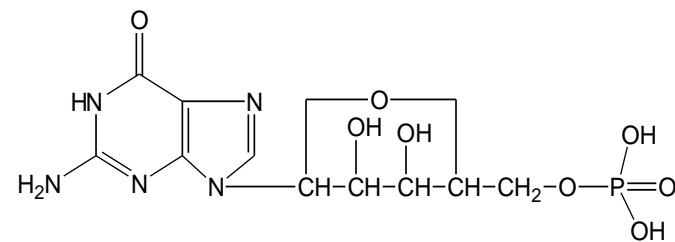
Цитидинмонофосфат (ЦМФ)



Тимідинмонофосфат (ТМФ)



Аденозинмонофосфат (АМФ)



Гуанозинмонофосфат (ГМФ)

6. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Система MOODLE.
2. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія: Підручник. – Львів: БаК, 2009. – 996 с.
3. Кононський О. І. Органічна хімія / Кононський О. І. – К. : Дакор, 2003. – 568 с.
4. Курс органічної хімії: Підручник / Д.О. Мельничук, М.П. Вовкотруб, Я.П. Шатурський [та ін.].– 2-ге вид., доповн. та випр. – К.: Арістей, 2008. – 604 с.
5. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с.
6. Органічна хімія: Навч. посіб. для мед. ВНЗ І–ІІ р. а. – 2-ге вид., випр. Рекомендовано МОЗ (Вид.:2) / Бойчук І.Д., Зубрицька Л. О.–ВСВ «Медицина», 2013. – 240 с.

Навчальне видання

ПРИХОДЧЕНКО Віта Олександрівна
ГЛАДКА Наталія Іванівна
ДЕНИСОВА Ольга Миколаївна

БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ
Робочий зошит

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 73,47.
Наклад ___ пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44

