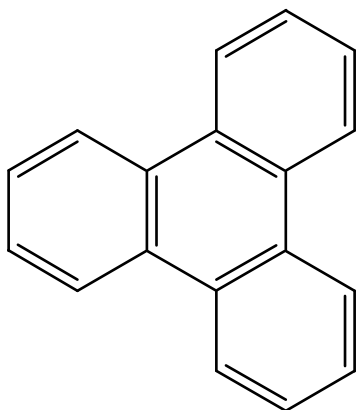


**Вінницький національний медичний університет  
ім.М.І.Пирогова**

**Кафедра біологічної та загальної хімії**

*Курс загальної хімії*



## ***МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ***

*практичних занять із біоорганічної хімії  
для студентів медичного факультету*

*Модуль 1. Біологічно важливі класи біоорганічних сполук.*

*Біополімери та їх структурні компоненти.*



**Вінниця 2017**

Методичні розробки затверджені методичною радою загальнотеоретичних дисциплін ВНМУ імені М.І. Пирогова  
протокол №3 від 15.12.2016 р.

Методичні розробки переробила  
доц. Смірнова О.В. зі Збірника 2014 р.

Рецензенти – Антонюк В.С., канд.хім.наук,  
доцент кафедри фармацевтичної хімії  
ВНМУ ім. М.І.Пирогова;

Редакційно-видавнича група ВНМУ:  
Відповідальний редактор-Тарасюк С.В., професор.  
Секретар – Корольова Н.Д., доцент, канд. психол. наук

## ЗМІСТ

1	Класифікація органічних сполук. Номенклатура. Природа хімічних зв'язків.	5
2	Ізомерія органічних сполук.	8
3	Електронні ефекти в органічних сполуках. Кислотність на основність органічних сполук	12
4	Реакційна здатність алканів, алкенів, аренів	17
5	Реакційна здатність альдегідів та кетонів	23
6	Реакційна здатність карбонових кислот та їх похідних	28
7	Реакційна здатність та біологічне значення окси- та оксокислот	33
8	Ліпіди. ВЖК. Фосфогліцерици	37
9	Будова та хімічні властивості $\alpha$ -амінокислот	41
10	Класифікація амінокислот. Реакції амінокислот в організмі людини	46
11	Фізикохімічні властивості білків, аналіз, синтез білків. Структури білків	49
12	Моносахариди, будова та хімічні властивості	53
13	Оліго- та полісахариди, структура, хімічні властивості	56
14	Гетероциклічні сполуки, класифікація, будова. Хімічні властивості. Нуклеїнові кислоти, склад, будова, біологічна роль	60
15	Практичні навички. Підсумковий контроль ПМК із біоорганічної хімії	

**СХЕМА СТРУКТУРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ  
ІЗ БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ  
( БОХ )**



## Короткі методичні вказівки до роботи студентів на практичному занятті:

Заняття починається із організаційних питань.

Проводиться корекція знань студентів із основних питань теми та пояснюються незрозумілі моменти.

За 15 хвилин до закінчення півпари студенти пишуть тестовий контроль.

На другій півпарі виконується лабораторна робота, оформляється протокол, обговорюються результати тестового контролю.

Викладач підписує протокол, оголошує підсумкову оцінку за заняття.

### Технологічна карта проведення практичного заняття:

п/н	Етапи	Час (хв.)	Навчальні посібники	Місце проведення
1.	Організаційні питання	5		Кафедра
2.	Корекція знань студентів із теоретичних питань, рішення задач та вправ	20	Таблиці. Посібник із біоорганічної хімії, ч. 1, ч. 2. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук	
3.	Тестовий контроль	15	Білет	
4.	Виконання лабораторної роботи, оформлення протоколів	40	Методична розробка, реактиви, хімічний посуд, прилади	
5.	Аналіз та підведення підсумків заняття	10		

**Тема: КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.  
НОМЕНКЛАТУРА. ПРИРОДА ХІМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ.**

**1. Актуальність теми:** основні поняття, які використовуються в органічній хімії, такі як класифікація та номенклатура органічних сполук, природа хімічних зв'язків, які необхідні для пояснення реакційної здатності біологічно активних сполук в нормі та патології.

**2. Ціль загальна – уміти:** уміти використовувати основні поняття БОХ для номенклатури органічних сполук, визначати тип гібридизації атома карбону в біологічно активних сполуках.

**3. Конкретні цілі, вміти:**

- вміти використовувати основні принципи номенклатури ІЮПАК для побудови назв органічних сполук;
- визначати тип гібридизації атома карбону в різних класах органічних сполук;
- пояснювати будову хімічних зв'язків в органічних сполуках.

**4. Література:**

**Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.– В.: Нова книга, **2004**, ст.18-28.
- 4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. – М.: Медицина, **1985**, ст.11-34; **1991**, ст.16-29; **2009**, ст. 13-35.
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А. М.: Медицина, **1985**, ст.24-27.
- 4.5. Смірнова О.В., Нечипорук В.М. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук. В.: видав. Барановська Т.П., 2013, ст. 7-21.
- 4.6. Смірнова О.В. Посібник із біоорганічної хімії, част. 1. Теоретичні основи реакційної здатності біологічно активних сполук. **2011**, ст.4-9.
- 4.7. Зіменковський Б.С.,Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., **2014**, ст.12-18, 24-26.
- 4.8. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

**Додаткова:**

- 4.8. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство "Наукексперт.фармакопейний центр", 2001.
- 4.9. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.
- 4.10. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: "Новая волна", 2002.
- 4.11. Овчинников Ю.А. Биорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.
- 4.12. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.

- 4.13. Степаненко Б.Н. Курс органической химии.– М.: Высшая школа, 1972.  
 4.14. Терней А. Современная органическая химия. – М.: Мир, 1981.

**5. Основні питання теми:**

- 5.1. Принципи міжнародної (систематичної) номенклатури ІЮПАК.  
 5.2. Типи гібридизації атома карбону в органічних сполуках:  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ .  
 5.3. Електронна будова хімічних зв'язків атома карбону.

**6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

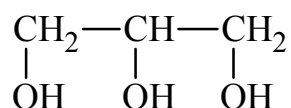
- 6.1. Основні положення теорії О.М.Бутлерова .  
 6.2. Класифікація органічних сполук за будовою карбонового скелету та природою функціональних груп.  
 6.3. Електронегативність елементів.

**7. Еталони рішення завдань:**

- 7.1 Назвати фумарову кислоту  $HOOC - CH = CH - COOH$  за ІЮПАК:  
Рішення: бутендіова кислота.

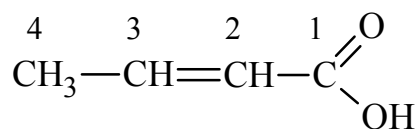
- 7.2. Написати формулу пропантріолу:

Рішення:

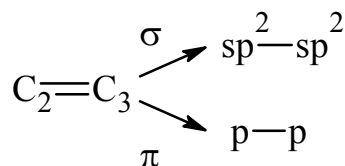
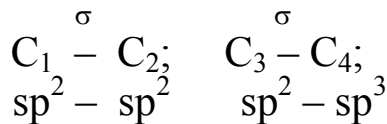
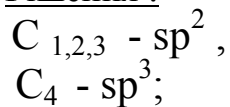


гліцерол  
(гліцерин)

- 7.3. Визначити тип гібридизації атомів карбону у кротоновій кислоті та будову зв'язків між атомами карбону.



Рішення :



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

- 8.1. Написати формули сполук: 2-аміно-3-меркаптопропанова кислота;

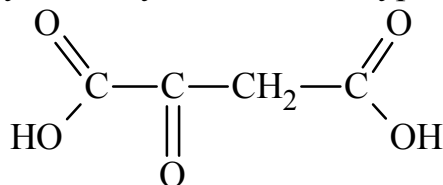
2- оксобутандіова кислота.

8.2. Визначити тип гібридизації атомів карбону в ацетальдегіді та пояснити будову зв'язку між атомами карбону.

### 9. Тестовий контроль :

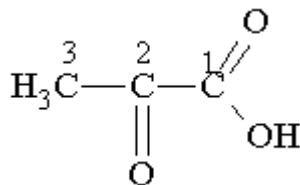
Приклад:

9.1. Назвіть щавлевоцтову кислоту за номенклатурою ІЮПАК:



9.2. Напишіть формулу сполуки: оксопропанон.

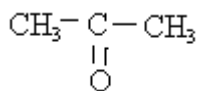
9.3. Вкажіть тип гібридизації атомів карбону у піровиноградній кислоті та будову зв'язку C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>



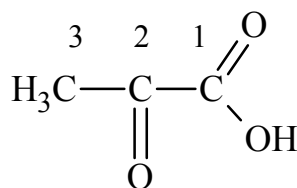
Відповідь:

9.1. 2-оксо бутандіова кислота.

9.2.



9.3.



C<sub>1,2</sub> - sp<sup>2</sup> ;      C<sub>3</sub> - sp<sup>3</sup>.      C<sub>2</sub>-C<sub>1</sub>  $\xrightarrow{\sigma}$  sp<sup>2</sup>-sp<sup>2</sup>



## Тема: ІЗОМЕРІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.

- 1. Актуальність теми:** основні поняття, які використовуються в органічній хімії, такі як класифікація, номенклатура, природа хімічних зв'язків, просторова будова та ін., які необхідні для пояснення реакційної здатності біологічно активних сполук в нормі та патології.
- 2. Ціль загальна – уміти:** уміти використовувати основні поняття БОХ для пояснення взаємозв'язку між електронною та просторовою будовою біологічно активних сполук та їх реакційною здатністю.
- 3. Конкретні цілі, вміти:**
  - вміти використовувати основні принципи номенклатури ІЮПАК для побудови назв органічних сполук;
  - пояснювати залежність біологічної активності від просторової будови речовин;
  - інтерпретувати залежність реакційної здатності від природи хімічного зв'язку та взаємного впливу атомів в молекулі .

### 4. Література:

#### Основна:

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.– В.: Нова книга, **2004**, ст. 39- 42; 45-53; 56-62.
- 4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. – М.: Медицина, **1985**, ст. 47; 50-86; **1991**, ст. 35-36; 54-87; **2009**, ст. 43-46.
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А. М.: Медицина, **1985**, ст. 138-148; 243-245.
- 4.5. Смірнова О.В., Нечипорук В.М. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук. В.: видав. Барановська Т.П., **2013**, ст. 21-61.
- 4.6. Смірнова О.В. Посібник із біоорганічної хімії, част. 1. Теоретичні основи реакційної здатності біологічно активних сполук. **2011**, ст.9-22.
- 4.7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., **2014**, ст.24-26.
- 4.8. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

#### Додаткова:

- 4.9. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство "Наукексперт.фармакопейний центр", 2001.
- 4.10. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.
- 4.11. Машковский М.Д. Лекарственные средства.–М.,ООО"Новая волна", 2002.
- 4.12. Овчинников Ю.А. Биорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.
- 4.13. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.

4.14. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. – М.: Высшая школа, 1972.

4.15. Терней А. Современная органическая химия. – М.: Мир, 1981.

### 5. Основні питання теми:

5.1. Просторова ізомерія біологічно активних сполук:

способи зображення просторової будови;

цис– транс – ізомерія;

енантіомерія, хіральність;

конформаційна ізомерія;

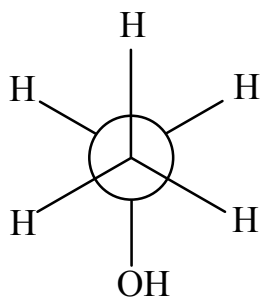
визначення, приклади, значення для біохімічних процесів цих видів ізомерії.

### 6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

6.1. Гібридизація атома карбону; електронна будова його хімічних зв'язків.

### 7. Еталони рішення завдань:

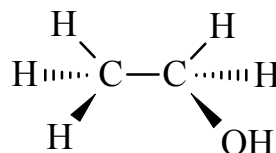
7.1. Написати будову та конфігурацію сполуки, загальмована конформація якої



Рішення



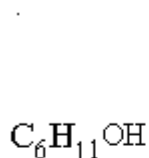
будова



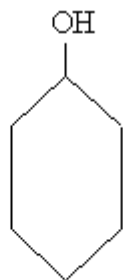
конфігурація

7.2. . Написати будову, конфігурацію загальмовану конформацію циклогексанолу.

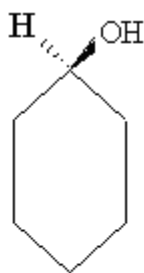
Рішення:



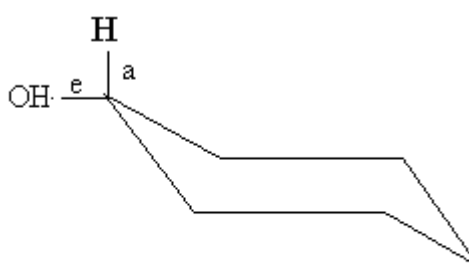
молекулярна  
формула



структурна  
формула



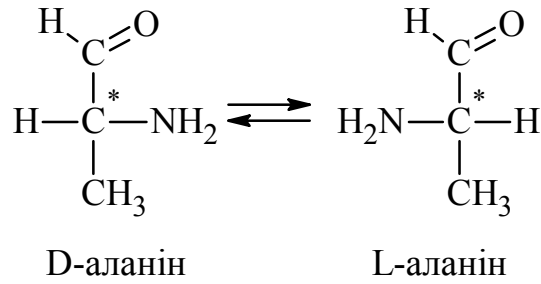
конфігурація



конформація

7.3. Написати формули енантіомерів аланіну та вказати їх конфігурацію.

Рішення:



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

8.1. Написати будову, конфігурацію, конформацію коламіну, етилциклогексану.

8.2. Написати енантіомери валіну та вказати відносну конфігурацію.

**9. Тестовий контроль :**

Приклад:

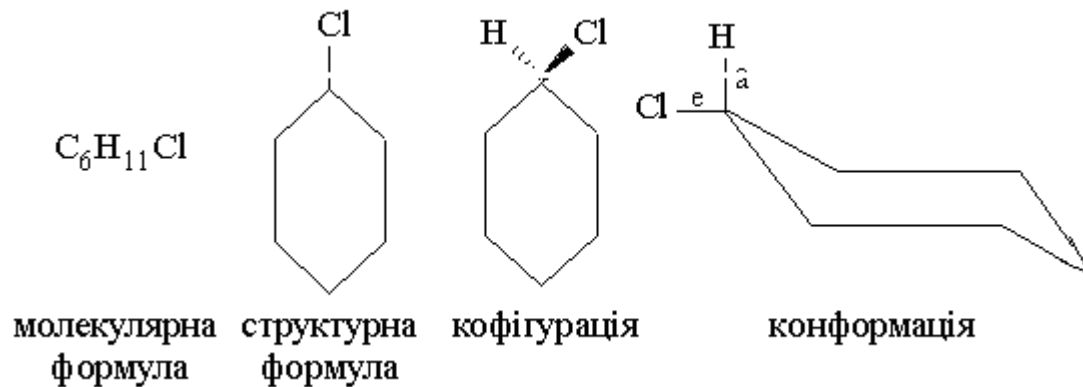
9.1. Напишіть молекулярну формулу, будову, конфігурацію, загальмовану конформацію хлорциклогексану.

9.2. Напишіть молекулярну формулу, будову, конфігурацію, загальмовану конформацію 2-хлоретанолу.

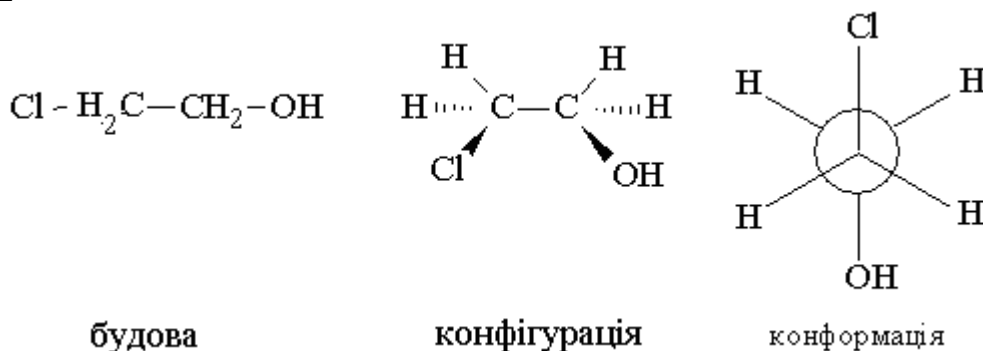
9.3. Напишіть формули енантіомерів глутамінової кислоти та вкажіть їх конфігурацію:  $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$ .

Відповідь:

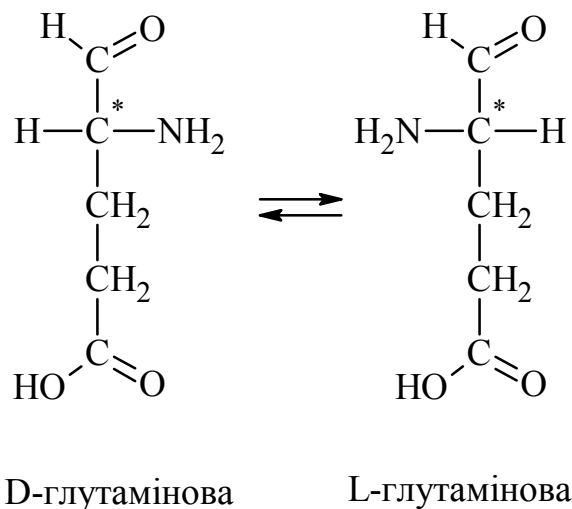
9.1.



9.2



9.3.



### 10. Алгоритм лабораторної роботи

Складання моделей молекул біологічно активних сполук.

## Тема: ЕЛЕКТРОННІ ЕФЕКТИ В ОРГАНІЧНИХ СПЛУКАХ. КИСЛОТНІСТЬ ТА ОСНОВНІСТЬ ОРГАНІЧНИХ СПЛУК.

1. **Актуальність теми:** електронні ефекти в органічних сполуках обумовлюють реакційну здатність їх, в тому числі такі важливі властивості як кислотність та основність.

2. **Ціль загальна – уміти:** використовувати електронні ефекти для пояснення кислотно-основних властивостей біологічно активних сполук.

3. **Конкретні цілі, вміти:**

- визначати електронні ефекти в органічних сполуках, графічно їх зображати;
- пояснювати кислотні властивості спиртів, фенолів, тіолів та їх значення для біологічних процесів;
- пояснювати основні властивості амінів та їх значення для біологічних процесів.

4. **Література:**

#### Основна:

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, **1997**, ст. 78 - 84; **2004**, ст. 69 – 72, 98 – 109, 145 – 151.
- 4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. М.: Медицина, **1985**, ст.42-45; ст. 112 – 131; **1991**, ст. 100 – 117; **2009**, ст. 73 – 91.

- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, ст.61 -72.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малый практикум по органической химии, **1980**, с. 30 – 46, 92 – 93.
- 4.6. Смірнова О.В., Нечипорук В.М. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук. В.: видав. Барановська Т.П., 2013, ст. 57-79.
- 4.7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст. 26-32;.53-72.
- 4.8. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

#### **Додаткова:**

- 4.9. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство "Наукексперт.фармакопейний центр", 2001.
- 4.10. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.
- 4.11. Машковский М.Д. Лекарственные средства.–М.: ООО "Новая волна", 2002.
- 4.12. Овчинников Ю.А. Биорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.
- 4.13. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.
- 4.14. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.

#### **5. Основні питання теми:**

- 5.1. Електронні ефекти в органічних сполуках: індуктивний та мезомерний (визначення, механізм виникнення, їх графічне зображення).
- 5.2. Кислотність та основність за Бренстедом та Льюїсом.
- 5.3. Кислотність спиртів, фенолів; вплив довжини карбонового ланцюга та замісників. Утворення хелатів, значення цієї реакції для клінічного аналізу. Біологічне значення кислотності спиртів, фенолів.
- 5.4. Основність амінів, вплив довжини карбонового ланцюга та замісників. Значення солеутворення амінів–лікарських засобів.
- 5.5. Знати формули сполук: пропанол, ізопропанол, бутанол, ізобутанол, вторбутанол, третбутанол; фенол та його похідні; первинні, вторинні, третинні аміни та четвертинні основи; коламін, анілін.

#### **6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

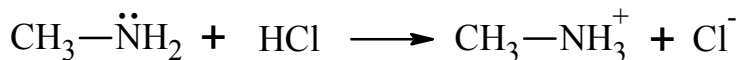
- 6.1. Схема утворення первинних, вторинних, третинних амінів. Утворення четвертинної основи на прикладі холіну.
- 6.2. Кислотність тіолів. Тіоли як антидоти.

#### **7. Еталони рішення завдань:**

- 7.1. Визначити графічно вид та знак електронних ефектів карбокси – групи в оцтовій кислоті (ацетаті) та бензойній кислоті (бензоаті).

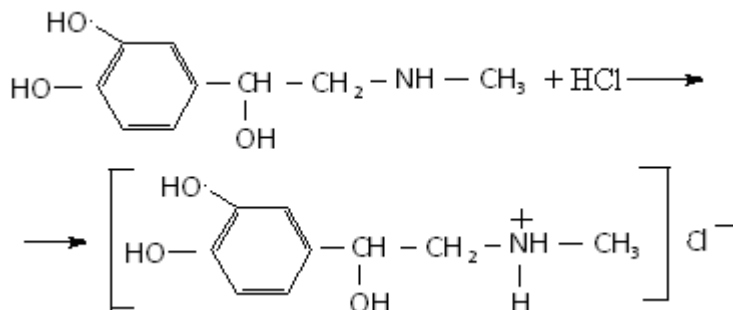


атомі нітрогену зменшується електронна густина, і він стає менш доступним для протону. Отже, етиламін сильніша основа за коламін.



7.5. Напишіть рівняння утворення солянокислого адреналіну.

Рішення.



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

- 8.1. Визначити графічно вид та знак електронних ефектів бром у брометані та карбокси – групи в оцтовій кислоті (ацетаті).
- 8.2. Позначте електронні ефекти та поясніть, який із спиртів сильніша кислота етанол чи етиленгліколь.
- 8.3. Поясніть та порівняйте основність атомів кисню та нітрогену в коламіні.
- 8.4. Пояснити основність атомів нітрогену в новокаїні і написати схему його взаємодії із хлоридною кислотою.

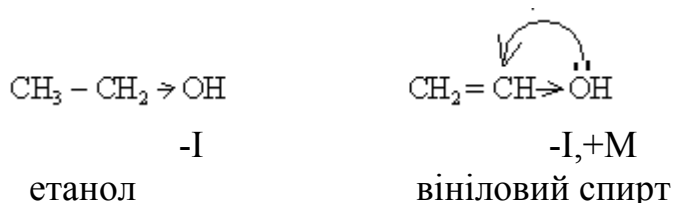
**9. Тестовий контроль:**

Приклад:

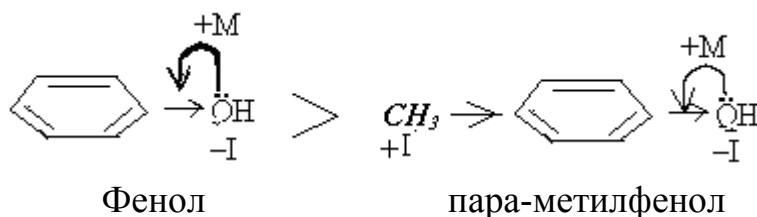
- 9.1. Визначити графічно електронні ефекти в молекулах етанолу та вінілового спирту.
- 9.2. Порівняти кислотність фенолу та пара-метилфенолу (показати графічно).
- 9.3. Порівняти основність аніліну та метиламіну (показати графічно).

Відповіді:

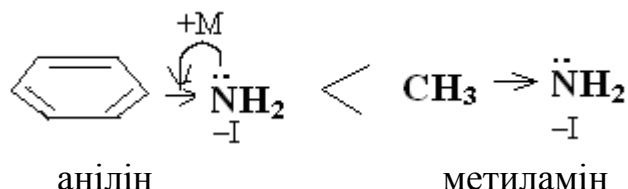
9.1.



9.2.



9.3.



### **10. Алгоритм лабораторної роботи:**

- 10.1. Одержання етилхлориду з етанолу.
- 11.2. Одержання хелатів.
- 10.3. Якісна реакція на фенол.
- 10.4. Утворення феноляту натрію та розклад його кислотою.
- 10.5. Якісна реакція на хлоргідрат новокаїну.

### **11. Методика проведення експерименту.**

#### 11.1. Одержання етилхлориду з етанолу

В пробірку насипати шар натрій хлориду висотою 5мм, додати 5 крап. етанолу, 4 крап.  $H_2SO_4$  конц. і нагріти на слабкому полум'ї. Час від часу підносити отвір пробірки до полум'я. Зафіксувати зовнішній ефект, написати механізм реакції, зробити висновки.

#### 11.2. Одержання хелатів.

В пробірку внести 1 краплю розчину  $CuSO_4$ , 2 краплі розчину  $NaOH$ , 3 краплі гліцеролу. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій. Пояснити значення кислотності багатоатомних спиртів для клінічного аналізу.

#### 11.3. Якісна реакція на фенол.

В пробірку внести невелику дрібку фенолу, додати 1мл води та 1 краплю розчину  $FeCl_3$ . Описати зовнішній ефект, написати схему реакції, зробити висновки

#### 11.4. Утворення натрій феноляту та розклад його кислотою.

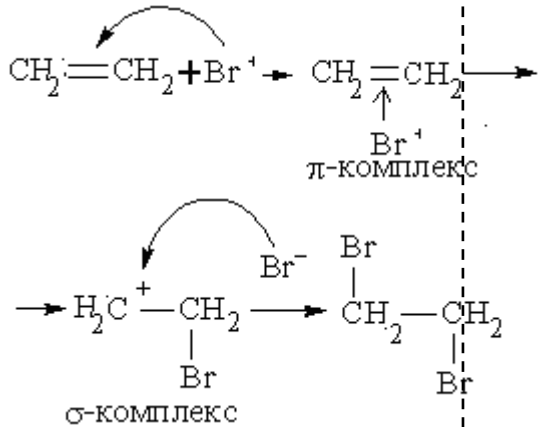
В пробірку внести 3 краплі води, невеликий кристал фенолу та струсити. Потім внести по краплях розчин  $NaOH$  до утворення прозорого розчину. Після цього внести по краплях розчин  $HCl$  до помутніння. Пояснити зміну зовнішнього ефекту, написати рівняння реакцій. Пояснити біологічне значення кислотності фенолів.

#### 11.5. Якісна реакція на хлоргідрат новокаїну.

В пробірку внести 3 краплі розчину хлоргідрат новокаїну, додати 1 краплю розчину аргентум нітрату  $AgNO_3$ . Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції утворення хлоргідрат новокаїну (солянокислого новокаїну), його дисоціації та взаємодії із аргентум нітратом. Пояснити біологічне значення основності амінів.



Схема оформлення протоколу лабораторної роботи  
(на розгорнутому подвійному аркуші зошиту)

№ досліду та назва	Назва досліду, механізм	рівняння та реакції	Висновки (тип реакції, біологічне та практичне значення реакції)
1	2	3	
1. Одержання етилену та його властивості	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad (1)$ $3\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} \quad (2)$ $\text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}^+ + \text{Br}^-$  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}^+ \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \\ \uparrow \\ \text{Br}^+ \\ \text{π-комплекс} \end{array}$ $\rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}^+-\text{CH}_2 \\   \\ \text{Br} \end{array} \xrightarrow{\text{Br}^-} \begin{array}{c} \text{Br} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \\ \text{Br} \end{array}$ <p style="text-align: center;">σ-комплекс <span style="float: right;">(3)</span></p>		1-а – дегідратація етанолу; 2-а – знебарвлення розчину $\text{KMnO}_4$ ; 3-я електрофільне приєднання до алкенів; знебарвлення бромної води; 2-а та 3-я реакції використовуються як якісні на не насиченість.

**Тема: Реакційна здатність алканів (та їх похідних), алкенів, аренів**

**1. Актуальність теми:**

реакції із алканами, алкенами та аренами ідуть в організмі людини, тому необхідно знати механізм їх перебігу для пояснення процесів в нормі та патології. Крім того, ці реакції широко застосовуються для синтезу лікарських речовин; тому знання механізмів реакцій дає можливість синтезувати сполуки з заданими властивостями.

**2. Ціль загальна – уміти:**

використовувати електронні механізми для пояснення реакційної здатності біологічно активних сполук.

### **3. Конкретні цілі , вміти:**

- інтерпретувати залежність реакційної здатності від природи хімічного зв'язку та взаємного впливу атомів в молекулі;
- пояснювати можливість використання реакційної здатності алканів, алкенів та аренів для синтезу лікарських речовин.

### **4. Література:**

#### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.– В.: Нова книга, **1997**, ст. 42 – 55.  
**2004**, ст. с.69 – 82; 86 – 95.
- 4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. – М.: Медицина, **1985**, ст. 124 – 137; 142 – 152; 158-160; 171-178;  
**1991**, ст. 117–132; 134 – 143; **2009**, 47-70.
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., **1985**, ст.55 - 81.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малый практикум по органической химии, **1980**, ст. 21- 39.103 – 108.
- 4.6. Смірнова О.В., Нечипорук В.М. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук. В.: видав. Барановська Т.П., **2013**, ст.79-101.
- 4.7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., **2014**, ст.33-53.
- 4.8. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

#### **Додаткова:**

- 4.9. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство "Наукексперт.фармакопейний центр", 2001.
- 4.10. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.
- 4.11. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: ООО "Новая волна", 2002.
- 4.12. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.
- 4.13. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.
- 4.14. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.

### **5. Основні питання теми:**

- 5.1. Типи розриву хімічних зв'язків. Вільні радикали, нуклеофіли та електрофіли (визначення, приклади).
- 5.2. Радикальне заміщення ( $S_R$ ) в алканах;  
механізм реакції галогенування. Біологічне значення вільних радикалів: утворення в організмі людини, участь в біохімічних процесах в нормі, токсична дія, зв'язування вільних радикалів, антиоксиданти.

- 5.3. Електрофільне приєднання ( $A_E$ ) в алкенах; механізм реакції галогенування. Практичне значення бромовання алкенів. Біологічне значення гідрування та гідратації алкенів.
- 5.4. Електрофільне заміщення в ароматичних сполуках ( $S_E$ ); механізм реакції галогенування. Вплив замісників на реакційну здатність аренів. Лікарські препарати як продукти галогенування, нітрування, алкілювання, сульфування бензенового ядра..
- 5.5. Знати формули сполук: етан, пропан, бутан, пентан, гексан, їх ізомери; етен, пропен, бутен, пентен, гексен, їх ізомери; фенол, бензальдегід, бензойна кислота, толуол, анілін, бензиловий спирт, нітробензол.

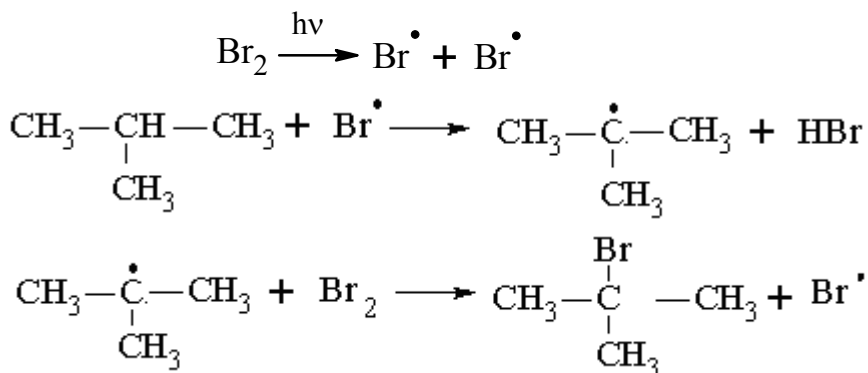
**6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

- 6.1. Нуклеофільне заміщення ( $S_N$ ) в галогеналканах, механізм взаємодії з лугами, амоніаком, амінами. Значення алкілювання атома нітрогену в організмі людини.
- 6.2. Нуклеофільне заміщення ( $S_N$ ) в спиртах, механізм взаємодії з галогеноводнями. Механізм елімінування в спиртах. Приклади елімінування оксисполук в організмі людини.
- 6.3. Правило Марковнікова.
- 6.4. Якісні реакції на ненасиченість.

**7. Еталони рішення завдань:**

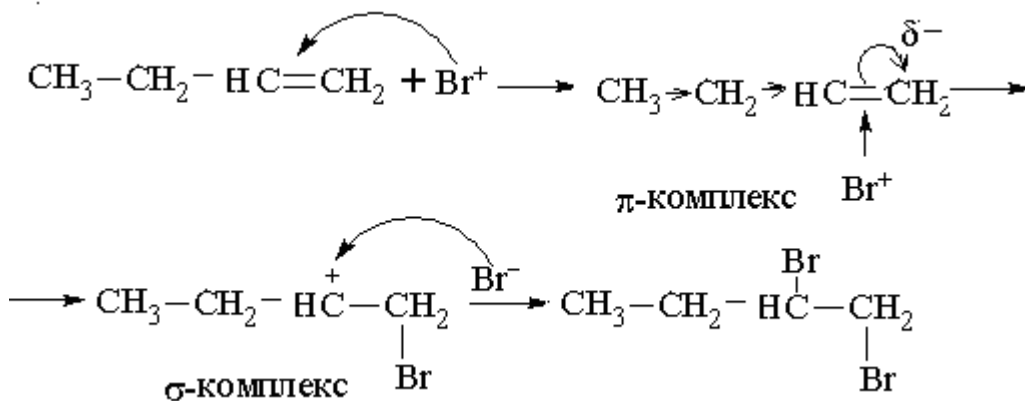
- 7.1. Описати графічно механізм бромовання ізобутану.

Рішення:

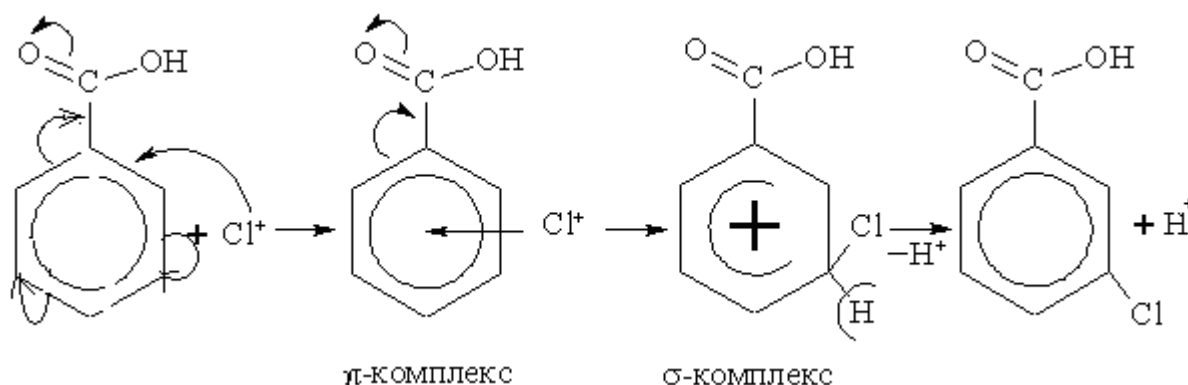
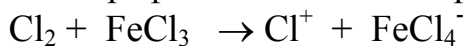


- 7.2. Описати графічно механізм бромовання бутену.

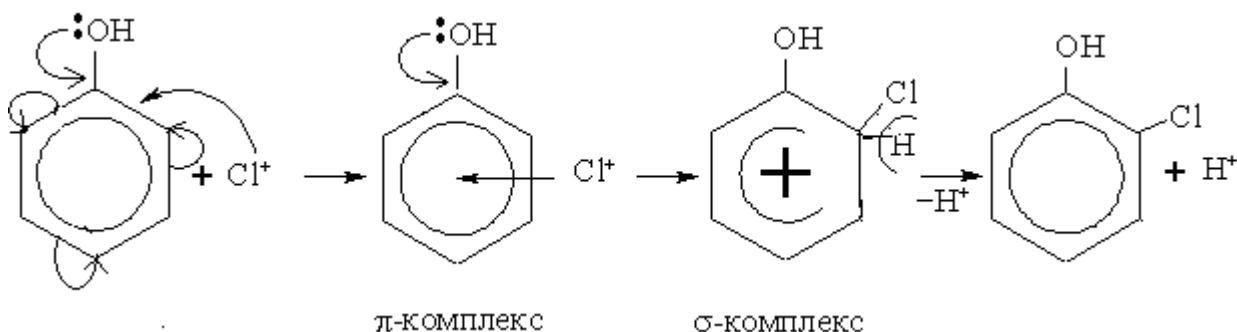
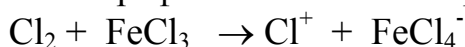
Рішення:  $\text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}^+ + \text{Br}^-$



7.3. Опишіть графічно механізм хлорування бензойної кислоти.



7.4. Опишіть графічно механізм хлорування фенолу.



7.5. Пояснити, чому галогеналкани можуть атакуватися нуклеофілами, а не електрофілами.

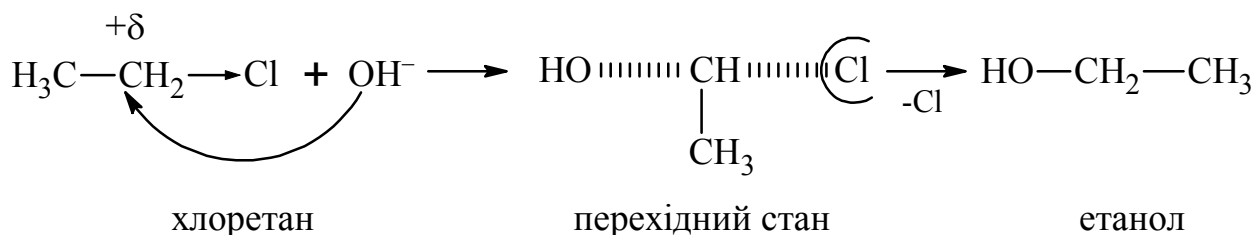
Рішення:

$\delta^+$

В галогеналканах, наприклад в хлоретані  $\text{CH}_3\text{-CH}_2 \rightarrow \text{Cl}$ , в результаті індукційного ефекту атома хлору на атомі карбону виникає частковий позитивний заряд. Такий атом карбону може атакуватися тільки нуклеофілом, тобто реагентом із надлишком електронної густини.

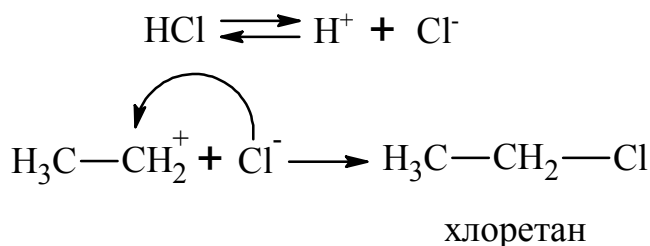
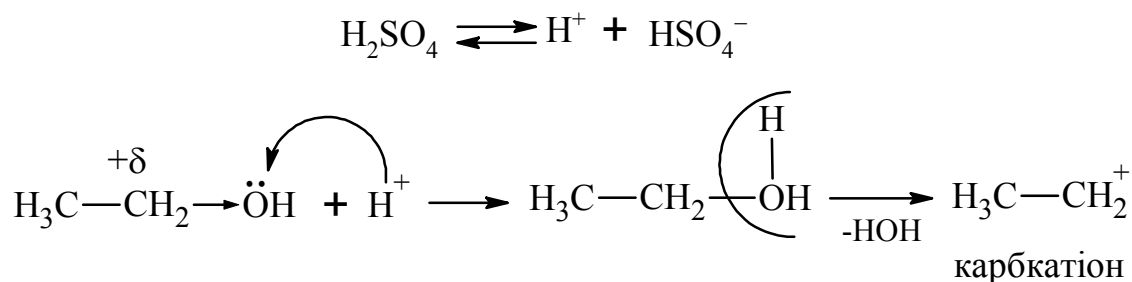
7.6. Описати графічно механізм взаємодії хлоретану із калій гідроксидом

Рішення:

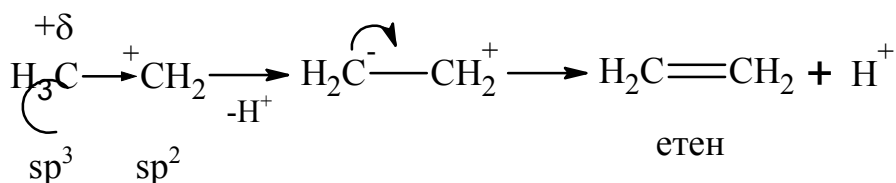
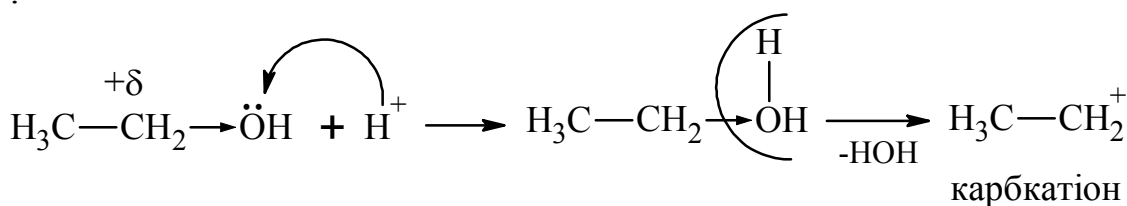
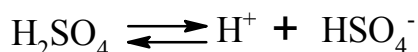


7.7. Описати графічно механізм взаємодії етанолу із хлороводнем.

Рішення.



7.8. Описати графічно механізм елімінування етанолу



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

- 8.1. Описати графічно механізм бромовання ізопентану.
- 8.2. Описати графічно механізм хлорування бензальдегіду.
- 8.3. Описати графічно механізм взаємодії третбутанолу із хлороводнем.
- 8.4. Описати графічно механізм елімінування пропанолу.

**9. Тестовий контроль:**

Приклад:

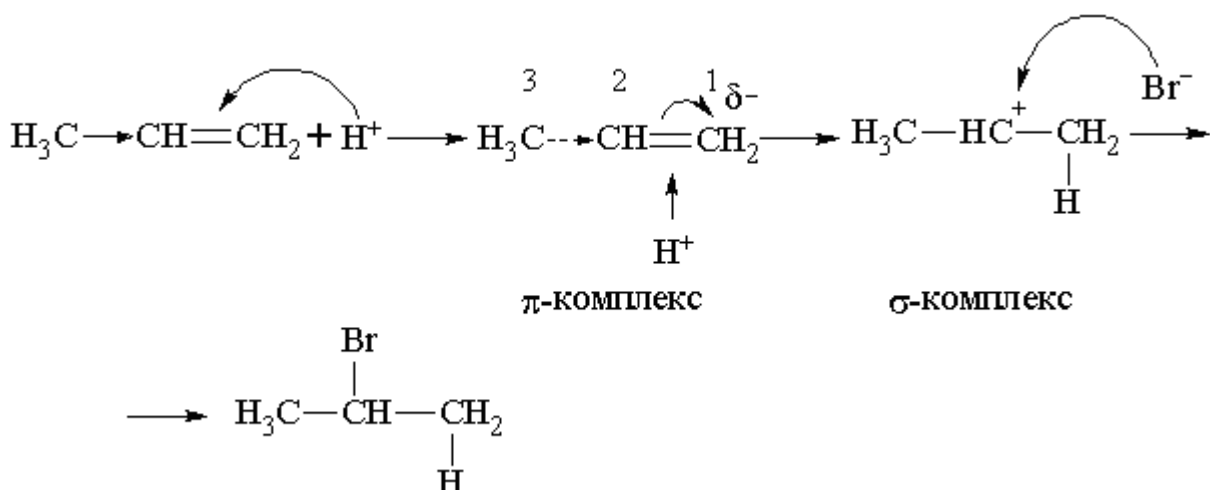
- 9.1. Чому алкани атакуються вільними радикалами, а не нуклеофілами або електрофілами?
- 9.2. Описати графічно механізм гідрохлорування пропену.  
Чи підтверджується правило Марковнікова?

9.3. Описати графічно механізм хлорування нітробензену.

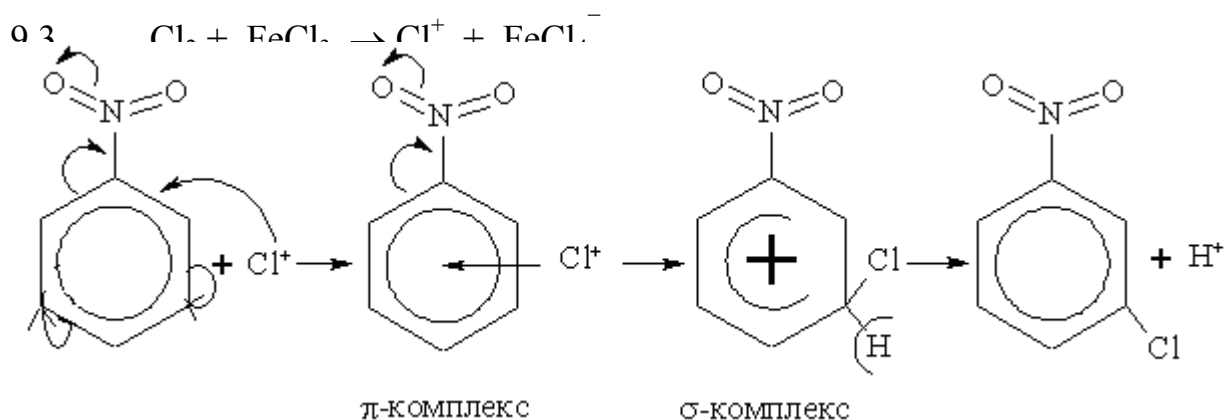
Відповіді:

9.1. В алканах всі атоми карбону перебувають в стані  $sp^3$ -гібридизації, електронна густина розподіляється рівномірно по всій молекулі, і не виникає центрів із надлишком або нестачею електронної густини, тому можлива атака тільки вільним радикалом.

9.2.  $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$



Правило Марковнікова підтверджується.



## 10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Галогенування алканів.
- 10.2. Одержання етилену та його властивості.
- 10.3. Утворення триброманіліну.
- 10.4. Нітрування бензену.

## **11. Методика проведення експерименту.**

### 11.1. Галогенування алканів (демонстрація).

В дві пробірки внести по 1мл гексану. Додати по 1мл бромної води. Одну пробірку добре загорнути в чорний папір. Обидві пробірки опромінювати УФ 1-2хв. Описати зовнішній ефект та механізм реакції. Пояснити біологічне значення вільних радикалів.

### 11.2. Одержання етилену та його властивості (демонстрація).

В суху пробірку внести 1мл суміші для одержання етилену ( $C_2H_5OH + H_2SO_4$  конц.), додати трішки алюміній оксиду, закрити газовідвідною трубкою та обережно нагрівати. Газ, що виділяється пропустити через розчин калій перманганату, потім через бромну воду. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, описати механізм електрофільного приєднання бромну, пояснити практичне значення цих реакцій.

### 11.3. Утворення триброманіліну.

В пробірку внести 1 краплю аніліну, додати 1мл води, добре струсити і додати декілька крапель бромної води до появи осаду. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій (механізм електрофільного заміщення), пояснити орієнтуючу дію аміногрупи. Вказати біологічне значення реакції галогенування бензенового ядра.

### 11.4. Нітрування бензену.

В суху пробірку внести 10 крапель бензену, обережно додати 10 крапель нітруючої суміші ( $HNO_3 + H_2SO_4$ ), струсити. Вилити в другу пробірку із 5мл води. Відмітити появу запаху. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій (механізм електрофільного заміщення). Вказати біологічне значення реакції нітрування бензенового ядра.

## **ТЕМА: РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ АЛЬДЕГІДІВ ТА КЕТОНІВ.**

**1. Актуальність теми:** вивчення реакційної здатності альдегідів та кетонів є необхідним для прогнозування спрямованості біохімічних процесів в організмі, а також для розуміння дії лікарських препаратів та метаболітів, що мають в своїй структурі альдегідну чи кетонну групи.

**2. Ціль загальна:** вивчити структуру та номенклатуру альдегідів та кетонів. Зрозуміти механізм нуклеофільного приєднання до карбонільної групи альдегідів та кетонів.

**3. Конкретні цілі:**

- використовувати знання механізму нуклеофільного приєднання для розуміння перебігу біохімічних процесів за участю альдегідів, кетонів та вуглеводів.
- знати якісні реакції визначення альдегідів та кетонів.
- вивчити окисно-відновні реакції альдегідів та кетонів для передбачення біохімічних процесів в організмі людини.

#### **4. Література:**

##### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Губський Ю.І. та ін Біоорганічна хімія, **1997** ст.62-73; **2004** ст. 114-125.
- 4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. М.: Медицина, **1985**, ст. 193 – 203, 211 – 216; **1991**, ст. 181 - 194, 218 – 220, 226 – 227; **2009**, ст.93-104.
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., **1985**, ст. 93 - 108.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малый практикум по органической химии, **1980**, стр. 47 - 56.
- 4.6. Смірнова О.В., Нечипорук В.М. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук. В.: видав. Барановська Т.П., 2013, ст. 103-117.
- 4.7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст.73-83.
- 4.8. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

##### **Додаткова:**

- 4.9. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.10. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.11. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.12. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.
- 4.13. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.14. Овчинников Ю.А. Биорганическая химия, М., 1987г.
- 4.15. Степаненко Б.Н. Курс органической химии, 1972 г.

#### **5. Основні питання теми:**

- 5.1. Схема механізму нуклеофільного приєднання ( $A_N$ ) до тригонального атом карбону в альдегідах та кетонах.
- 5.2. Взаємодія альдегідів із воднем, спиртами, амінами, ціанідами, водою, дисмутація альдегідів. Біологічне значення цих реакцій.
- 5.3. Альдольна конденсація та її значення для подовження карбонового ланцюга. Приклади альдольної конденсації в організмі людини.
- 5.4. Знати формули сполук: метаналь, етаналь, пропаналь; ацетон, метилетилкетон, бензальдегід, трихлороцтовий альдегід..

#### **6. Завдання для самостійного позааудиторного опрацювання:**

- 6.1. Окиснення альдегідів та кетонів. Реакції Толленса, Троммера, Фелінга. Приклади окиснення альдегідів та кетонів в організмі людини.
- 6.2. Галоформні реакції. Йодоформна проба та її клінічне значення.

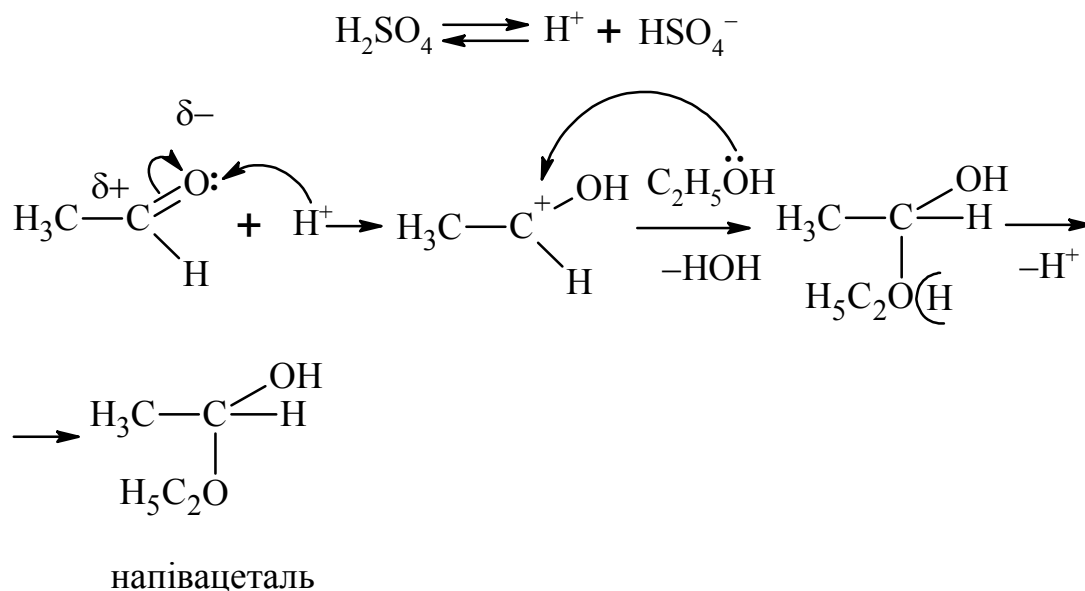


## 7. Еталони рішення завдань:

7.1. Опишіть графічно механізм утворення напівацеталю під час взаємодії ацетальдегіду та метанолу. Поясніть необхідність кислотного каталізу.

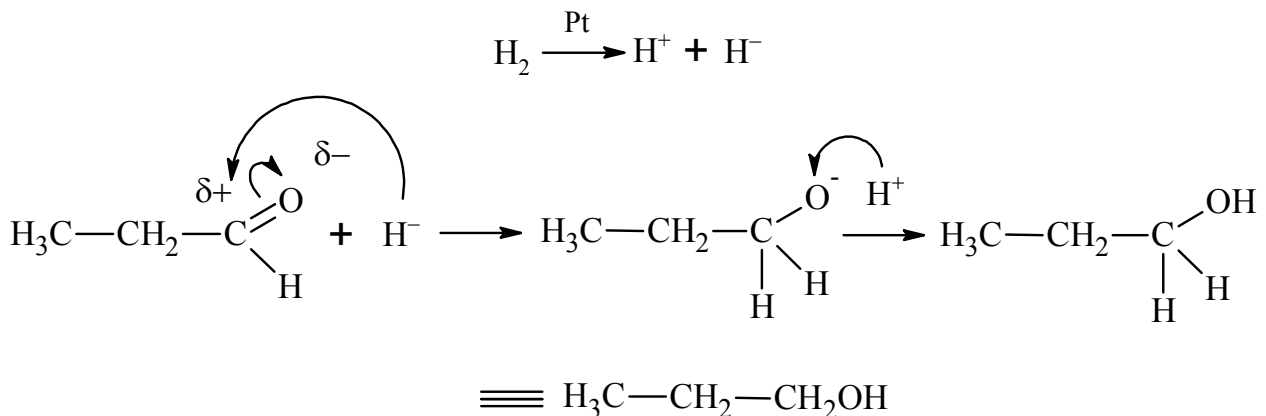
### Відповідь:

7.1. В карбонільній групі альдегідів та кетонів електронна густина  $\pi$ -зв'язку зміщена в сторону електронегативнішого оксигену. В результаті карбон набуває частково позитивного заряду. Для того, щоб підвищити електрофільність карбону застосовують кислотний каталізатор, так як спирт є слабким нуклеофілом. Прикладом є взаємодія ацетальдегіду та етанолу в присутності концентрованої сульфатної кислоти, яка дає каталізатор протон.



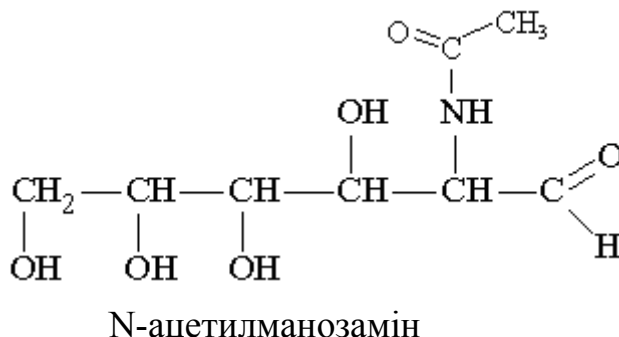
7.2. Опишіть графічно механізм відновлення пропаналу.

Відповідь:



**8. Завдання для закріплення матеріалу** (виконати в протокольному зошиті):

- 8.1. Описати графічно механізм диспропорціонування бензальдегіду.
- 8.2. Описати графічно механізм дії НАД під час відновлення пірвіноградної кислоти.
- 8.3. Описати графічно механізм синтезу нейрамінової кислоти із пірвіноградної кислоти (пірувату) та N-ацетилманозаміну

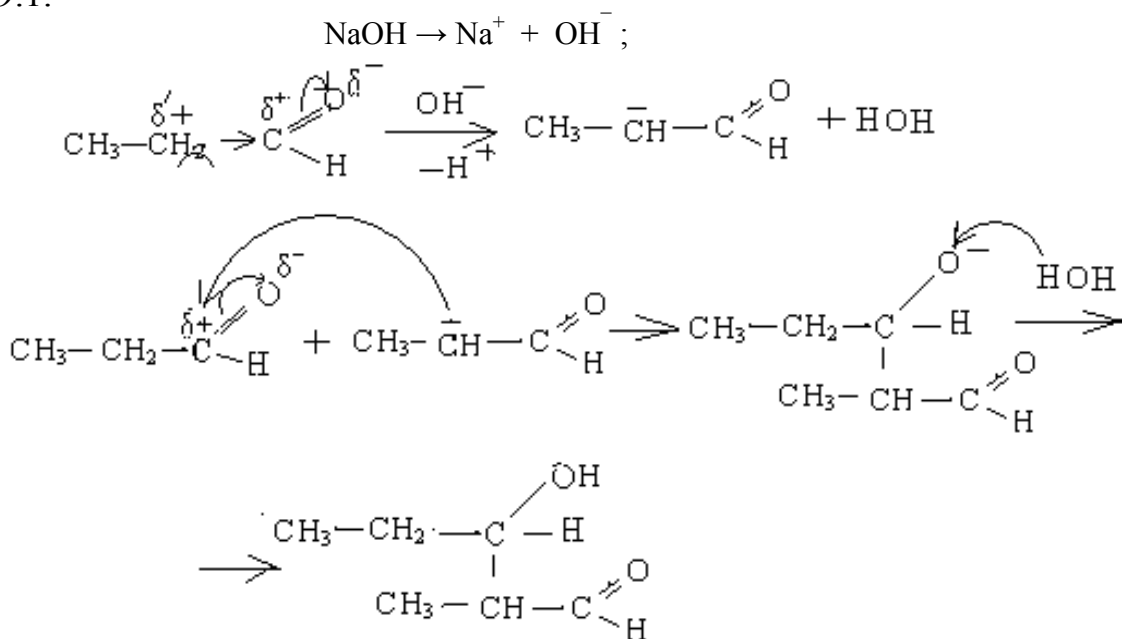


**9. Приклад тестового контролю:**

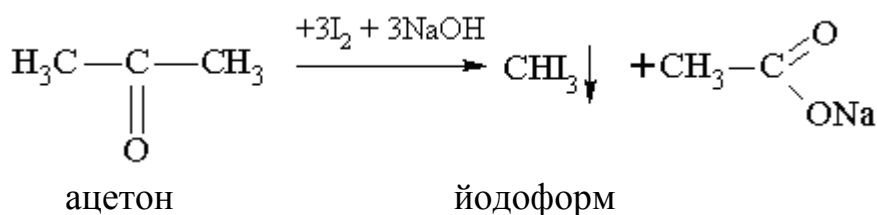
- 9.1 Описати графічно механізм альдольної конденсації пропаналью.
- 9.2. Написати схему галоформної реакції (утворення йодоформу).
- 9.3. Описати графічно механізм диспропорціонування бензальдегіду.

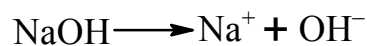
Відповіді:

9.1.

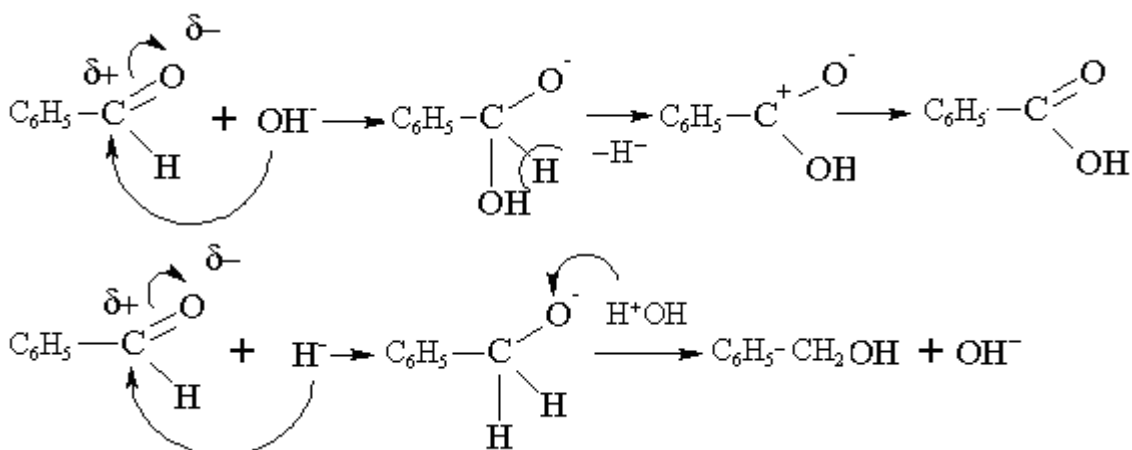


9.2.





9.3.



## 10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Окиснення формальдегіду купрум (II) гідроксидом (проба Троммера).
- 10.2. Відкриття ацетону в сечі йодоформною пробою.
- 10.3. Диспропорціонування формальдегіду у водних розчинах.

## 11. Методика проведення експерименту:

### 11.1. Окиснення формальдегіду купрум(II) гідроксидом (проба Троммера).

Внести в пробірку по 5 крапель розчину NaOH та води, додати 1 краплю розчину CuSO<sub>4</sub>, потім додати 3 краплі розчину формаліну. Пробірку обережно нагріти до кипіння (не кип'ятити). Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій. Пояснити значення цієї реакції для клінічного аналізу.

### 11.2. Відкриття ацетону в сечі йодоформною пробою.

В пробірку внести 1 краплю розчину Люголю та додати майже до знебарвлення по краплях розчин NaOH (1–2 краплі). До знебарвленого розчину додати 1 краплю ацетону. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, пояснити значення цієї реакції для клінічного аналізу.

### 11.3. Диспропорціонування формальдегіду у водних розчинах.

В пробірку внести 2-3 краплі розчину формальдегіду. Додати 1 краплю розчину індикатора метилового червоного. Описати зовнішній ефект, написати механізм диспропорціонування формальдегіду.

## **Тема: РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ТА БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ ТА ЇХ ПОХІДНИХ.**

**1. Актуальність теми:** вивчення механізмів нуклеофільного заміщення в карбонових кислотах дає можливість прогнозувати хімічні перетворення карбонових кислот та їх похідних в організмі людини.

**2. Ціль загальна – уміти** інтерпретувати закономірності нуклеофільного заміщення карбонових кислот та їх похідних і прогнозувати наслідки цих процесів.

**3. Конкретні цілі, вміти:**

- сформувати знання закономірностей і особливостей перетворення карбонових кислот і їх функціональних похідних, які беруть участь в біохімічних процесах;
- пояснювати механізми нуклеофільного заміщення в карбонових кислотах;
- прогнозувати процеси, які зв'язані з перетворенням карбонових кислот та їх біологічно активних похідних.

**4. Література:**

### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. М.: Медицина, **1985**, с т. 112–123; 1204-211; **1991**, ст. 100–117; 162–178; **2009**, ст.105–121.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., **1985**, ст.61 - 92.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997,ст.78-84; 2004, ст. 126-139.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малій практикум по органической химии, оп.41,47.
- 4.6. Смірнова О.В., Нечипорук В.М. Основи будови та реакційної здатності біологічно активних сполук. В.: видав. Барановська Т.П., 2013, ст. 118-145.
- 4.7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст.83-101.
- 4.8. Словник-мінімум формул біоологічно активних сполук. 2015р.

### **Додаткова:**

- 4.9. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.10. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии, М., 1982г.
- 4.12. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.13. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.

- 4.14 Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.  
 4.15. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.  
 4.16. Степаненко Б.Н. „ Курс органической химии” 1972 г.

### 5. Основні питання теми:

- 5.1. Електронна будова карбоксигрупи та карбокислат –аніону.  
 5.2. Кислотність карбонових кислот. Вплив різних замісників на кислотність карбонових кислот.  
 5.3. Солі карбонових кислот, їх утворення. Солі карбонових кислот в організмі людини.  
 5.4. Механізм нуклеофільного заміщення ( $S_N$ ) біля тригонального атома карбону:  
 а) механізм утворення естерів (складних ефірів) та тіоефірів;  
 б) механізм кислотного та лужного гідролізу естерів (складних ефірів);  
 5.5. Утворення та гідроліз естерів (складних ефірів ) та тіоефірів в організмі людини. Синтез біологічно активних речовин в організмі людини за допомогою ацетил-КоА

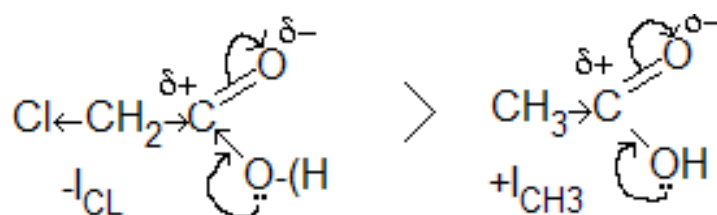
### 6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 6.1. Декарбоксілювання карбонових кислот.  
 6.2. Галогенангідриди карбонових кислот. Практичне їх застосування як ацилюючих агентів.  
 6.3. Механізм утворення ангідридів карбонових кислот. Практичне їх застосування як ацилюючих агентів.  
 6.4. Механізм утворення амідів карбонових кислот. Біологічне значення амідів.  
 6.5. Декарбоксілювання карбонових кислот, приклади в організмі людини.  
 6.6. Властивості дикарбонових кислот ( на прикладі щавлевої кислоти).

### 7. Еталони рішення задач:

- 7.1. Яка кислота є сильнішою і чому: ацетат(оцтова) чи монохлорацетат (монохлороцтова).

Відповідь:



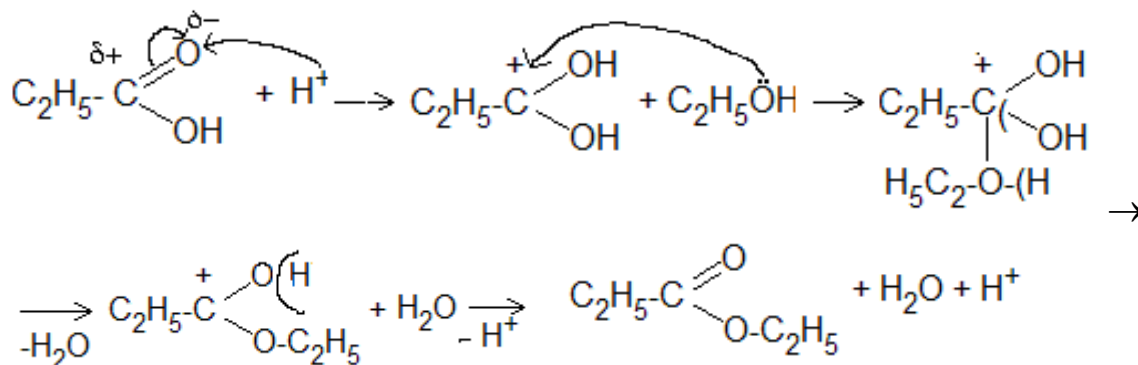
За рахунок негативного індукційного ефекту атома хлору збільшується частковий позитивний заряд на карбонільному карбоні, неподільна

електронна пара киснену сильніше змщується до нього і протон карбокси-групи краще відщеплюється. Отже, сильнішою буде моно хлорацетат.

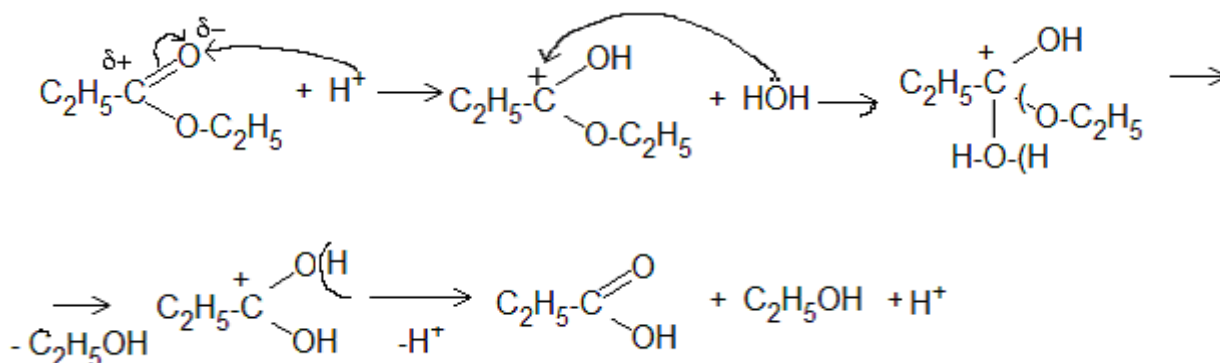
7.2. Опишіть графічно механізм утворення та гідролізу етилпропіонату із застосуванням кислотного каталізу.

Відповідь:

Механізм естерифікації:

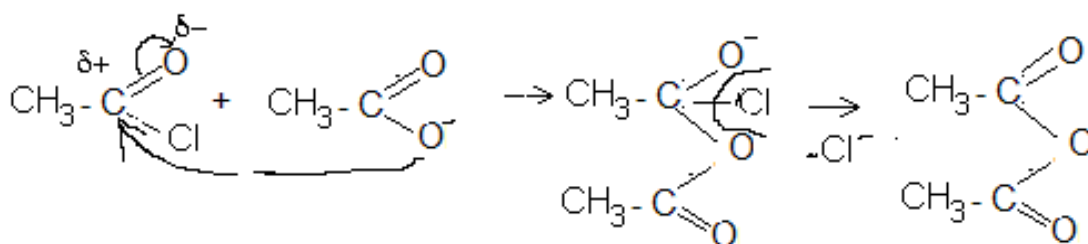
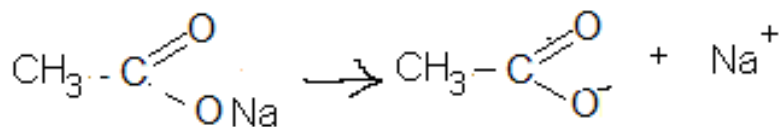


Механізм гідролізу в кислому середовищі:



7.3. Опишіть механізм утворення ангідриду ацетату (оцтової кислоти).

Відповідь:



## 8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):

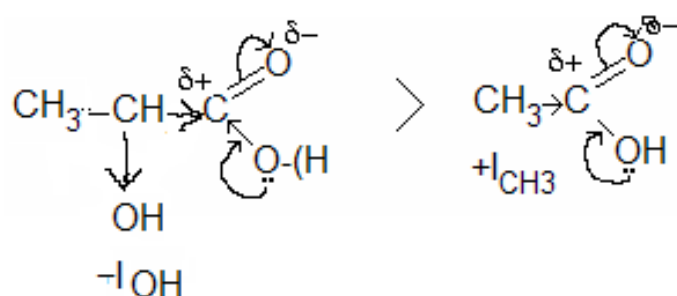
- 8.1. Розташувати в напрямку збільшення кислотності такі кислоти: оксалат(щавлева), ацетат(оцтова), монохлорацетату( монохлороцтова ) і пояснити графічно зміну сили кислот.
- 8.2. Описати графічно механізм утворення та гідролізу (кислотного та лужного) метилацетату.
- 8.3. Написати схеми реакцій утворення таких похідних ацетату (оцтової кислоти): натрієва сіль, ангідрид, хлорангідрид, амід.
- 8.4. Знати формули таких кислот: форміат (мурашина), ацетат (оцтова), пропіонат (пропіонова), бутират (масляна), хлорацетат (хлороцтова), оксалат ( щавлева) кислоти.

## 9. Тестовий контроль:

- 9.1. Яка з кислот пропанова або молочна є сильнішою і чому?
- 9.2. Опишіть графічно механізм взаємодії хлорангідриду ацетату (оцтової кислоти) із етанолом. Чому не треба використовувати каталізатор?
- 9.3. Опишіть графічно механізм утворення аміду ацетату.

Відповіді:

9.1.

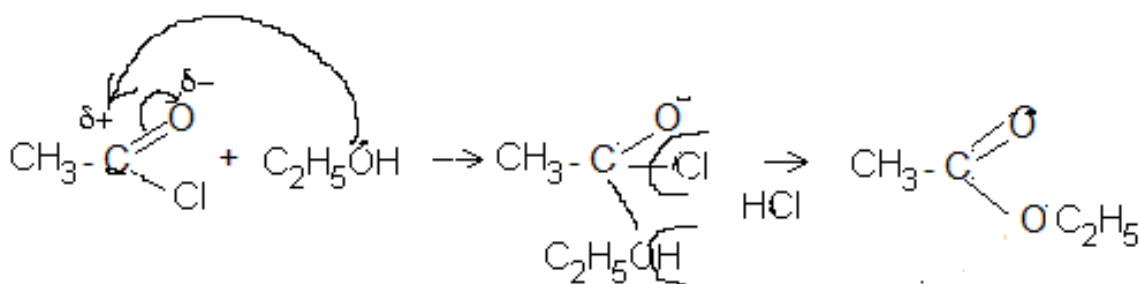


**молочна кислота**

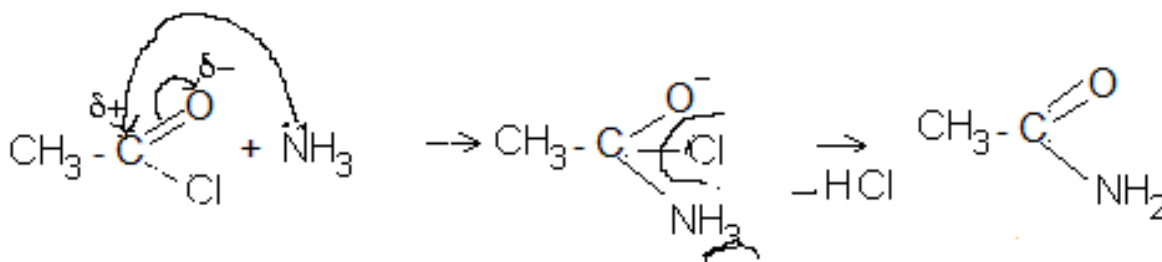
**ацетат**

В молочній кислоті кисень спиртової оксигрупи за негативним індукційним ефектом стягує на себе електронну густину від радикалу, в результаті чого збільшується частковий позитивний заряд на атомі карбону карбоксигрупи, до якого сильніше зміщується неподільна електронна пара кисену оксигрупи, і протон стає рухливішим.

9.2.



9.3.



## 10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Порівняльна оцінка сили кислот.
- 10.2. Відкриття оксалатної ( щавлевої ) кислоти у вигляді кальцієвої солі.
- 10.3. Розклад щавлевої кислоти під час нагрівання.
- 10.4. Добування етилацетату.

## 11. Методика проведення експерименту:

### 11.1. Порівняльна оцінка сили кислот.

На смужку універсального індикаторного паперу нанести поряд по краплині розчинів кислот хлороводневої (соляної), формиату (мурашиної), ацетату (оцтової), оксалату (щавлевої) та дистильованої води. Визначити рН та зробити висновки.

### 11.2. Відкриття оксалатної ( щавлевої ) кислоти у вигляді кальцієвої солі.

В пробірку внести 2 краплі розчину натрій оксалату, додати 1 краплю розчину кальцій хлориду. Осад, що випав, розділити на дві пробірки. Потім в одну пробірку внести 1-2 краплі ацетатної (оцтової) кислоти, в другу – 1-2 краплі хлороводневої (соляної) кислоти. Пояснити результати, написати рівняння реакцій.

### 11.3. Розклад щавлевої кислоти під час нагрівання.

В суху пробірку насипати щавлевої кислоти шаром 10-15мм, закрити пробкою із газовідвідною трубкою, яку занурити в пробірку із 1мл баритової води. Нагріти пробірку із щавлевою кислотою. Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект, зробити висновки.

### 11.4. Добування етилацетату.

В суху пробірку налити 0,5 мл етанолу, 0,5 мл льодяної ацетатної (оцтової) кислоти, 2-3 краплі 96%-ної сульфатної кислоти та обережно нагріти. Описати результати досліду і механізм реакції естерифікації.



# **Тема: РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ ТА БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ГЕТЕРОФУНКЦІОНАЛЬНИХ СПОЛУК ( ОКСИКИСЛОТИ, ОКСОКИСЛОТИ, ФЕНОЛОКИСЛОТИ)**

**1. Актуальність теми:** гетерофункціональні сполуки – окси та оксокислоти є продуктами обміну речовин в організмі людини, фенолокислоти використовуються в медицині як лікарські препарати. Реакційна здатність цих сполук зумовлена наявністю різних функціональних груп в молекулі, що визначає особливості їх метаболічних перетворень в організмі.

## **2. Ціль загальна – уміти:**

використовувати знання стереохімії та реакційної здатності гетерофункціональних сполук та взаємного впливу функціональних груп для пояснення особливостей обміну вуглеводів, ліпідів, амінокислот та їх похідних в організмі.

## **3. Конкретні цілі, вміти:**

пояснити залежність реакційної здатності та біологічних функцій гетерофункціональних сполук від їх будови та підходи до синтезу лікарських засобів на їх основі.

## **4. Література:**

### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, ст. 239 – 250; 1991, ст. 250 – 266.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985. ст. 147 – 149, 154 – 156,
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія. К., 1997р. к.. ст.92 – 93, 96 – 97 к., 2004. ст.139 – 140, 153 - 167.
- 4.5. Рево А.Я. и др. Малый практикум по биоорганической химии. 1980 ст. 69, оп.60,61,62,63.
- 4.6. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Поліфункціональні, гетерофункціональні та гетероциклічні біологічно активні сполуки. 2016,ст. 23-45.
- 4.7. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст.104-117.
- 4.8. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

### **Додаткова:**

- 4.9. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.

- 4.10. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.11. Терней А. Современная органическая химия, т.1, т.2, М., 1981г.
- 4.12. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1, т.2, 1963г.
- 4.13. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.14. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
- 4.15. Степаненко Б.Н. „ Курс органической химии” 1972 г.

## 5. Основні питання теми:

- 5.1 Оксикислоти : молочна (лактат), лимонна (цитрат), β-оксимасляна (β-оксибутират), яблучна (малат). Хіральність оксикислот, хімічні властивості та специфічні реакції. Хімізм їх утворення в організмі людини та біологічне значення цих сполук. Винна кислота (тарترات), її енантіомери, якісна реакція на багатоатомність.
- 5.2. Оксокислоти: піровиноградна – ПВК (піруват), ацетооцтова (ацетоацетат), щавелевооцтова (оксалоацетат), α-кетоглутарова (α-кетоглутарат). Хімізм утворення їх в організмі людини. Кето–енольна таутомерія. Якісна реакція на енольний фрагмент. Хімічні властивості, реакція декарбоксілювання.
- 5.3. Фенолоксислоти та їх похідні. Використання саліцилової кислоти та її похідних як лікарських засобів (натрій саліцилат, метилсаліцилат, салол, ацетилсаліцилова кислота). Визначення доброякісності ацетилсаліцилової кислоти.
- 5.4. Знати формули сполук, які вказані в питаннях 5.1., 5.2., 5.3.

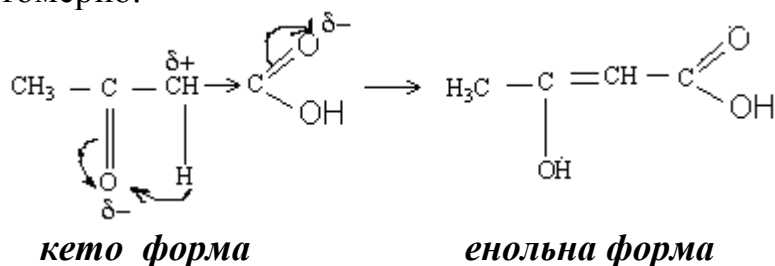
## 6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 6.1. Класифікація та ізомерія гідроксикислот. Хіральність. Енантіомери, діастереомери.
- 6.2. Кетоніві тіла, діагностичне значення їх для виявлення цукрового діабету.
- 6.3. Хелати, їх утворення.

## 7. Еталони рішення завдань:

- 7.1. Яка ізомерія характерна для β- кетокислот (на прикладі ацетооцтової кислоти) ?

Рішення. В результаті взаємного впливу кетонної та карбоксигруп в молекулі виникає СН–кислотний центр, що обумовлює кето-енольну таутомерію.



Енольна форма реакційноздатніша за кетонну.



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

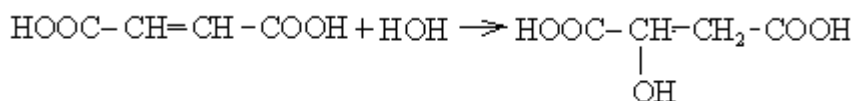
- 8.1. Напишіть проєкційні формули енантіомерів та діастеріомерів винної кислоти (тартрату).
- 8.2. Напишіть кето- та енольну форми пірувату (піровиноградної кислоти), рівняння реакції її відновлення та взаємодію з етанолом. Вкажіть механізми реакцій.
- 8.3. Напишіть рівняння специфічних реакцій із  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -оксикислотами.

**9. Приклад тестового контролю:**

- 9.1. Напишіть схему утворення яблучної кислоти в організмі людини.
- 9.2. Напишіть рівняння утворення естеру ПВК.
- 9.3. Напишіть кетонну та енольну форми  $\alpha$ -кетоглутарової кислоти.

Відповіді.

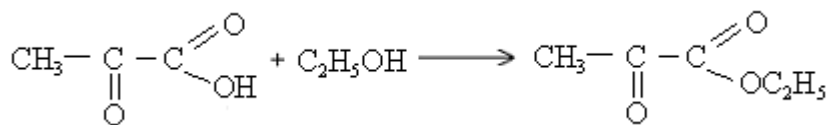
9.1.



*фумарова*

*яблучна*

9.2.



*ПВК  
(піруват)*

*етилпіруват*

9.3.



*кето форма*

*енольна форма*

**10. Алгоритм лабораторної роботи.**

- 10.1. Доказ утворення кислих та середніх солей.
- 10.2. Доказ наявності гідроксильних груп у винній кислоті.
- 10.3. Розклад лимонної кислоти.
- 10.4. Одержання та розчинність кальцій цитрату та кальцій тартрату.
- 10.5. Доказ доброякісності ацетилсаліцилової кислоти (аспірин)  
(відсутність фенольного гідроксилу).

## **11. Лабораторна робота:**

### 11.1. Доказ утворення кислих та середніх солей.

В пробірку внести 5 крапель розчину тартрату (винної кислоти), додати 2 краплі розчину KOH і потерти склянню паличкою по стінках пробірки до утворення осаду. Потім додати ще 4-5 крапель розчину KOH. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, зробити висновки. Пробірку з розчином залишити для наступного досліду.

### 11.2. Доказ наявності гідроксильних груп у винній кислоті.

В пробірку внести 2 краплі розчину  $\text{CuSO}_4$  і 2 краплі розчину NaOH. До осаду, що утворився, додати розчин із попереднього досліду. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, зробити висновки. Для чого застосовується одержаний розчин і під якою назвою?

### 11.3. Розклад лимонної кислоти.

В суху пробірку з газовідвідною трубкою внести цитрат (лимонна кислота) шаром 1 см та 1 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц., нагріти. Кінець газовідвідної трубки занурити в пробірку з 1 мл баритової води, а потім - в пробірку з розчином Люголю (попередньо до розчину Люголю додати 1 – 2 краплі розчину NaOH до знебарвлення). Описати зовнішній ефект реакцій, написати рівняння реакцій, зробити висновки..

### 11.4. Одержання та розчинність кальцій цитрату та кальцій тартрату.

Розчинити в одній пробірці декілька кристаликів цитрату (лимонної кислоти), а в другій – тартрату (винної кислоти). Кислоти нейтралізувати розчином  $\text{NH}_4\text{OH}$  до синього кольору лакмусового папірця, потім додати 2-3 краплі розчину  $\text{CaCl}_2$ . В одній пробірці осад випадає одразу, а другу пробірку з розчином прокип'ятити 2-3 хвилини. Що спостерігається? Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, зробити висновки.

### 11.5. Доказ відсутності фенольного гідроксилу в ацетилсаліциловій кислоті (аспірині). Доказ доброякісності ацетилсаліцилової кислоти).

В пробірку внести дрібку таблетки аспірину, додати 5-6 крапель води, перемішати, додати краплю розчину  $\text{FeCl}_3$ . Якщо спостерігається зовнішній ефект, пояснити його. Якщо змін немає, то пробірку прокип'ятити 0,5хв. і додати 1 краплю розчину  $\text{FeCl}_3$ . Що спостерігається? Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції та зробити висновки відносно доброякісності ацетилсаліцилової кислоти.

## **Тема: ЛІПІДИ: ОМИЛЮВАНІ ТА НЕОМИЛЮВАНІ**

**1. Актуальність теми:** знання будови та хімічних властивостей ліпідів та їх структурних компонентів необхідні для розуміння процесів обміну ліпідів в організмі людини, структури біологічних мембран..

**2. Ціль загальна – уміти** інтерпретувати закономірності обміну ліпідів з метою прогнозування біохімічних реакцій які супроводжуються і стимулюються ліпідами.

### 3. Конкретні цілі, вміти:

- ✓ Сформулювати знання про будову, властивості ліпідів та їх структурних компонентів;
- ✓ Вміти використовувати ці знання для вивчення структури біологічних мембран і закономірностей ліпідного обміну як основи метаболічних перетворень в організмі.

### 4. Література:

#### Основна:

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавіна Н.А., Бауков Ю.Н. „Биоорганическая химия” 1985г, с 427 – 442; 1991г, с. 457 - 472.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии под ред. Тюкавиной Н.А., 1985, с 118 – 127, 238 – 240.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997, с. 78-84; 2004, с.251-268.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малій практикум по органічеськой хімії, оп.52,53,56.
- 4.6. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст.230-248.
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

#### Додаткова:

- 4.8. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии, М., 1982г.
- 4.10. Терней А. Современная органическая химия, т.1, т.2, М., 1981г.
- 4.11. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1, т.2, М., 1963г.
- 4.12. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
- 4.14. Степаненко Б.Н. „ Курс органической химии” 1972 г.

### 5. Основні питання теми:

- 5.1. Ліпіди, омилювані ліпіди (визначення).
- 5.2. Вищі жирні кислоти: насичені та ненасичені, просторова будова ненасичених кислот, хімічні властивості.
- 5.3. Жири – триацилгліцериди: склад, будова, класифікація, хімічні властивості ( гідроліз, йодне число, пероксидне окиснення, гідрогенізація).
- 5.4. Фосфатидна кислота: склад, будова, тип зв'язку, просторова конфігурація.
- 5.5. Фосфогліцериди:  
фосфатидилхолін, фосфатидилколамін, фосфатидилсерін, їх склад, будова, типи зв'язків, біологічне значення.

**6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

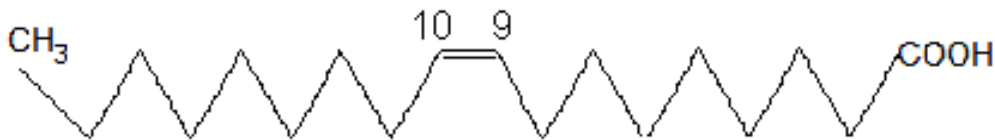
- 6.1. Неомилувані ліпіди (визначення)
- 6.2. Стеранове ядро (будова, нумерація).
- 6.3. Будова холестерину, жовчних кислот.
- 6.4. Рідиннокристалічна структура.

**7. Еталони рішення задач:**

7.1. Написати і вказати конфігурацію олеїнової кислоти

Відповідь:

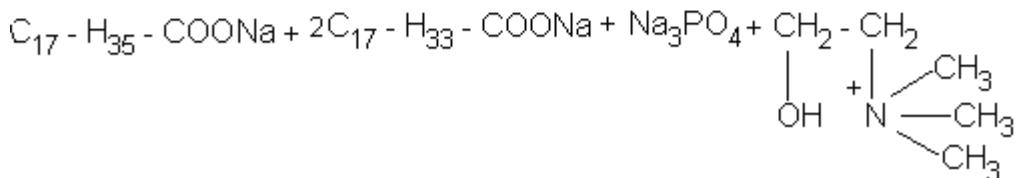
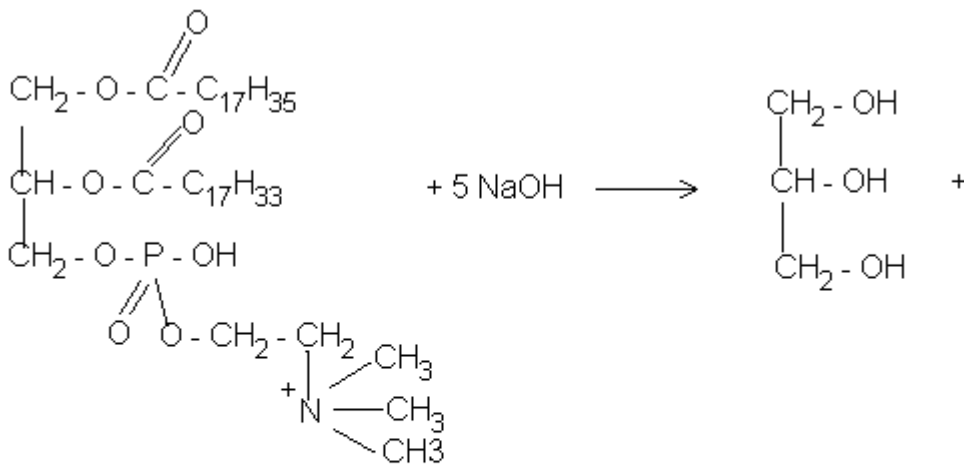
7.1.



**Цис-конфігурація**

7.2. Написати схему лужного гідролізу 1-стеароїл-2-олеїноїл-3-фосфатидилхоліну

Відповідь:



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

- 8.1. Написати рівняння реакції лужного гідролізу діолеостеарину.
- 8.2. Написати будову фосфатидилсерину, вказати типи зв'язків.
- 8.3. Написати просторову будову лінолевої кислоти

### 9. Приклади тестового контролю:

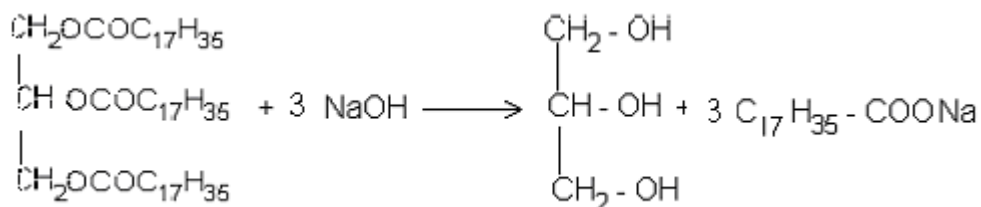
9.1. Написати будову і схему лужного гідролізу тристеарину.

9.2. Доведіть якісною реакцією ненасиченість олеїнової кислоти.

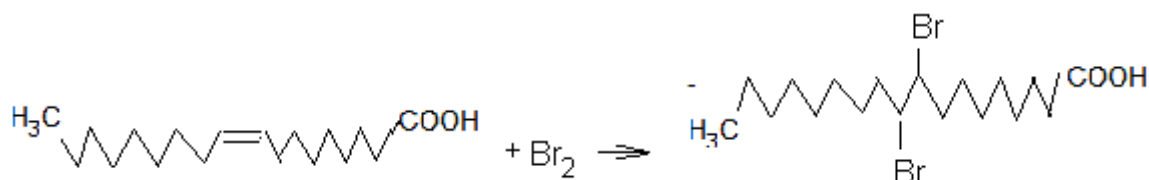
9.3. Напишіть будову та повний гідроліз 1,2-стеароїлфосфатидилколаміну в лужному середовищі.

Відповіді.

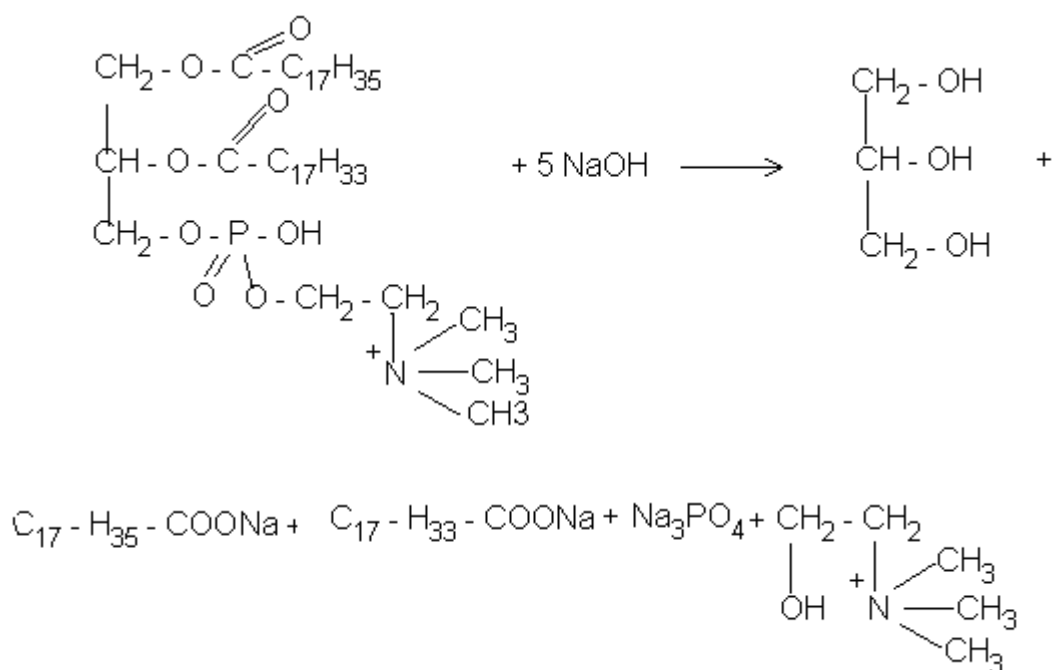
9.1.



9.2.



9.3.



### 10. Алгоритм лабораторної роботи:

10.1. Утворення жирної плями та її екстракція.

10.2. Виділення вільних жирних кислот з мила.

10.3. Реакція ненасичених жирних кислот.

10.4. Утворення нерозчинних солей кальцію вищими жирними кислотами.



## **11. Методика проведення експерименту:**

### 11.1. Утворення жирної плями та її екстракція.

На фільтровальний папір нанести 3 окремі плями олії по одній краплі. До плями доторкнутися скляним капіляром з ефіром, до другої – з бензолом, до третьої – з водою. Описати зовнішній ефект, зробити висновки.

### 11.2. Виділення вільних жирних кислот з мила.

В пробірку внести 1 краплю  $H_2SO_4$  конц. та 5 крапель концентрованого розчину мила. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій. Зробити висновки. Розчин залишити для наступного досліду.

### 11.3. Реакція ненасичених жирних кислот.

В пробірку із досліду № 11.2. внести 2-4 краплі бромної води, струсити. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновки.

### 11.4. Утворення нерозчинних солей кальцію вищими жирними кислотами.

В пробірку внести 5 крапель розчину мила та 10 крапель розчину  $CaCl_2$ , добре струсити. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновки.

## **Тема: БУДОВА ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ $\alpha$ - АМІНОКИСЛОТ**

**1. Актуальність теми:** амінокислоти – структурні одиниці пептидів та білків. Знання будови та хімічних властивостей амінокислот необхідні для розуміння їх реакційної здатності, перетворень та біологічної активності в організмі людини.

**2. Ціль загальна: вміти** використовувати знання властивостей амінокислот для пояснення будови, фізико-хімічних властивостей білків.

**3. Конкретні цілі, вміти:**

- інтерпретувати особливості будови  $\alpha$ -амінокислот як структурної основи білків, що функціонують в усіх тканинах та органах організму;
- робити висновки про шляхи перетворень в організмі  $\alpha$ -амінокислот;
- на основі розуміння будови та реакційної здатності  $\alpha$ -амінокислот прогнозувати утворення з них білків та інших фізіологічно активних сполук та передбачати шляхи деградації амінокислот в організмі.

#### **4. Література:**

##### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, с.297- 318; 1991, с. 313 – 343.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, с. 180 – 186.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997,с.180–187; 2004 с.154-159
- 4.5. Рево А.Я. и др. Малый практикум по органической химии, 1980, оп.100.
- 4.6. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, Ст.117-121, 194-200.
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

##### **Додаткова:**

- 4.8. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.10. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.11. Чичибабин А.Е.Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.
- 4.12. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.

#### **5. Основні питання теми:**

- 5.1. Амінокислоти: визначення, склад, будова.
- 5.2. Ізомерія амінокислот.
- 5.3. Кислотно – основні властивості амінокислот, амфотерність, ІЕС, ІЕТ, класифікація амінокислот за величиною ІЕТ.
- 5.4. Хімічні реакції амінокислот по карбокси–групі: утворення естерів, галогенангідридів. Значення цих реакцій.
- 5.5. Хімічні реакції амінокислот по аміногрупі: утворення N–ацильних похідних, взаємодія з нітритною кислотою, формальдегідом, фенілізотіоціанатом. Значення цих реакцій.
- 5.6. Декарбоксілювання амінокислот, біологічне значення цієї реакції..

#### **6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

- 6.1. Вивчити формули 20 амінокислот.

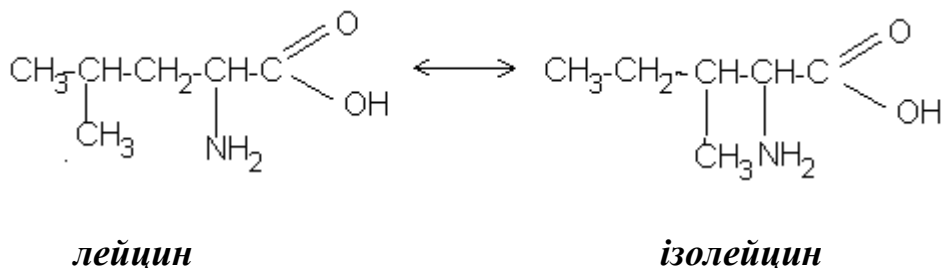
#### **7. Еталони рішення задач:**

- 7.1. Які види ізомерії характерні для амінокислот?

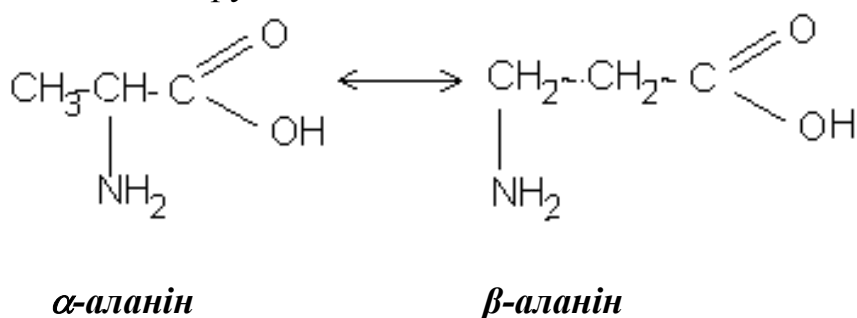
Рішення:

Ізомерія амінокислот обумовлена:

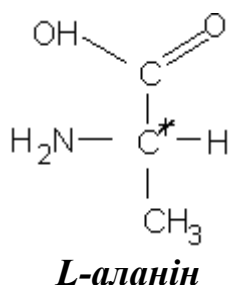
а) будовою вуглецевого скелету:



б) розміщенням аміногрупи:



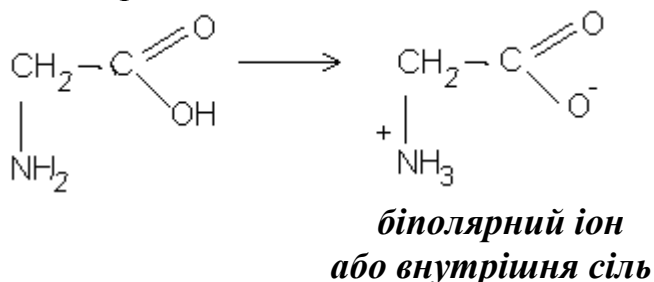
в) енантіомерія



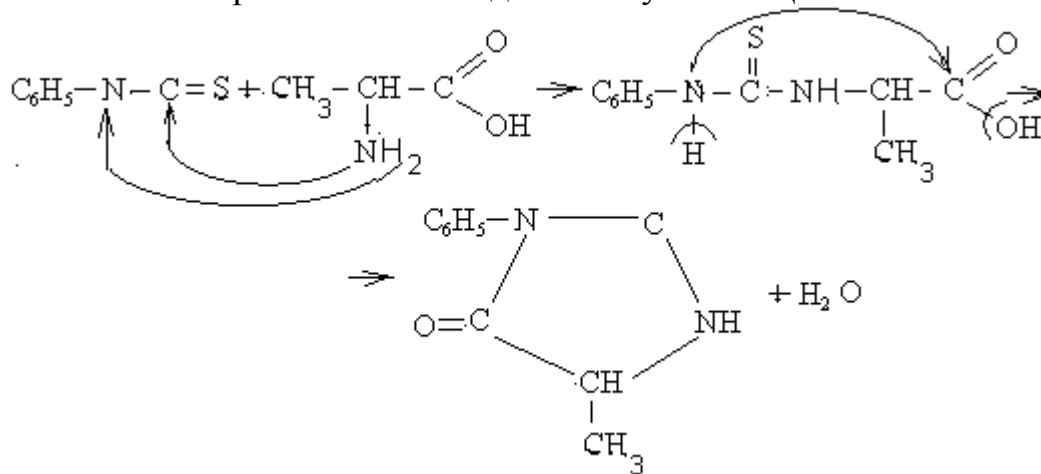
7.2. Чим обумовлена амфотерність амінокислот?

Рішення:

Амфотерність пояснюється наявністю карбоксигрупи, яка проявляє кислотні властивості, та аміногрупи, яка проявляє основні властивості. Під час розчинення амінокислоти у воді карбоксигрупа дисоціює і протон приєднується до аміногрупи за рахунок неподільної електронної пари нітрогену, тобто аміногрупа протонується. Утворюється частинка, яка називається біполярний іон.



7.3. Напишіть рівняння взаємодії аланіну із ФІТЦ.



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

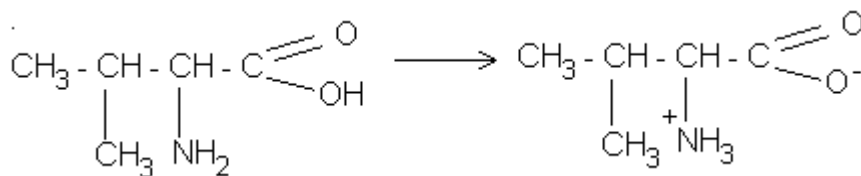
- 8.1. Написати та вивчити формули 20 амінокислот, що входять до складу білків; вказати незамінні амінокислоти.
- 8.2. Напишіть рівняння взаємодії лізину із ФІТЦ.
- 8.3. Напишіть рівняння реакції взаємодії нітритної кислоти з аспарагіном.

**9. Приклад тестового контролю :**

- 9.1. Напишіть схему утворення амфіону вал, в якій області рН знаходиться його ізоелектрична точка.
- 9.2. Написати формули трьох можливих солей аланіну.
- 9.3. Написати схему реакції лейцину з формальдегідом.

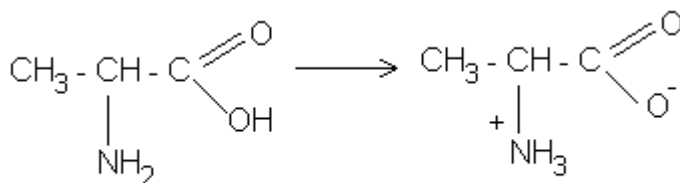
Відповіді.

9.1.

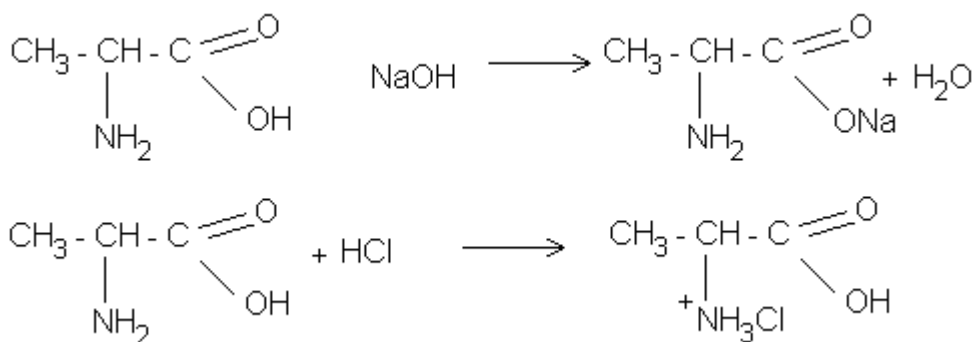


ІЕТ знаходиться в слабокислому середовищі.

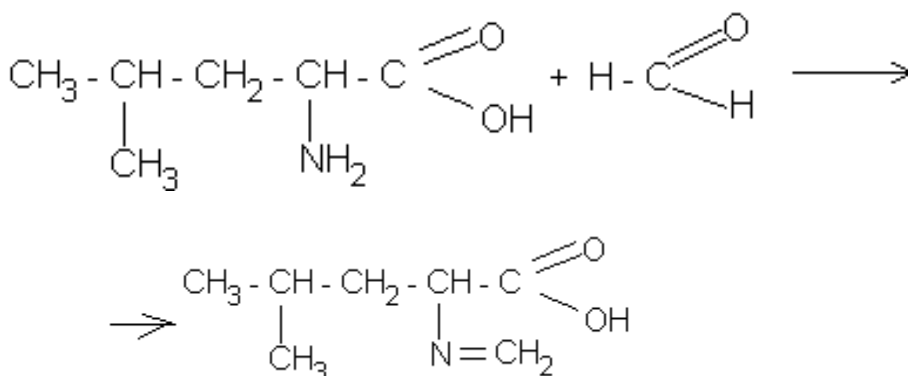
9.2.



внутрішня сіль



9.3.



### 10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Порівняльна оцінка сили амінокислот та відповідних їм карбонових кислот.
- 10.2. Реакція гліцину з формальдегідом.
- 10.3. Реакція гліцину з нітритною кислотою.

### 11. Методика проведення експерименту.

#### 11.1. Порівняльна оцінка сили амінокислот та відповідних їм карбонових кислот.

	I пробірка	II пробірка	III пробірка
	CH <sub>3</sub> COOH + метиловий червоний	NH <sub>2</sub> – CH <sub>2</sub> – COOH + метиловий червоний	H <sub>2</sub> O + метиловий червоний
колір			

Зробити висновки про силу сполук як кислот, розташувати їх в ліотропний ряд.

#### 11.2. Реакція гліцину з формальдегідом (метод Зеренсена).

В пробірку внести 5 крапель розчину гліцину та додати 1 краплю індикатора метилового червоного. Описати колір.

Потім додати 6 крапель формаліну. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновки.

### 11.3. Реакція гліцину з нітритною кислотою (метод Ван-Слайка).

В пробірку внести 5 крапель розчину гліцину, 5 крапель розчину  $\text{NaNO}_2$  та 2 краплі  $\text{CH}_3\text{COOH}$  конц. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновок.

## **Тема: ОДЕРЖАННЯ АМІНОКИСЛОТ. МЕТОДИ ЯКІСНОГО ТА КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ АМІНОКИСЛОТ**

**1. Актуальність теми:** амінокислоти – структурні одиниці пептидів та білків. Знання будови та хімічних властивостей амінокислот необхідні для розуміння їх реакційної здатності, перетворень та біологічної активності в організмі людини.

**2. Ціль загальна: вміти** використовувати знання властивостей амінокислот для пояснення будови, фізико-хімічних властивостей білків.

**3. Конкретні цілі, вміти:**

- інтерпретувати особливості будови  $\alpha$ -амінокислот як структурної основи білків, що функціонують в усіх тканинах та органах організму;
- робити висновки про шляхи перетворень в організмі  $\alpha$ -амінокислот;
- на основі розуміння будови та реакційної здатності  $\alpha$ -амінокислот прогнозувати утворення з них білків та інших фізіологічно активних сполук та передбачати шляхи деградації амінокислот в організмі.

**4. Література:**

#### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, с.297- 318; 1991, с. 313 – 343.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, с. 180 – 186.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997, с.180–187; 2004 с.154-159
- 4.5. Рево А.Я. и др.. малій практикум по органической химии, 1980, оп.100.
- 4.6. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст. 117-121, 194-200.
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

#### **Додаткова:**

- 4.8. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.

- 4.10. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.  
 4.11. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.  
 4.12. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.  
 4.13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.

### 5. Основні питання теми:

- 5.1. Методи одержання амінокислот: амоноліз галогенопохідних карбонових кислот, синтез Штреккера-Зелінського, відновлююче амінування (написати схеми цих реакцій).  
 5.2. Реакції амінокислот в організмі людини: трансамінування, декарбоксілювання, окиснювальне дезамінування, внутрішньомолекулярне дезамінування (написати схеми цих реакцій).  
 5.3. Якісні реакції на амінокислоти: з нінгідрином, ксантопротеїнова, Міллона, Адамкевича, Фоля.  
 5.4. Методи кількісного визначення амінокислот: Ван-Слайка, Зеренсена.

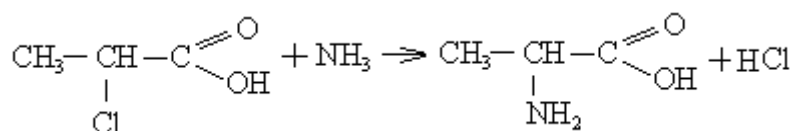
### 6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 6.1. Знати формули 20 амінокислот.  
 6.2. Специфічні реакції, що зумовлені взаємним розташуванням карбокси та аміно-груп:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -амінокислоти.

### 7. Еталони рішення задач:

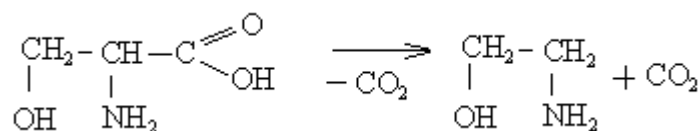
- 7.1. Напишіть схему синтезу аланіну амонолізом галогенопохідного відповідної кислоти.

Відповідь:



- 7.2. Напишіть рівняння декарбоксілювання серину.

Відповідь:



### 8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):

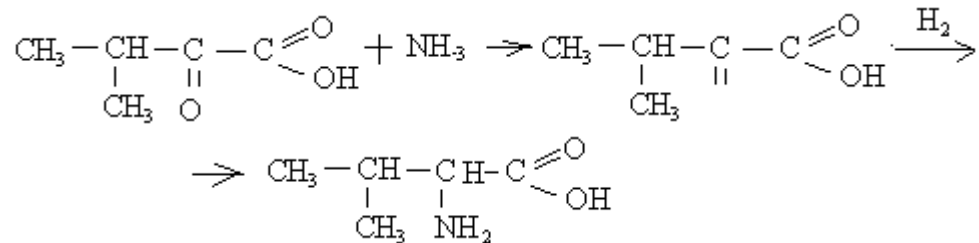
- 8.1. Написати схему синтезу валіну методом Штреккера –Зелінського.  
 8.2. Написати рівняння внутрішньомолекулярного дезамінування триптофану.

### 9. Приклад тестового контролю :

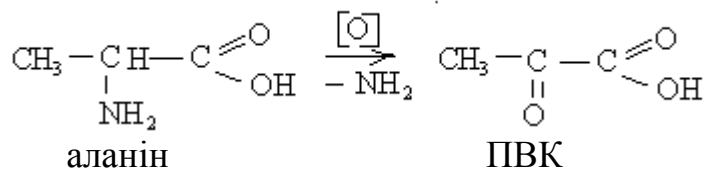
- 9.1. Написати схему синтезу валіну методом відновлюючого амінування.  
 9.2. Написати схему окиснювального дезамінування аланіну.  
 9.3. Написати схему кількісного визначення серину методом Ван-Слайка.

Відповіді:

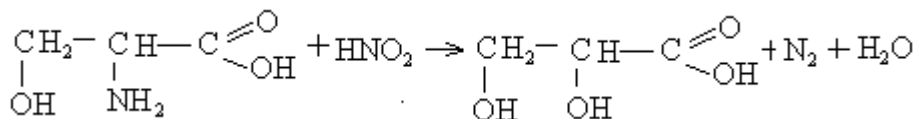
9.1.



9.2.



9.3.



## 10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Реакція амінокислот з нінгідрином.  
 10.2. Реакція Ерліха на триптофан.  
 10.3. Утворення комплексної солі купруму гліцину.

## 11. Методика проведення експерименту.

### 11.1. Реакція амінокислот з нінгідрином.

В пробірку внести 4 краплі розчину гліцину, дві краплі розчину нінгідрину і нагріти пробірку. Описати зовнішній ефект, зробити висновки.

### 11.2. Реакція Ерліха на триптофан.

5 крапель розчину триптофану внести в пробірку, додати 1 краплю солянокислого розчину п-диметиламінобензальдегіду. Описати зовнішній ефект, зробити висновки.

### 11.3. Утворення комплексної солі купруму гліцину.

В пробірку внести 1мл розчину гліцину, додати на кінчику лопатки купрум (II) карбонат та злегка нагріти. Описати зовнішній ефект, зробити висновки.



## **Тема: ФІЗИКО – ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ. СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ БІЛКІВ.**

**1. Актуальність теми:** Знання про склад, будову та хімічні властивості пептидів та білків необхідні для розуміння їх функцій в організмі людини в нормі та патології, застосування в клінічній практиці для діагностики та лікування, синтезу пептидів та білків *in vitro*.

**2. Ціль загальна – уміти:**

сформувати загальні уявлення про білки як полімери, що є структурними компонентами всіх тканин організму.

**3. Конкретні цілі, вміти:**

- пояснювати залежність фізико-хімічних властивостей білків від їх амінокислотного складу;
- застосовувати якісні реакції на амінокислоти для ідентифікації білків та визначення їх амінокислотного складу;
- використовувати біуретову реакцію для кількісного визначення білків.

**4. Література:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, с.323-332; 1991, с. 345-376.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, с.186-189, 192-200 .
- 4.4. Губський Ю.І. та ін Біоорганічна хімія, 1997 с.180-204; 2004, с.283, 292 – 296, 302 – 310, 312 – 320.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малый практикум по органической химии, 1980.
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.
- 4.6. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

**Додаткова:**

- 4.7. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.8. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии , М., 1982г.
- 4.9. Терней А. Современная органическая химия, т.1, т.2, М., 1981г.
- 4.10. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1, т.2, М., 1963г.
- 4.11. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.12. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.

**5. Основні питання теми:**

- 5.1. Що таке білки? Молярна маса білків.
- 5.2. Утворення пептидного зв'язку, його властивості.
- 5.3. Синтез пептидів та білків із застосуванням захисту та активації функціональних груп.
- 5.4. Аналіз пептидів та білків: визначення амінокислотного складу та амінокислотної послідовності. Метод Едмана.
- 5.5. Перші розшифровані та синтезовані білки та пептиди: інсулін, вазопресин, окситоцин; їх склад, будова, біологічна роль.

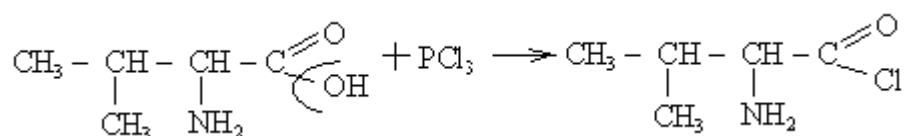
## 6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 6.1. Фізико-хімічні властивості білків (амфотерність, утворення амфіону, солей; ІЕС. ІЕТ).
- 6.2. Рівні структурної організації білків: первинна, вторинна, третинна та четвертинна. Типи зв'язків.
- 6.3. Методи розділення, очищення білків; визначення молярної маси білка.

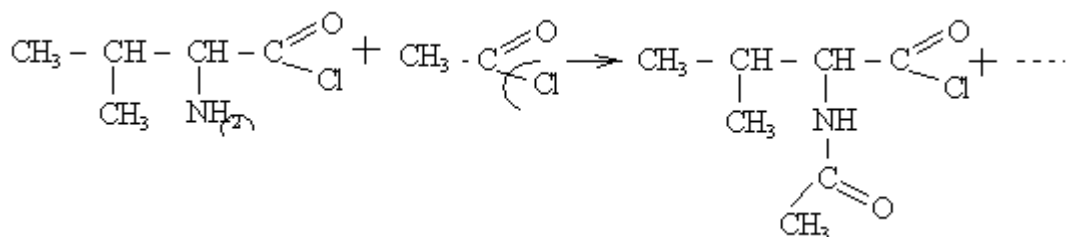
## 7. Еталони рішення задач:

7.1. Провести синтез дипептиду вал-цис (6 етапів).

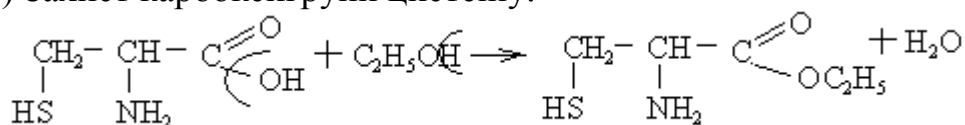
1) Активація карбоксигрупи вал:



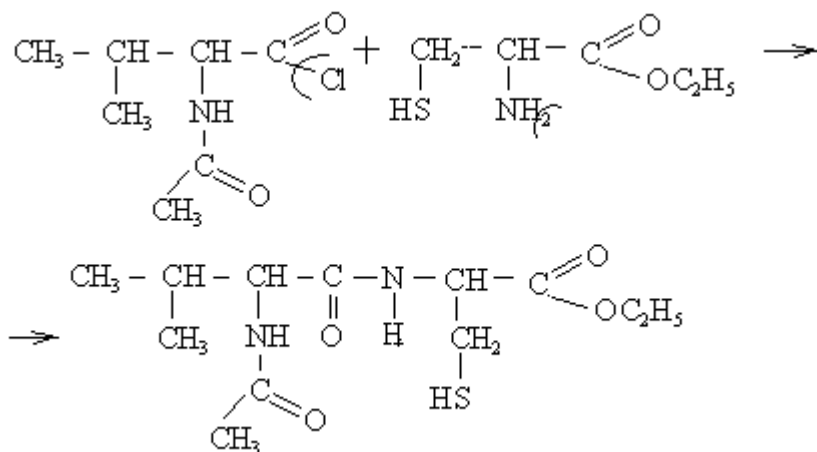
2) Захист аміногрупи вал:



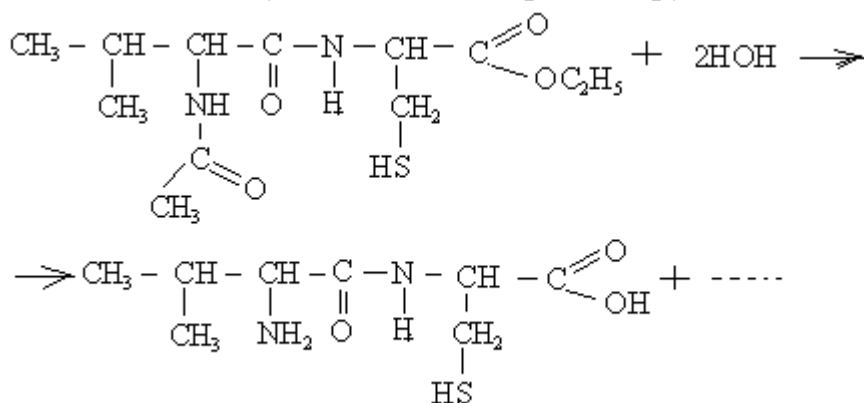
3) Захист карбоксигрупи цистеїну:



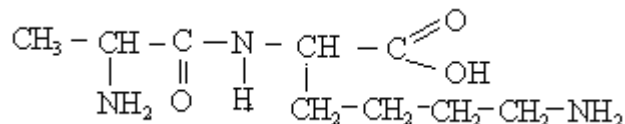
4) Синтез дипептиду:



5-6) Зняття захисту із аміно- та карбоксигруп шляхом гідролізу:



7.2. Написати трипептид: ала-ліз; в якому середовищі знаходиться його ІЕТ.



ІЕТ в лужному середовищі, тому що дипептид містить дві аміногрупи та одну карбоксигрупу.

## 8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):

8.1. Провести синтез дипептиду сер-фен (6 етапів).

8.2. Написати схему визначення N-кінцевої амінокислоти в дипептиді асп-тре за методом Едмана..

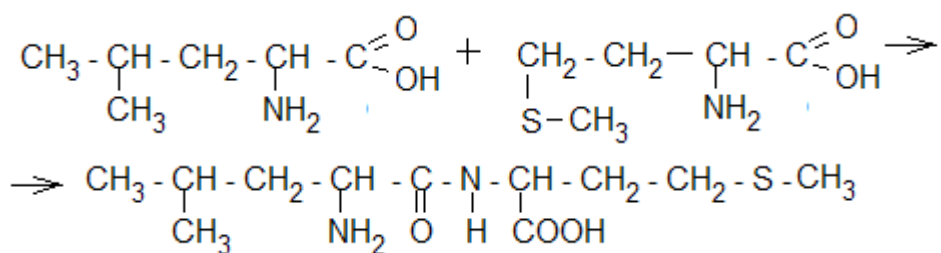
## 9. Тестовий контроль.

9.1. Написати схему синтезу дипептиду лей-мет. Вказати, в якому середовищі лежить його ІЕТ.

9.2. Встановити N-кінцеву амінокислоту в цьому дипептиді методом Едмана.

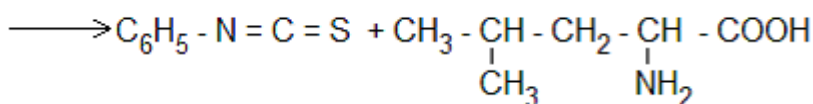
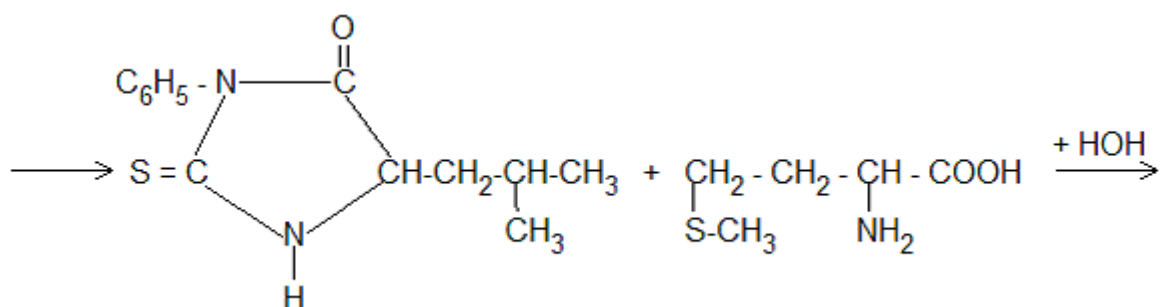
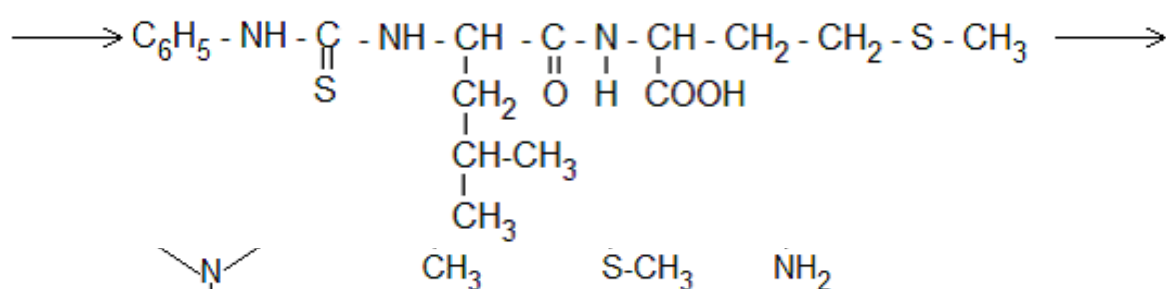
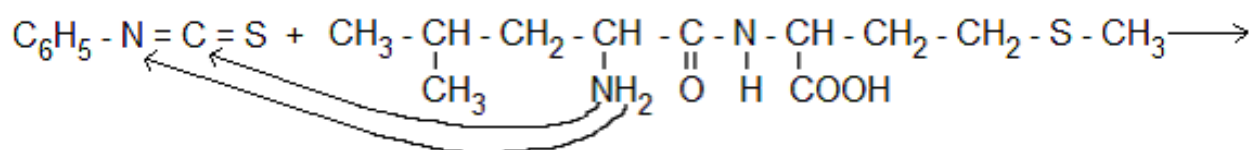
Відповіді.

9.1.



ІЕТ лежить в нейтральному середовищі, тому що в ньому одна карбокси та одна аміногрупи.

9.2



## 10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Біуретова реакція.
- 10.2. Ксантопротеїнова реакція .
- 10.3. Реакція Фоля.

## **11. Методика проведення експерименту.**

### 11.1. Біуретова реакція.

В пробірку внести 5 крапель розчину білка, додати 10 крапель розчину NaOH та 1-2 краплі розчину  $\text{CuSO}_4$ . Описати зовнішній ефект, зробити висновки.

### 11.2. Ксантопротеїнова реакція .

В пробірку внести 5 крапель розчину білка та 5 крапель  $\text{HNO}_3$ (конц) (обережно), підігріти. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції із ароматичною амінокислотою, зробити висновки.

### 11.3. Реакція Фоля.

В пробірку внести 5 крапель розчину білка, додати 2 краплі розчину NaOH. Підігріти суміш до кипіння і додати 2 краплі розчину  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ . Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції із сірковмісною амінокислотою, зробити висновки

## **Тема: МОНОСАХАРИДИ, БУДОВА ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ**

**1. Актуальність теми:** вуглеводи широко розповсюджені у живій природі, входять до складу клітинних мембран. Вуглеводи є основним джерелом енергії для людини. Крім того, вуглеводи є складовими елементами нуклеїнових кислот, коферментів, вітамінів. Деякі з них використовуються як лікарські засоби.

### **2. Ціль загальна – уміти**

робити висновки щодо реакційної здатності моносахаридів виходячи з їх складу та будови.

### **3. Конкретні цілі , вміти:**

- розрізняти таутомерні форми моносахаридів;
- знати методи виявлення моносахаридів в біологічних рідинах

### **4. Література:**

#### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, с. 349 - 377; 1991, с. 377 - 406.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, с. 201 – 215..

- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997 с.154 - 169 ; 2004 с. 222 – 243.
- 4.5. Рево А.Я. и др. . Малый практикум по органической химии. 1980. опыты 70,71, 74.
- 4.6. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст. 159-177 .
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

**Додаткова:**

- 4.8 Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.10. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.11. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М.,1963г.
- 4.12. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
- 4.14. Степаненко Б.Н. „ Курс органической химии” 1972 г.

**5. Основні питання теми:**

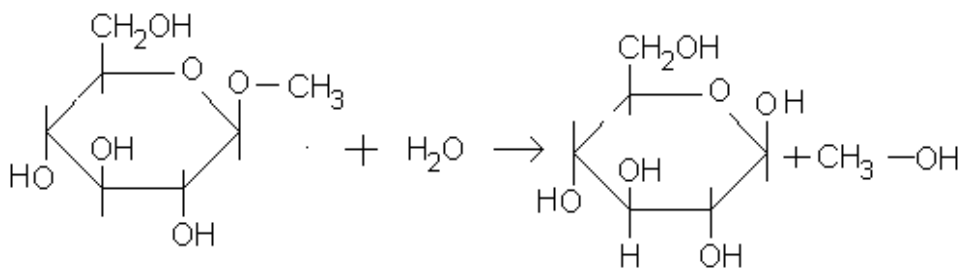
- 5.1. Вуглеводи (визначення). Класифікація вуглеводів.
- 5.2. Моносахариди (визначення). Класифікація моносахаридів.
- 5.3. Глюкоза: проєкції Фішера, Коллі–Толленса, Хеуорса, D - та L-конфігурація;  $\alpha$ - та  $\beta$  - аномери; піранозна та фуранозна форми; конформації глюкози. Мутаротація.
- 5.4. Хімічні властивості глюкози : утворення хелатів із купрум (II) гідроксидом, реакції відновлення, окиснення, утворення O- та N-глікозидів, алкілування, ацилювання. Практичне та біологічне значення цих реакцій.
- 5.5. Знати формули таких сполук:  
глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза, рибоза, дезоксирибоза, ксилоза та їх похідних (гліконові, глікарові, глікуронові кислоти, глікозаміни, фосфатні естери).

**6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

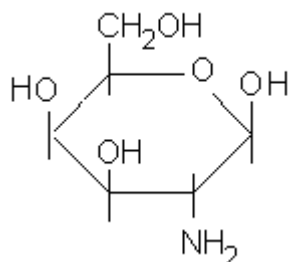
- 6.1. Аскорбінова кислота, будова, біологічна роль.
- 6.2. Якісні реакції на багатоатомні спирти та альдегідну групу.
- 6.3. Якісна реакція на фруктозу (реакція Селіванова).

**7. Еталони рішення завдань:**

- 7.1. Напишіть схему гідролізу O–метил– $\beta$ –D–глюкопіранозиду.



7.2. Напишіть формулу галактозаміну.



**8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):**

8.1. Напишіть рівняння реакції утворення O-глікозиду галактози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.

8.2. Напишіть рівняння алкілування манози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.

8.3. Напишіть рівняння ацилування фруктози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.

**9. Приклад тестового контролю:**

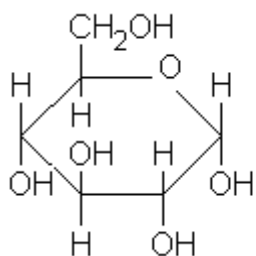
9.1. Напишіть формули  $\alpha$ -D-глюкопіранози та  $\beta$ -D-галактопіранози.

9.2. Напишіть рівняння утворення N-глікозиду  $\alpha$ -D-фруктофуранози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.

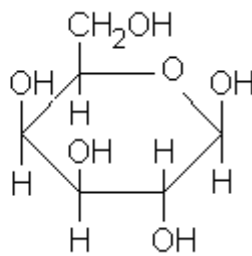
9.3. Вкажіть склад реактиву Троммера, з якою метою він використовується.

Відповіді.

9.1.

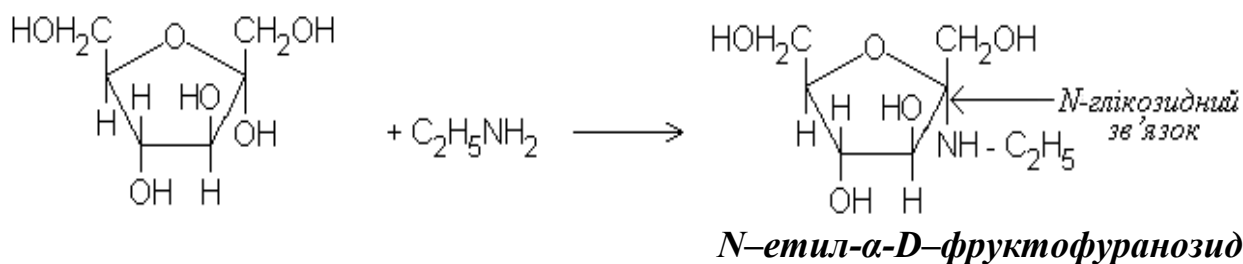


$\alpha$ -D-Glu p



$\beta$ -D-Gal p

9.2.



9.3. CuSO<sub>4</sub> + NaOH; використовується для визначення моносахаридів в біологічних рідинах.

## 10. Алгоритм лабораторної роботи.

10.1. Доказ наявності оксигруп в D-глюкозі.

10.2. Відновлення купрум(II) гідроксиду глюкозою в лужному середовищі ( проба Троммера).

10.3. Реакція Селіванова на фруктозу.

## 11. Лабораторна робота:

### 11.1. Доказ наявності оксигруп в D-глюкозі.

В пробірку внести 1 краплю розчину глюкози, 6 крапель розчину NaOH та 1 краплю розчину CuSO<sub>4</sub>. Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект, зробити висновки. Розчин залишити для наступного досліду.

### 11.2. Відновлення купрум(II) гідроксиду глюкозою в лужному середовищі ( проба Троммера).

До отриманого з попереднього досліду синього розчину додати 5 крапель води і нагріти до кипіння (не кип'ятити). Написати рівняння реакції, описати зовнішній ефект, зробити висновки.

### 11.3. Реакція Селіванова на фруктозу.

В пробірку внести кристалик сухого резорцину, 2 краплі HCl конц., 2 краплі розчину фруктози і нагріти до кипіння. Написати схему реакції, описати зовнішній ефект, зробити висновки.

## Тема: ОЛІГО- ТА ПОЛІСАХАРИДИ, СТРУКТУРА ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ.

1. **Актуальність теми:** в природі поширені складні вуглеводи – оліго- та полісахариди, які входять до складу клітинних стінок рослин, бактерій, є



депо енергії в організмі (крохмаль, глікоген). Деякі з них використовуються як замітники крові (поліглюкін), наповнювачі порошків та таблеток.

## **2. Ціль загальна – уміти**

робити висновки щодо реакційної здатності складних вуглеводів виходячи з їх складу та будови.

## **3. Конкретні цілі, вміти:**

- інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі олігосахаридів;
- інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі гомополісахаридів як харчових речовин – джерел енергії для процесів життєдіяльності;
- пояснювати механізми біологічної ролі гетерополісахаридів в біологічних рідинах та тканинах.

## **4. Література:**

### **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, с. 378 – 398; 1991, с. 407 - 430.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, с. 215 - 222.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997 с.169-180 ; 2004, с. 244-251.
- 4.5. Рево А.Я. и др. . Малый практикум по органической химии. 1980. опыты 70,71, 74.
- 4.6. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст. 177-194.
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

### **Додаткова:**

- 4.8. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.10. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.11. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.
- 4.12. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
- 4.14. Степаненко Б.Н. „ Курс органической химии” 1972 г.

## **5. Основні питання теми:**

- 5.1. Дисахариди, їх класифікація за здатністю до окисно – відновних реакцій.

- 5.2. Будова сахарози, лактози, мальтози (конфігурація) та целобіози: типи зв'язків, відновні властивості та реакції по оксигрупах (утворення хелатів, алкілування, ацилювання)
- 5.3. Гомополісахариди: - крохмаль, глікоген, клітковина, декстрини: склад, будова, типи зв'язків, структури, хімічні властивості, біологічна роль.

**6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:**

- 6.1. Гідроліз крохмалю; якісна реакція на крохмаль, біологічне значення крохмалю.
- 6.2. Гетерополісахариди: гіалуронова кислота, гепарин, хондроїтинсульфати, склад та будова дисахаридного фрагменту, біологічна роль.

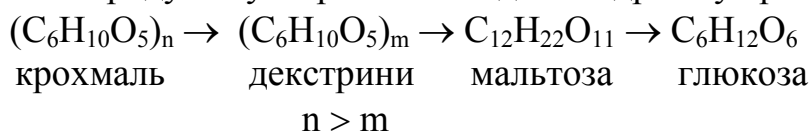
**7. Еталони рішення завдань:**

- 7.1. Які складні вуглеводи називають гомополісахаридами?

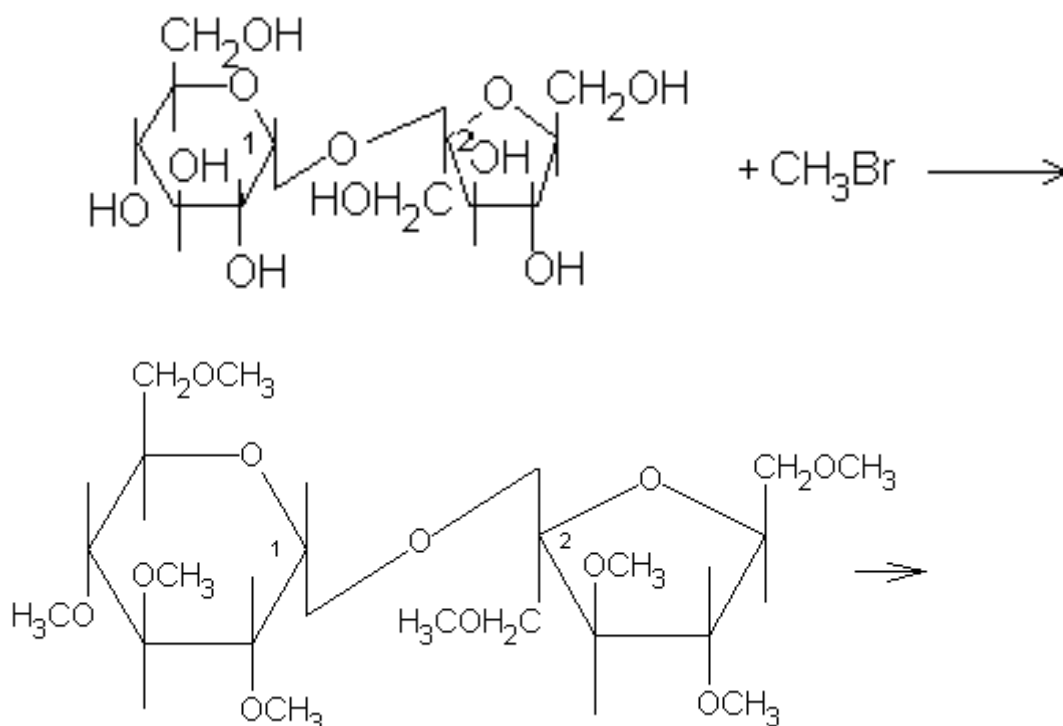
Рішення:

Гомополісахариди – це складні вуглеводи, які побудовані із залишків одного моносахариду . Наприклад, крохмаль, глікоген – із залишків  $\alpha$ -глюкози, целюлоза – із залишків  $\beta$ -глюкози.

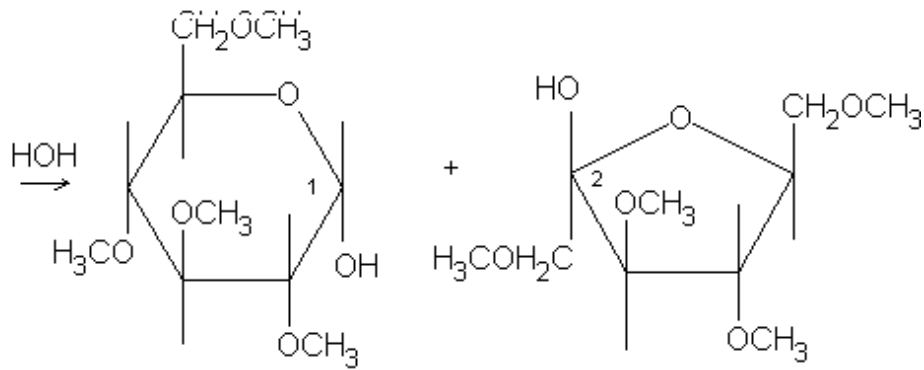
- 7.2. Які продукти утворюються під час гідролізу крохмалю.



- 7.3. Напишіть схему алкілування сахарози, вкажіть типи зв'язків. Напишіть схему гідролізу одержаної сполуки і вкажіть, які зв'язки руйнуються.



Зв'язки – прості ефірні та  $\alpha - 1,2 -$  глюкозидний



Руйнується тільки  $\alpha$  - 1,2 - глюкозидний зв'язок.

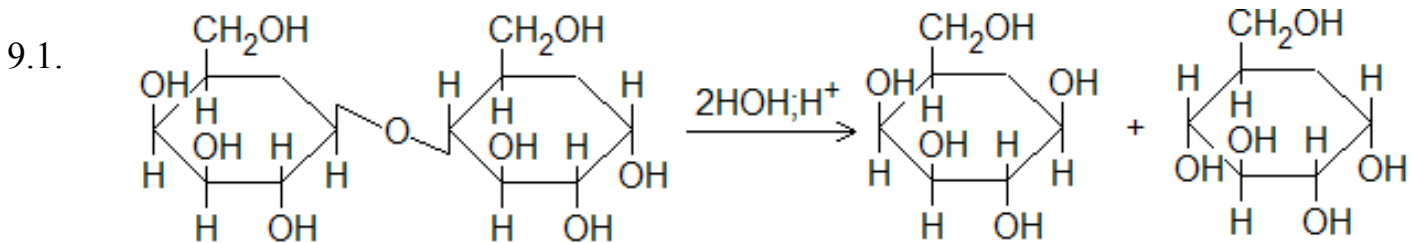
## 8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті)

- 8.1. Написати структурну та конформаційну формули мальтози, дати хімічну назву, вказати тип зв'язку. Написати схему її гідролізу.
- 8.2. Написати рівняння гідролізу повністю метильованої целобіози. Які сполуки в реакції мають відновні властивості?

## 9. Приклад тестового контролю:

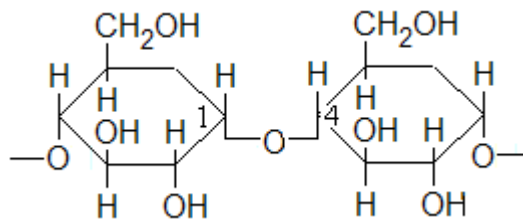
- 9.1. Написати будову лактози та схему її гідролізу. Які сполуки в реакції проявляють відновні властивості?
- 9.2. Написати будову дисахаридного фрагменту амілози, вказати тип зв'язку.

Відповіді.



Лактоза, галактоза та глюкоза проявляють відновні властивості.

9.2.



$\alpha$  - 1,4, - глюкозидний зв'язок

## 10. Алгоритм лабораторної роботи.

- 6.1. Доказ наявності гідроксильних груп в сахарозі.
- 6.2. Відсутність відновних властивостей в сахарозі.
- 6.3. Доказ гідролізу сахарози.
- 6.4. Доказ відновлюючих властивостей лактози.
- 6.5. Кислотний гідроліз крохмалю (демонстрація).

## ***11. Лабораторна робота:***

### 11.1. Доказ наявності гідроксильних груп в сахарозі.

В пробірку внести 1 краплю розчину сахарози, 6 крапель розчину NaOH, 5 крапель води і 1 краплю розчину CuSO<sub>4</sub>. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, зробити висновки.

### 11.2. Відсутність відновних властивостей в сахарозі.

Розчин, отриманий в досліді № 11.1 нагріти до кипіння. Описати зовнішній ефект та зробити висновки.

### 11.3. Доказ гідролізу сахарози.

В пробірку внести 1 краплю розчину сахарози, 1 краплю розчину HCl, 6 крапель води і нагрівати 1 хв. Гідролізат розлити в дві пробірки. В першу пробірку додати 6 крапель розчину NaOH, 5 крапель води і 1 краплю розчину CuSO<sub>4</sub>, нагріти до кипіння. В другу пробірку додати кристал резорцину, 2 краплі HCl конц. і нагріти до кипіння. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, зробити висновки.

### 11.4. Доказ відновлюючих властивостей лактози.

В пробірку внести 1 краплю розчину лактози, 4 краплі розчину NaOH, 1 краплю розчину CuSO<sub>4</sub>, нагріти до кипіння. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій, зробити висновки.

### 11.5. Кислотний гідроліз крохмалю (демонстрація).

В пробірку внести 5 крапель крохмального клейстеру та 2 краплі I<sub>2</sub>. Описати зовнішній ефект. В іншу пробірку внести 1 краплю розчину крохмального клейстеру, 2 краплі розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і поставити пробірку в киплячу водяну баню. Через 20 та 40 хвилин із однією краплею гідролізату виконайте якісну реакцію на крохмаль. Описати зовнішній ефект, написати схему постадійного гідролізу крохмалю, зробити висновки.

## **Тема: ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ. НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ**

***1. Актуальність теми:*** структури гетероциклів лежать в основі таких біологічно важливих молекул як вітаміни, коферменти, азотисті основи нуклеїнових кислот та інші. Вони є основою чисельних лікарських

речовин; знання властивостей гетероциклів необхідні для розуміння природи біохімічних процесів.

Нуклеїнові кислоти – основні носії генетичної інформації в організмі. Знання будови та хімічних властивостей нуклеїнових кислот та їх мономерів (нуклеотидів) необхідні для засвоєння хімічних основ структурної організації макромолекул нуклеїнових кислот та нуклеотидних коферментів, подальшого засвоєння біології та біохімії.

## **2. Ціль загальна:**

- закріпити знання будови і хімічних властивостей фізіологічно активних гетероциклічних сполук.;
- закріпити знання про принципи будови біополімерів – клітинних компонентів на стадії їх первинної та вторинної структури, які є необхідною умовою для розуміння їх біологічної ролі.

## **3. Конкретні цілі, вміти:**

- ✓ робити висновки щодо біологічної активності сполук гетероциклічного ряду у відповідності до їх будови та хімічної поведінки.
- ✓ уміти провести якісні реакції на нікотинову кислоту, антипірін, відсутність фенольного гідроксилу в ацетилсаліциловій кислоті.
- ✓ аналізувати значення мононуклеотидів для побудови нуклеїнових кислот і дії нуклеотидних коферментів
- ✓ інтерпретувати механізми участі вітамінів в побудові коферментів, що каталізують біохімічні реакції в організмі.

## **Основна:**

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, ст. 239 – 250; 400-421; 1991, ст. 260 – 284, 431-456.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985. ст. 163 – 178; 222-234.
- 4.4 Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія. К., 1997р. к.. 112 – 122, 126 – 128; 208-228; 2004. с. 172 – 178, 187 – 189, 190 – 212; 320-339.
- 4.5. Рево А.Я. и др. Малый практикум по биоорганической химии. 1980г ст. 146- 157.
- 4.6. Зіменковський Б.С., Музиченко В.А., Ніженковська І.В., Сирова Г.О. Біологічна і біоорганічна хімія, 1кн. Біоорганічна хімія, М., 2014, ст. 126-149, 151-153, 218-230.
- 4.7. Словник-мінімум формул біологічно активних сполук. 2015р.

### Додаткова:

- 4.8. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.10. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.11. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.
- 4.12. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.13. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
- 4.14. Степаненко Б.Н. „ Курс органической химии” 1972 г.

### 5. Основні питання теми:

1. П'ятичленні та шестичленні гетероцикли з гетероатомом нітрогеном. Пірольний та піридиновий атом нітрогену
2. Нуклеозиди: склад, будова, номенклатура, тип зв'язку.
3. Нуклеотиди: склад, будова, типи зв'язків.
4. Нуклеїнові кислоти (визначення): РНК та ДНК, склад, типи зв'язків між структурними компонентами.
5. Подвійна спіраль ДНК, її особливості. Комплементарні основи.
6. Фосфорильовані похідні нуклеотидів, значення АТФ. Участь нуклеотидів в будові коферментів та активації амінокислот.

### 6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

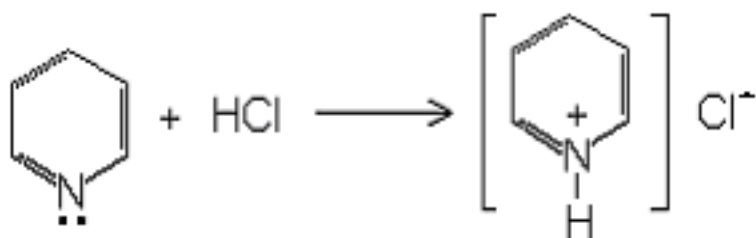
1. Біциклічні гетероцикли (пурін). Сечова кислота та її солі.
2. Утворення N-глікозидного та складноефірного зв'язку.

### 7. Еталони рішення задач:

- 7.1. Пояснити основні властивості атому нітрогену в пиридині.

#### Рішення.

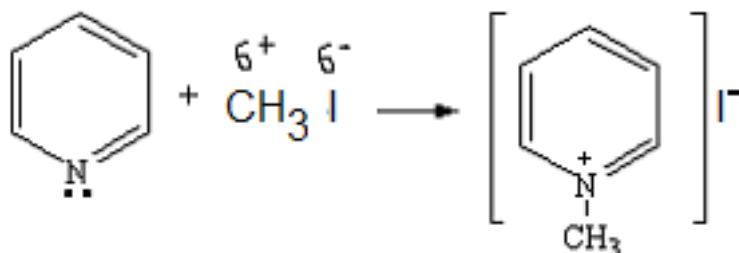
В пиридині вільна електронна пара на атомі нітрогену не бере участі в утворенні  $\pi$  – електронного секстету і тому нітроген проявляє основні властивості.



- 7.2. Пояснити наявність нуклеофільних властивостей у піридина.

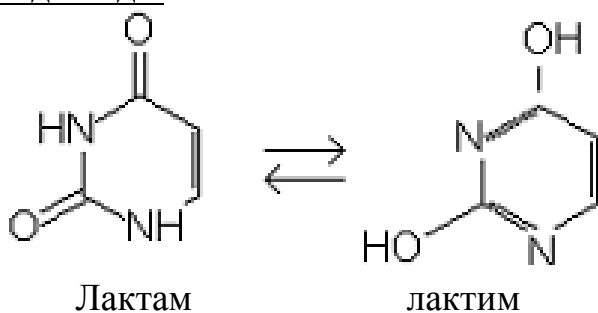
#### Рішення.

Атом нітрогену в піридині проявляє нуклеофільні властивості завдяки наявності вільної електронної пари, наприклад в реакціях з галогеналканами:



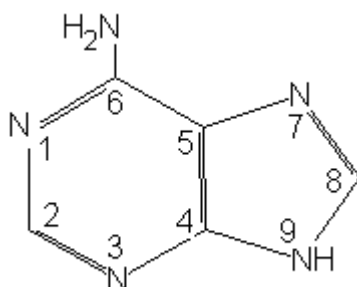
7.3. Напишіть лактим–лактаму таутомерні форми урацилу.

Відповідь:



7.4. Написати структурну формулу аденіну і вказати пірольний та піридиновий атоми нітрогену.

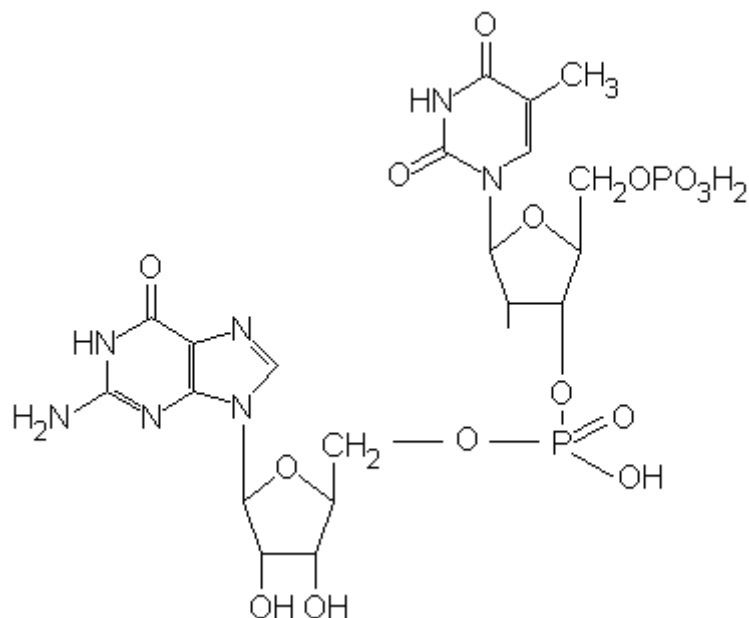
Рішення:



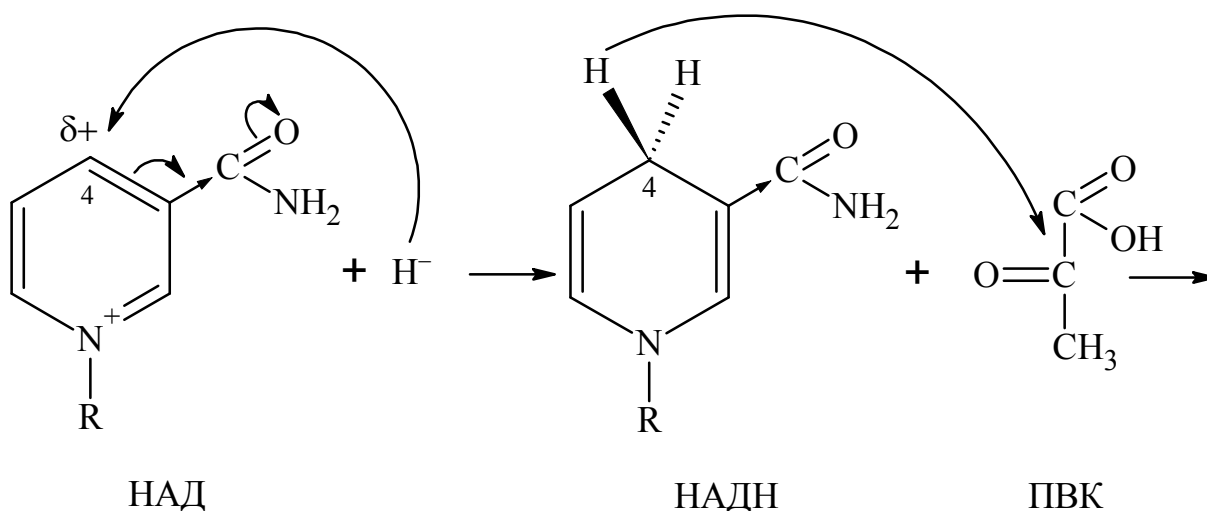
1,3,7 – піридинові атоми нітрогену  
9 – пірольний атом нітрогену.

7.5. Написати будову ділянки ДНК з послідовністю азотистих основ –ТГ.

Рішення.



7.6. Поясніть хімізм дії НАД.



8. **Завдання для закріплення матеріалу** (виконати в протокольному зошиті):

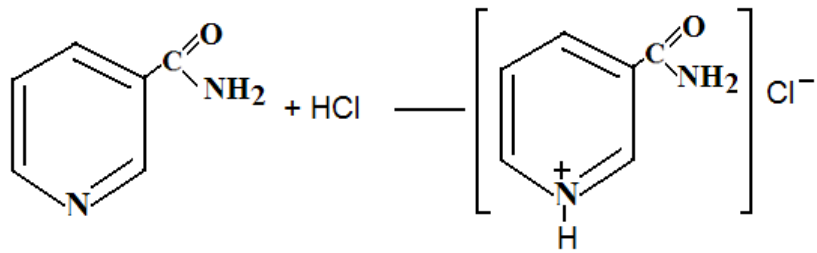
- 8.1. Напишіть таутомерні форми сечової кислоти, по яких функціональних групах утворюються солі?
- 8.2. Напишіть схему хімізму дії НАД.
- 8.3. Написати будову аденілової та тимідилової кислот, вказати типи зв'язків.
- 8.4. Написати будову динуклеотидної ділянки ДНК з послідовністю азотистих основ А - Ц.
- 8.5. Написати формулу аміноациладенілатного комплексу із аланіном.

**контролю:**

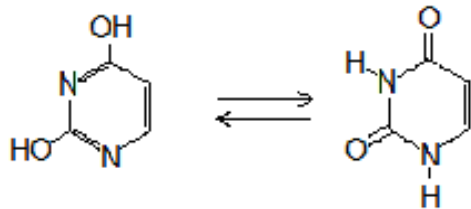
- 9.1. Напишіть рівняння утворення солі піридинію під час взаємодії нікотинамідю з соляною кислотою.

Відповідь:



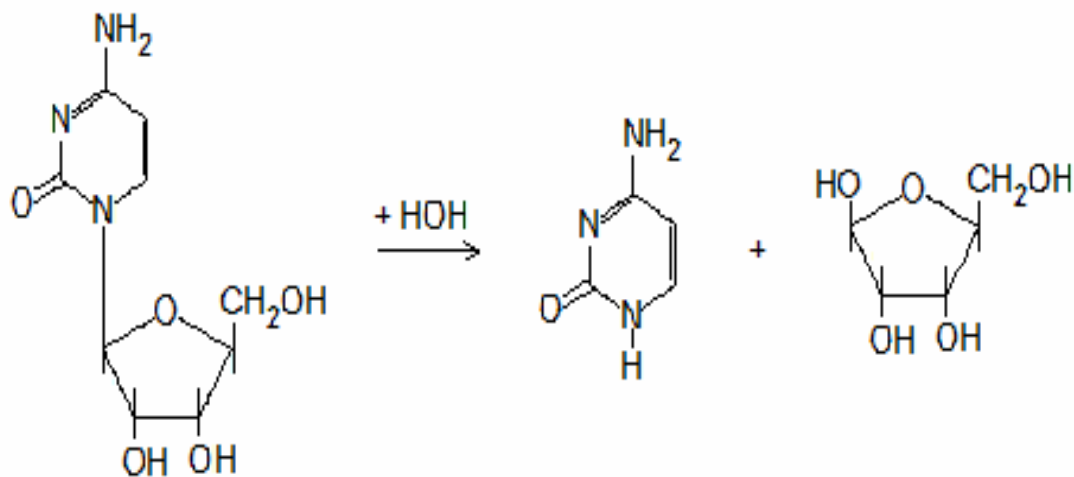


9.2. Написати будову лактим – лактамної тавтомерних форм урацилу.



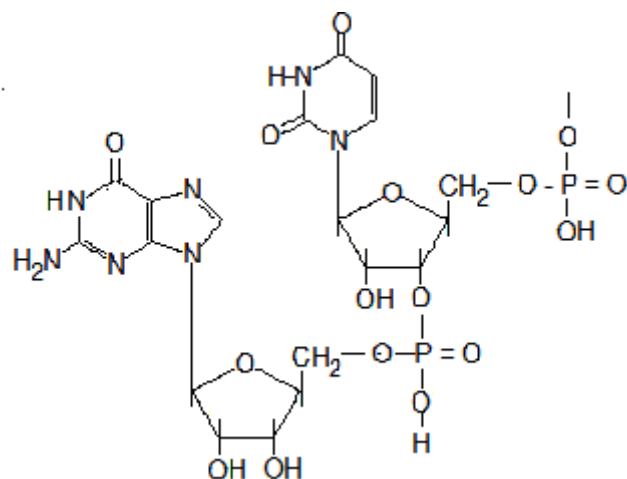
9.3. Написати рівняння реакції гідролізу цитидину.

Відповідь:



9.4. Написати будову динуклеотидної ділянки РНК с послідовністю азотистих основ У– Г.

Відповідь:



## ***10. Алгоритм лабораторної роботи.***

- 10.1. Якісна реакція на аналгін.
- 10.2. Проба Троммера на вуглеводний компонент.
- 10.3. Молібденова проба на фосфатну кислоту.
- 10.4. Якісна реакція на азотисті основи (проба Драгендорфа).

## ***11. Лабораторна робота:***

- 1.1. Якісна реакція на аналгін.

В пробірку внести дрібку аналгіну, додати 1мл води та 2 краплі розчину  $FeCl_3$ . Спостерігати за зміною забарвлення впродовж 5 хвилин.

- 11.2. Проба Троммера на вуглеводний компонент

В пробірку внести 2 краплі гідролізату дріжджів, додати 6 крапель розчину  $NaOH$  та 2 краплі розчину  $CuSO_4$ , нагріти. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновок.

- 11.3. Молібденова проба на фосфатну кислоту

В пробірку внести 5 крапель гідролізату дріжджів, додати 5 крапель молібденового реактиву, кип'ятити декілька хвилин. Описати зовнішній ефект, написати схему реакції, зробити висновок.

- 11.4. Якісна реакція на азотисті основи (проба Драгендорфа).

В пробірку внести 5 крапель гідролізату дріжджів, додати 5 крапель реактиву Драгендорфа ( $BiI_3 + KI$ ). Описати зовнішній ефект, написати схему реакції, зробити висновки.



