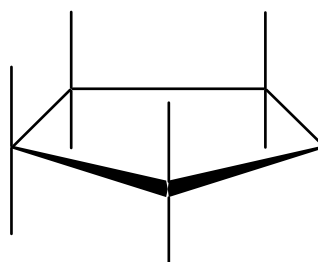
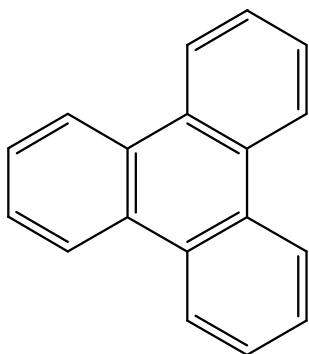


**Вінницький національний медичний університет
ім.М.І.Пирогова**

Кафедра біологічної та загальної хімії

Курс загальної хімії



МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ

*практичних занять з біоорганічної хімії
для студентів спеціальності «Медична та психологічна
реабілітація»*

*Модуль 1. Біологічно важливі класи біоорганічних сполук.
Біополімери та їх структурні компоненти.*



Вінниця 2017

Методичні розробки затверджені на засіданні кафедри біологічної та загальної хімії 29 серпня 2017р.

Автори: ст. викл. Т.М. Зелінська,
доц. О.В. Смірнова, доц. О.Я. Сливка,
ст. викл. О.Г. Сулім

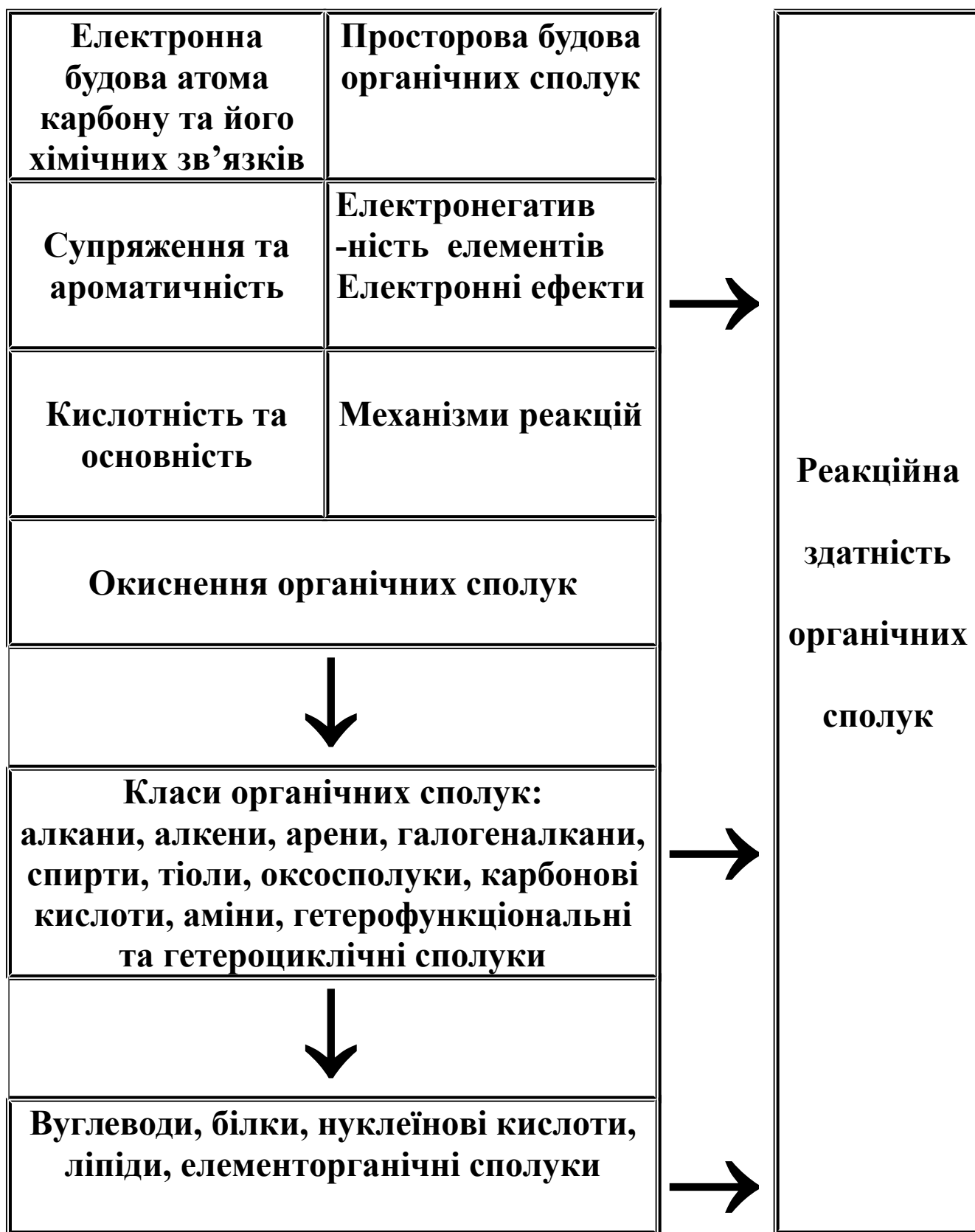
Рецензент – В.С. Антонюк, кхн, доцент

Комп'ютерна верстка – Палієнко В.В.

ЗМІСТ

№ п/п	Тема	сторінки
1	Номенклатура, природа хімічних зв'язків.	6 – 7
2	Ізомерія органічних сполук.	8 – 10
3	Електронні ефекти. Кислотність і основність органічних сполук	10 – 13
4	Реакційна здатність алканів, алкенів, аренів.	14 – 18
5	Реакційна здатність альдегідів і кетонів.	18 – 22
6	Реакційна здатність і біологічне значення карбонових кислот.	22 – 26
7	Реакційна здатність і біологічне значення окси- та оксокислот.	27 – 31
8	ВЖК. Ліпіди. Фосфогліцериди.	31 – 34
9	Будова та хімічні властивості α - амінокислот	34 – 39
10	Фізико хімічні властивості, аналіз, синтез білків. Структури білків.	39 – 42
11	Моносахариди, будова та хімічні властивості.	42 – 45
12	Оліго – та полісахариди, структура, хімічні властивості.	45 – 49
13	Гетероциклічні сполуки, класифікація, будова, хімічні властивості. Нуклеїнові кислоти, склад, будова, біологічна роль.	49 – 57
14	Практичні навички. Підсумковий контроль – ПМК (біологічно важливі класи органічних сполук, біополімери).	58 – 60

**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 півпарі 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, збірник задач	
3.	Тестовий контроль	15	Білет	
4.	Виконання лабораторної роботи, оформлення протоколів	40	Реактиви, хімічний посуд, прилади	
5.	Аналіз та підведення підсумків заняття	10		

Тема: НОМЕНКЛАТУРА, ПРИРОДА ХІМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ.

1. **Актуальність теми** : основні поняття, які використовуються в органічній хімії, необхідні для пояснення реакційної здатності речовин, в тому числі біологічно активних сполук, в нормі та патології, а також для розуміння хімізма дії лікарських речовин в організмі людини.

2. **Ціль загальна – уміти**: використовувати основні поняття БОХ для пояснення реакційної здатності біологічно активних сполук.

3. **Конкретні цілі, вміти**:

- пояснювати основні правила замісничкової номенклатури ІЮПАК і вміти використовувати їх в побудові назв біоорганічних сполук.

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.24-42.

Додаткова:

4.5. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство "Наукексперт.фармакопейний центр", 2001.

4.6. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.

4.7. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: ООО "Новая волна", 2002.

4.8. Овчинников Ю.А. Биорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.

4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.

4.10. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.

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

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

5. **Основні питання теми**:

5.1. Класифікація органічних сполук:

- за будовою вуглецевого скелету;

- за природою функціональних груп.

5.2. Поліфункціональні сполуки (визначення, приклади).

5.3. Гетерофункціональні сполуки (визначення, приклади).

5.4.Радикали (визначення). Радикали алканів, алкенів, аренів; алкоксигрупи, ацили.

5.5.Первинний, вторинний, третинний, четвертинний атоми карбону.

5.6. Основні принципи міжнародної номенклатури (МН).

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

6.1. Класифікація органічних сполук за будовою вуглецевого скелету та природою функціональних груп.

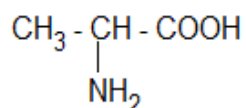
7. Еталони рішення завдань:

7.1 Назвати фумарову кислоту $\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$ за ІЮПАК:

Рішення: бутендіова кислота.

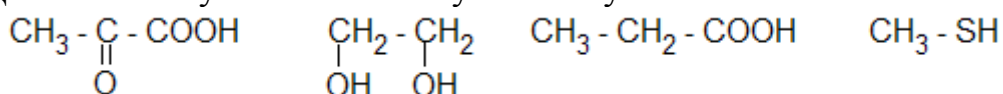
7.2. Написати формулу 2 – амінопропанова кислота:

Рішення:

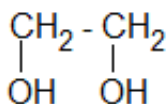


8. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):

8.1 До якого класу належать наступні сполуки:



8.2. Назвати сполуку за міжнародною номенклатурою:



8.3 Написати формули сполук:

трихлорметан,

2-аміно,3-меркаптопропанова кислота,

2-оксобутандіова кислота.

9. Приклад тестового контролю:

9.1. В процесі гліколізу утворюється фумарат (фумарова кислота):

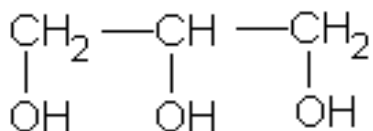
$\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$. Дати назву за МН.

9.2. В процесі синтезу жирів утворюється пропантріол. Написати його структурну формулу.

Відповіді:

9.1. Бутендіова кислота.

9.2.



Тема: ІЗОМЕРІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.

1. Актуальність теми: більшість природних сполук існують в певних просторових формах і біохімічні реакції протікають з урахуванням просторових факторів. Тільки певні ізомери проявляють біологічну активність, яка може втрачатися в процесі ізомеризації, що може викликати патологічні зміни в організмі.

2. Ціль загальна – уміти: робити висновки і аналізувати взаємозв'язок між будовою, конфігурацією та конформацією біоорганічних сполук.

3. Конкретні цілі, вміти:

- писати будову, конфігурацію, конформацію сполуки.
- писати енантіомери сполук.

4. Література:

Основна:

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.– В.: Нова книга, **2004**, ст. 42-53; 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.24-42; 138-148; 243-245.
- 4.5. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія.1997,ст.28 -39.

Додаткова:

- 4.6. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство "Наукексперт.фармакопейний центр", 2001.
- 4.7. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.
- 4.8. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: ООО "Новая волна", 2002.
- 4.9. Овчинников Ю.А. Биорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.
- 4.10. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.
- 4.11. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.12. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. – М.: Высшая школа, 1972.
- 4.13. Терней А. Современная органическая химия. – М.: Мир, 1981.

5. Основні питання теми :

- 5.1. Стереοізомерія, конфігурація молекули.
- 5.2. Енантіοмерія : визначення, поляризований промінь, оптична активність, оптичні ізомери, проекція Фішера, хіральність, хіральний центр, відносна та абсолютна конфігурація, енантіοмери та діастереοмери, рацемат, методи

розділення рацемату. Гліцеральдегід, молочна та винна кислоти. Зв'язок енантіомерії з біологічною активністю.

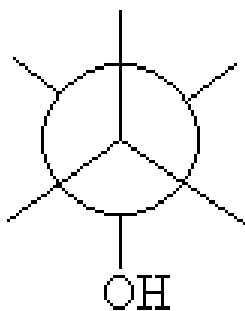
5.3. Конформаційна ізомерія: визначення, чим обумовлена, конформери, відміни від ізомерів, конформації затінені та загальмовані, їх енергетична характеристика, торсійна напруга, проекції Ньюмена; конформації циклоалканів, кутова напруга, аксіальні та екваторіальні зв'язки. Зв'язок конформаційної ізомерії з біологічною активністю, приклади.

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

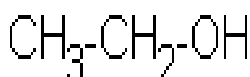
- 6.1. Явище ізомерії. Види ізомерії (за структурою, хімічною будовою, природою, послідовністю зв'язків між окремими атомами.)
- 6.2. Основні положення теорії будови органічних сполук Бутлерова О.М.

7. Еталони рішення задач:

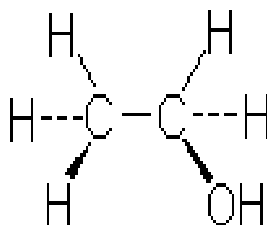
- 7.1. Написати будову та конфігурацію сполуки, загальмована конформація якої



Рішення:



↑
будова



конфігурація

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

- 8.1. Написати формули сполук: 2-аміно-3-меркаптопропанова кислота; 2-оксобутандіова кислота.
- 8.2. Написати будову, конфігурацію, конформацію коламіну, етилциклогексану.
- 8.3. Написати енантіомери валіну та вказати відносну конфігурацію.

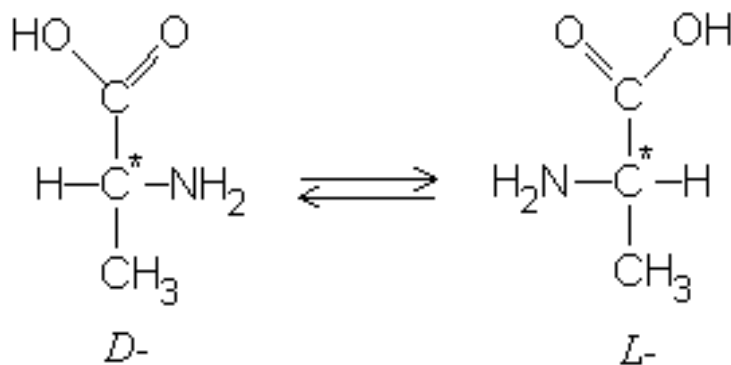
9. Приклад тестового контролю :

- 9.1. Що таке енантіомери ?
- 9.2. Написати формули енантіомерів аланіну та вказати їх конфігурацію.

Відповідь:

9.1. Енантіомери це ізомери, які відносяться один до одного як предмет та його дзеркальне відбиття.

9.2.



Тема: ЕЛЕКТРОННІ ЕФЕКТИ. КИСЛОТНІСТЬ І ОСНОВНІСТЬ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК.

1. Актуальність теми: одним з факторів, які визначають реакційну здатність сполук, є перерозподіл електронної густини, внаслідок різної електронегативності атомів елементів, та електронні ефекти.

2. Ціль заняття – уміти: графічно визначати вид та знак електронних ефектів в біологічно активних сполуках.

3. Конкретні цілі, вміти:

- інтерпретувати залежність реакційної здатності біоорганічних сполук від 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.

4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. – М.: Медицина, **1991**, ст.35 - 36; 37-38; 49 – 50; 32 – 33 - 45.

4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А. М.: Медицина, **1985**, ст.36 - 42.

Додаткова:

4.5. Державна фармакопея України. – Х.: Держпідприємство

”Наукексперт.фармакопейний центр”, 2001.

4.6. Каррер Н. Курс органической химии. – Л.: Госхимиздат, 1962.

4.7. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: ООО ”Новая волна”, 2002.

4.8. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987.

4.9. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей). М., 1982г.

4.10. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.

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

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

5. Основні питання теми :

5.1. Електронегативність атомів елементів.

5.2. Індукційний ефект, причини його проявлення, графічне зображення.

5.3. Мезомерний ефект, причини його проявлення, графічне зображення.

5.4. Електронодонорні та електроноакцепторні замісники.

5.5. Кислотність та основність за Бренстедом, за Льюїсом (визначення, приклади). Супряжені кислоти та основи (приклади). Кількісна оцінка кислотності (pK_a) та основності (pK_b).

5.6. Кислотність спиртів, фенолів, тіолів; вплив довжини вуглецевого ланцюга, подвійного зв'язку, замісників.

5.7. Основність амінів, спиртів ; вплив довжини вуглецевого ланцюга, замісників.

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

6.1. Види гібридизації атома карбону і вмiти відобразити розташування орбіталей в просторі.

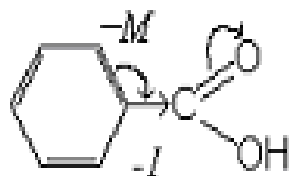
6.2. Будова σ - і π - зв'язку.

6.3. Електронегативність атомів по Полінгу.

6.4. Електронні ефекти замісників.

7. Еталони рішення задач:

7.1. Зазначте графічно вид та знак електронних ефектів карбокси – групи в бензоаті (бензойній кислоті).

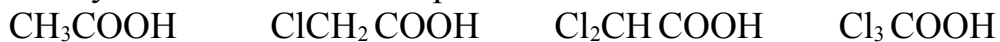


бензоат
(бензойна кислота)

7.2. Як змінюється кислотність при введенні в молекулу оцтової кислоти хлору?

Відповідь:

Електроноакценторні атоми хлору, які проявляють – I ефекти різко підвищують кислотність хлор заміщених оцтових кислот.



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

8.1. Зазначте графічно електронні ефекти в молекулах пропану та пропену, етанолу та вінілового спирту.

8.2. Зазначте графічно та розташуйте в напрямку зменшення кислотності: метанол – трет-бутанол – ізопропанол.

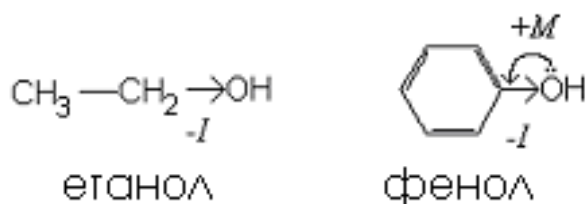
9. Приклад тестового контролю:

9.1. Зазначте графічно та визначте вид та знак електронних ефектів окси - групи в етанолі та фенолі.

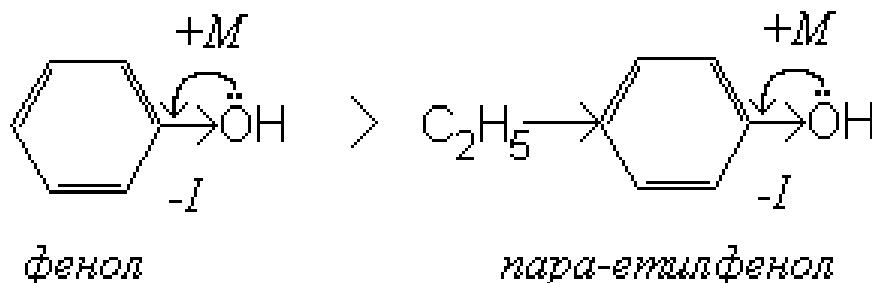
9.2. Яка сполука є більш кислою і чому : фенол чи пара-етилфенол (показати електронні ефекти)?

Відповідь.

9.1.



9.2 .



10. Алгоритм лабораторної роботи:

- Одержання етилату натрію та його гідроліз.
- Одержання хелатів.
- Утворення феноляту натрію та розклад його кислотою.
- Якісна реакція на хлоргідрат новокаїну.

11. Лабораторна робота:

11.1. Одержання етилату натрію та його гідроліз.

В суху пробірку налити 1мл абсолютного етанолу, внести невеликий кусочок металічного натрію. Закрити пробірку пробкою на 1хвилину, щоб зібрати водень. Потім відкрити пробірку та підпалити водень. В пробірку дати 4 краплі етанолу, 1 краплю фенолфталеїну та 3 краплі води. Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект реакцій, зробити висновки.

11.2. Одержання хелатів.

В пробірку внести 2 краплі розчину CuSO_4 , 2 краплі розчину NaOH , 1 краплю гліцерину. Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект. Пояснити біологічне значення кислотності багатоатомних спиртів.

11.3. Утворення феноляту натрію та розклад його кислотою.

В пробірку внести 3 краплі води, невеликий кристал фенолу і струсити. Потім внести по краплях розчин NaOH до утворення прозорого розчину. Після цього внести по краплях розчин HCl до помутніння. Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект. Пояснити біологічне значення кислотності фенолів.

11.4. Якісна реакція на хлоргідрат новокаїну.

В пробірку внести 3 краплі розчину хлоргідрату новокаїну, додати 1 краплю розчину аргентум нітрату. Написати рівняння реакції, описати зовнішній ефект. Пояснити біологічне значення основності амінів.

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

№ досліду	Назва досліду, рівняння та механізм реакції	Висновки (тип реакції, біологічне та практичне значення реакції)
1	2	3

Графи 1,2 заповнюються вдома, а графа 3 на занятті після виконання дослідів

Тема: РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ АЛКАНІВ, 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. Биорганическая химия. – М.: Медицина, **1985**, ст. 124 – 137; 142 – 152; **1991**, ст. 117–132; 134 – 143; **2009**, 47-70.
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической 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.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

- 5.1. Класифікація органічних реакцій за механізмом.
- 5.2. Типи розриву хімічних зв'язків. Вільні радикали, нуклеофіли та електрофіли (визначення, приклади).
- 5.3. Радикальне заміщення біля насиченого атома карбону (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..
- 5.4. Електрофільне приєднання до ненасичених сполук (A_E) в алкенах; механізм реакції галогенування. Практичне значення бромовання алкенів. Біологічне значення гідратування та гідратації алкенів.
- 5.5. 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..
- 5.6. 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.

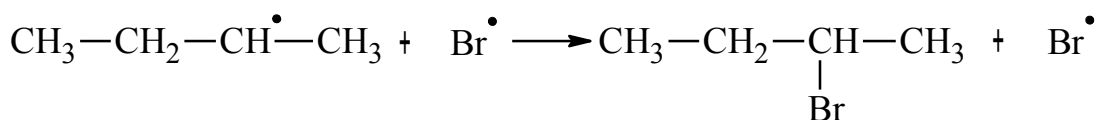
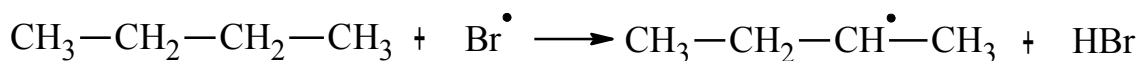
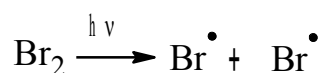
6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 6.1. Класифікація органічних реакцій за спрямованістю: заміщення, приєднання, елімінування (приклади).
- 6.2. Класифікація органічних реакцій за хімічною природою реагенту: гідратування, гідратація, галогенування, гідрогалогенування, нітрування, сульфування, ацилювання, алкілювання.
- 6.3. Правило Марковнікова.

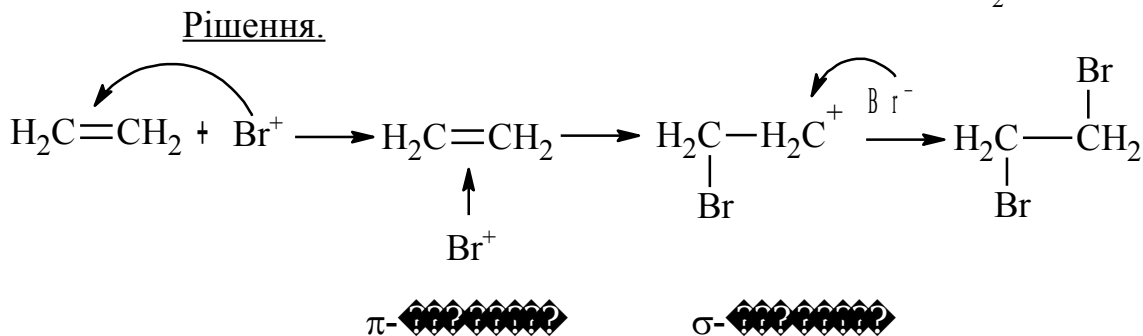
7. Еталони рішення задач:

- 7.1. Описати графічно механізм бромовання бутану.

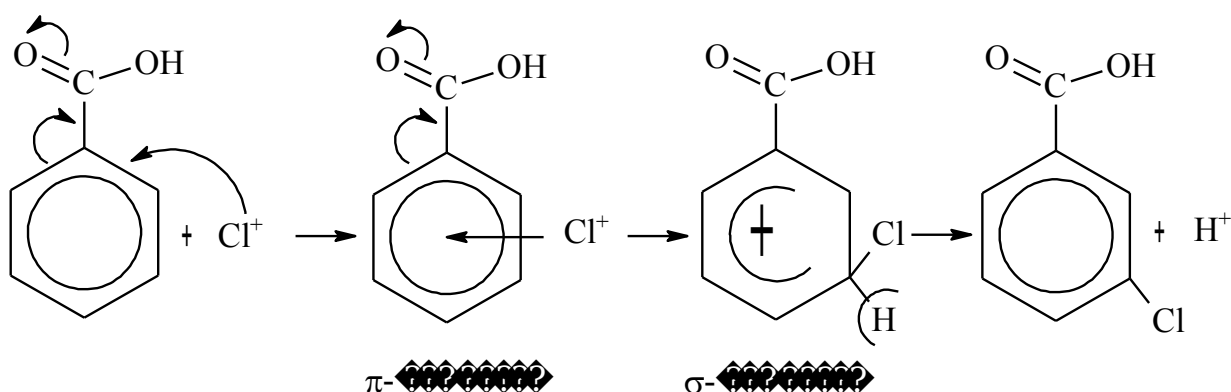
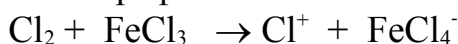
Рішення:



- 7.2. Описати графічно механізм бромовання етену.



7.3. Опишіть графічно механізм хлорування бензойної кислоти.



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

- 8.1. Що таке електрофіли, із яким класом органічних сполук вони можуть реагувати?
- 8.2. Описати графічно механізм бромовання ізобутану.
- 8.3. Описати графічно механізм хлорування бензальдегіду.

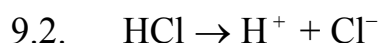
9. Тестовий контроль:

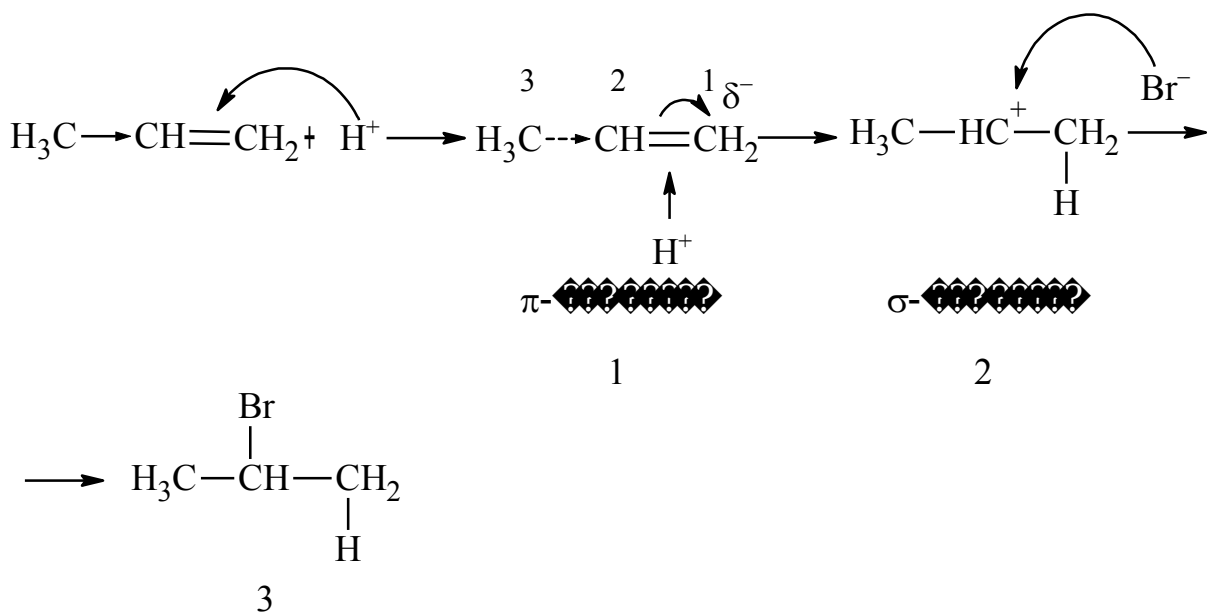
Наприклад:

- 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.





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 бензолу.

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 опромінійте 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 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 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 бром, 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. Біологічне значення реакції галогенування бензенового ядра.

11.4. Нітрування бензену.

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

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

№ досліду	Назва досліду, рівняння та механізм реакції	Висновки (тип реакції, біологічне та практичне значення реакції)
1	2	3

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 альдегідні чи кетонні групи.

2. Ціль загальна: вивчити структуру та номенклатуру альдегідів і 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 вуглеводнів.
- знати якісні реакції визначення альдегідів та кетонів.
- вивчити окисно-відновні реакції альдегідів та кетонів для передбачення біохімічних процесів в організмі людини.

4. Література:

4.1. Лекційний матеріал.

- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: Медицина, **1985**, ст. 193 – 203, 211 – 216; **1991**, ст. 181 - 194, 218 – 220, 226 – 227; **2009**, ст.93-104.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., **1985**, ст. 93 - 108.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін Біоорганічна хімія, **1997** ст.62-73; **2004** ст. 114-125.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малый практикум по органической химии, **1980**, стр. 47 - 56.

Додаткова:

- 4.6. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.7. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии (для студентов биологических, медицинских и сельскохозяйственных специальностей), М., 1982г.
- 4.8. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.
- 4.9. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.
- 4.10. Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
- 4.11. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
- 4.12. 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 із воднем, спиртами, амінами, ціанідами, водорю, дисмутація альдегідів. Біологічне значення цих реакцій.
- 5.3. Альдольна конденсація та її значення для продовження вуглецевого ланцюга.
- 5.4. Знати формули сполук: метаналь, етаналь, пропаналь; ацетон, метилетилкетон.

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 аналітичне значення.

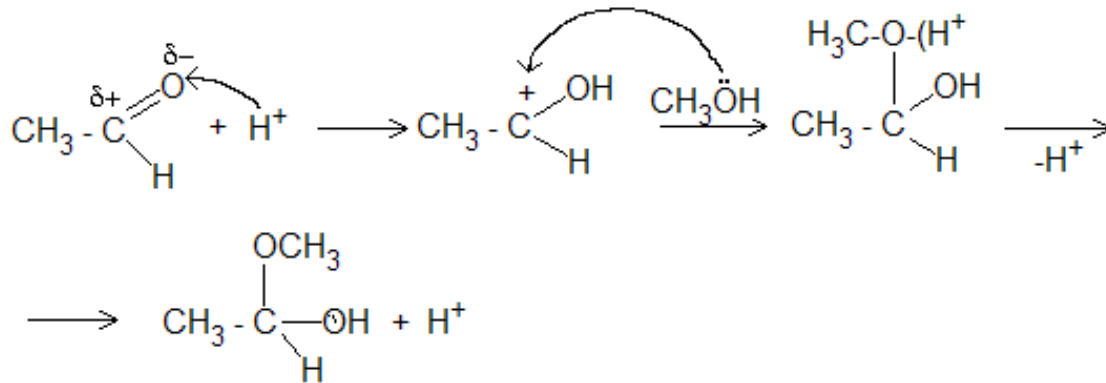
7. Еталони рішення задач:

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

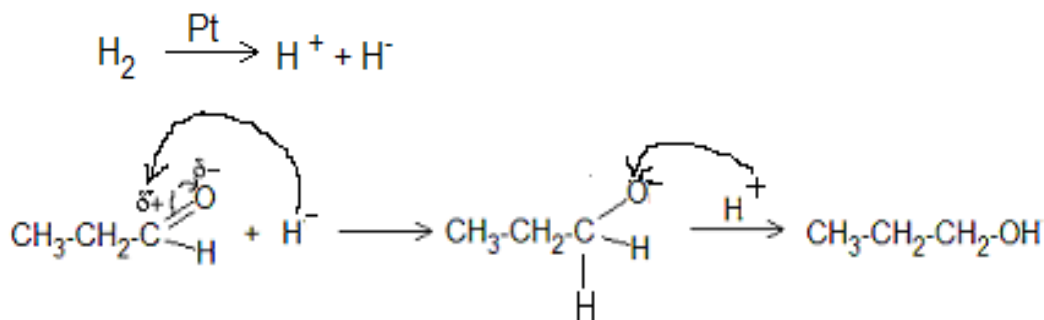
Відповідь:

7.1. В карбонільній групі альдегідів та кетонів електронна густина

π -зв'язку зміщена в сторону більш електронегативного кисню. В результаті карбон набуває частково позитивного заряду. Для того, щоб підвищити електрофільність карбону застосовують кислотний катализатор, так як спирт є слабким нуклеофілом. Прикладом є взаємодія ацетальдегіду та метанолу в присутності концентрованої сульфатної кислоти, яка дає катализатор протон.



7.2. Опишіть графічно механізм відновлення пропаналью.



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

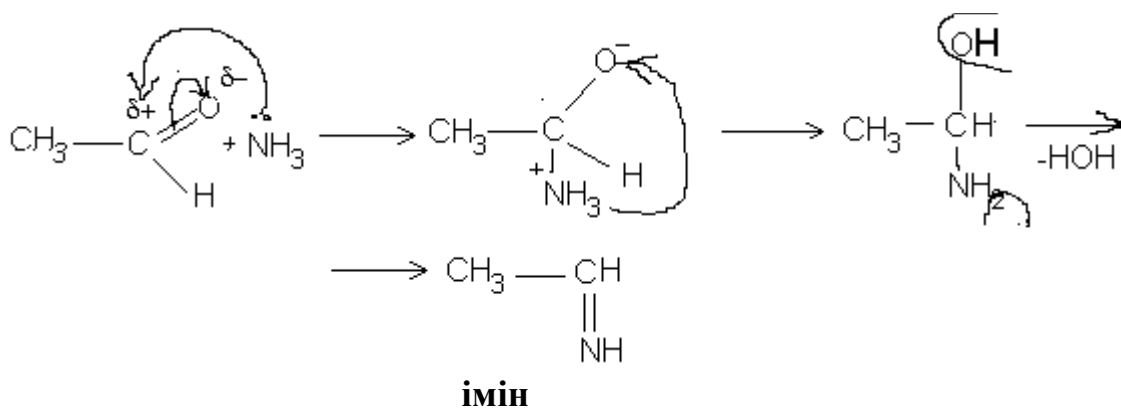
- 8.1. Описати графічно механізм диспропорціонування формальдегіду.
- 8.2. Описати графічно механізм взаємодії піридоксальфосфату із аланіном.
- 8.3. Описати графічно механізм синтезу нейрамінової кислоти із пірувату (пірвіноградна кислота) та N – ацетилманозаміну

9. Приклад тестового контролю:

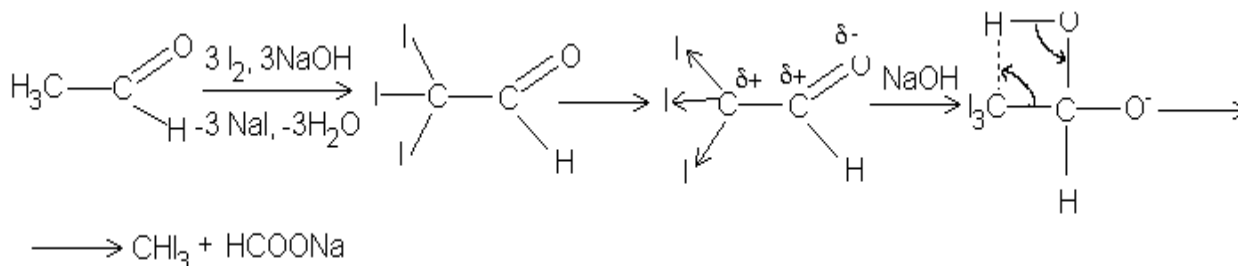
- 9.1 Описати графічно механізм утворення імінів.
- 9.2. Описати галоформну реакцію утворення йодоформу.
- 9.3. Окинення альдегідів реактивом Толленса.

Відповіді:

9.1.

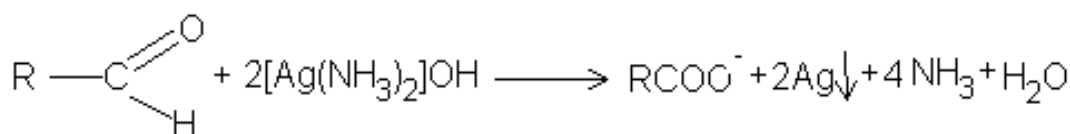


9.2.



9.3.

Наявність блискучого шару на стінках пробірки після додавання аміачного розчину оксиду срібла свідчить про присутність альдегіду в дослідженому розчині, який проявляє відновні властивості.



10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Окиснення формальдегіду купрум (II) гідроксидом (проба Троммера)
- 10.2. Відкриття ацетону йодоформною пробою.
- 10.3. Диспропорціонування формальдегіду у водному розчині.

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_4 , 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 йодоформною пробою.

В пробірку внести 1 краплю розчину Люголю і 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.

11.3. 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 І БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ .

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:

- сформулювати 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; 160 – 167; 172 – 174; 184 - 186 **1991**, ст. 100 – 117; 149 – 155; 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.

Додаткова:

- 4.6. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.7. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии, М., 1982г.
- 4.8. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.

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

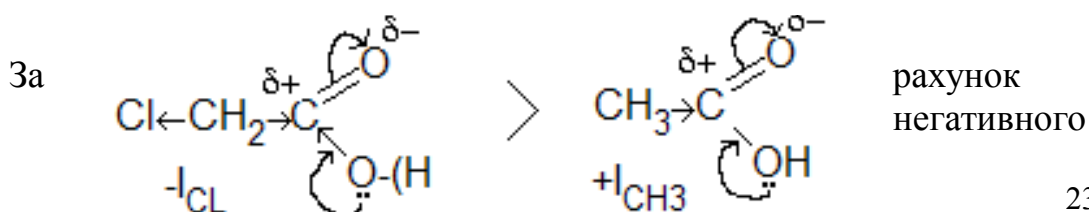
6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 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.
 6.6. Властивості дикарбонових кислот (на прикладі шавлевої кислоти).

7. Еталони рішення задач:

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

Відповідь:

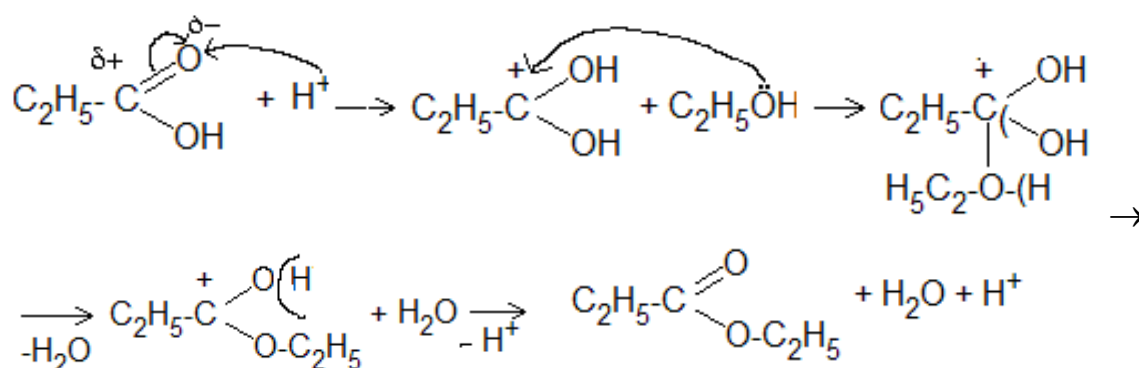


індукційного ефекту атома хлору збільшується частковий позитивний заряд на карбонільному карбоні, неподільна електронна пара оксигену сильніше зміщується до нього і протон карбокси-групи краще відщеплюється. Отже, сильнішою буде моно хлорацетат.

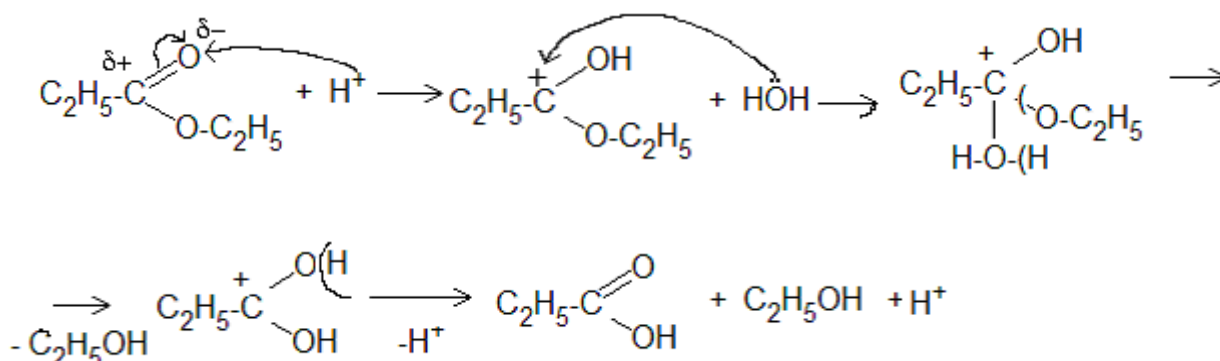
7.2. Опишіть графічно механізм утворення та гідролізу етилпропіонату із застосуванням кислотного каталізу.

Відповідь:

Механізм естерифікації:

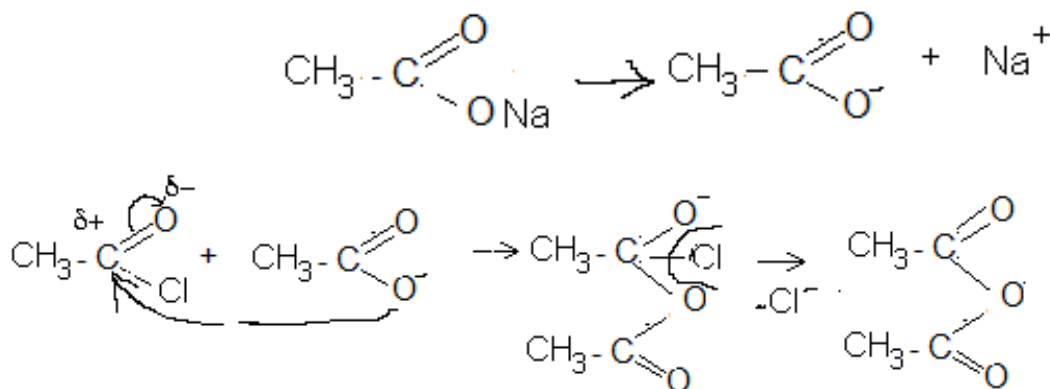


Механізм гідролізу в кислому середовищі:



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

Відповідь:



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

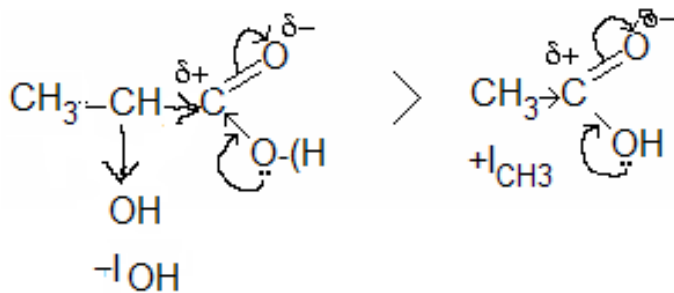
- 8.1. Розташувати в напрямку збільшення кислотності такі кислоти: оксалат(щавлева), ацетат(оцтова), монохлорацетату(монохлороцтова) і пояснити графічно зміну сили кислот.
- 8.2. Описати графічно механізм утворення та гідролізу (кислотного та лужного) метилацетату.
- 8.3. Написати схеми реакцій утворення 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 більш сильною 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.

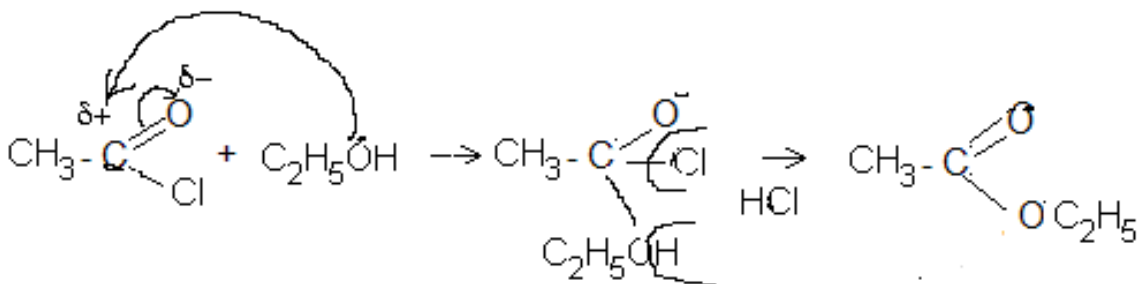


молочна кислота

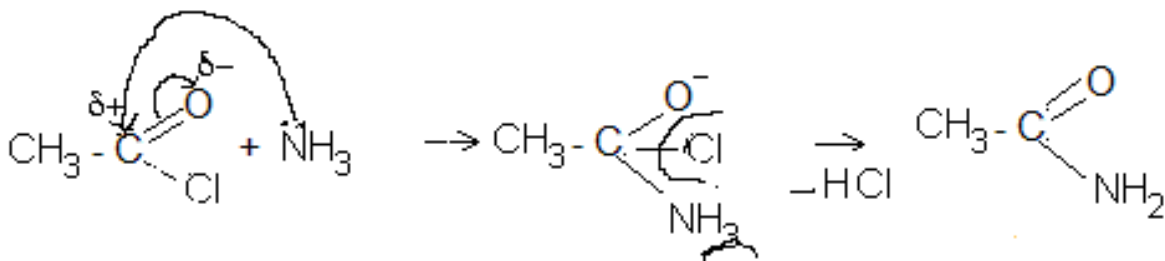
ацетат

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 щаром 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 І БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОКСИ – ТА ОКСОКИСЛОТ.

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. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія. К., 1997р. к. ст. 92 – 93, 96 – 97 к., 2004. ст.139 – 140, 153 - 167.
- 4.3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия, 1985, ст. 239 – 250; 1991, ст. 250 – 266
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985. ст. 147 – 149, 154 – 156,
- 4.5. Рево А.Я. и др. Малый практикум по биорганической химии. 1980 ст. 69, оп.60,61,62,63.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

- 5.1 Оксикислоти (молочна, винна, лимонна, β -оксимасляна, яблучна), загальні хімічні властивості та специфічні реакції: Хімізм їх утворення в організмі людини і біологічне значення цих сполук.
- 5.2. Оксокислоти (піровиноградна, ацетооцтова, щавелевооцтова, α -кетоглутарова). Хімізм утворення їх в організмі людини. Кето-енольна таутомерія. Хімічні властивості, реакція декарбоксілювання.
- 5.3. Фенолокислоти та їх похідні. Використання саліцилової кислоти та її похідних як лікарських засобів (саліцилат натрію, метилсаліцилат, салол, ацетилсаліцилова кислота.)
- 5.4. Знати формули сполук, які вказані в основних питаннях.

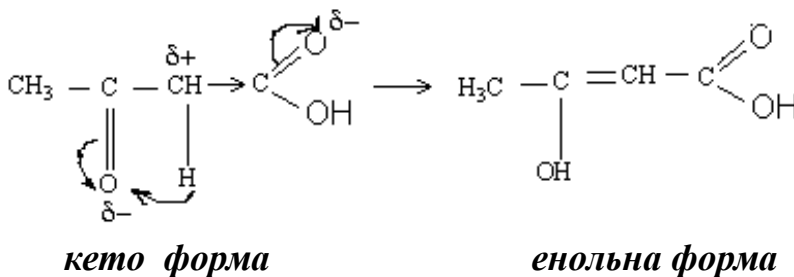
6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

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

7. Еталони рішення завдань:

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

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



Енольна форма більш реакційно здатна, ніж кетонна.

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

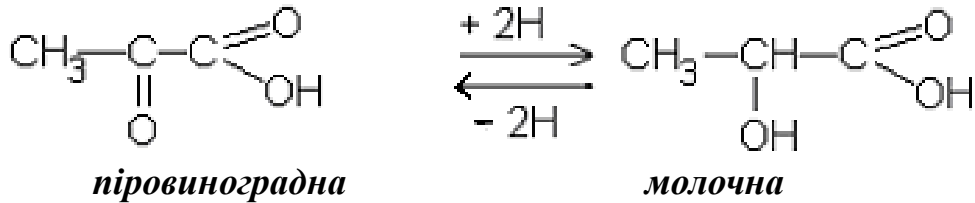
- 8.1. Напишіть проекційні формули енантіомерів та діастеріомерів тартрату (винної кислоти).
- 8.2. Напишіть кето- та енольну форми пірувату (піровиноградної кислоти), рівняння реакції її відновлення та взаємодію із етанолом. Вкажіть механізми реакцій.
- 8.3. Напишіть рівняння специфічних реакцій із α -, β - та γ -оксикислотами.

9. Приклад тестового контролю:

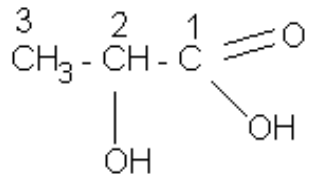
- 9.1. Напишіть схему утворення молочної кислоти в організмі людини і дайте характеристику її хімічних властивостей.

Відповідь:

9.1. Утворення в організмі людини:



а) гібридизація атома карбону та електронна будова його хімічних зв'язків:

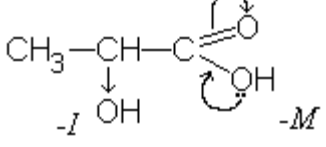


$\text{C}_1 - \text{sp}^2$; $\text{C}_{2,3} - \text{sp}^3$; $\text{C}_1 - \text{C}_2 - \sigma \Rightarrow \text{sp}^2 - \text{sp}^3$; $\text{C}_2 - \text{C}_3 - \sigma \Rightarrow \text{sp}^3 - \text{sp}^3$;
 (C₁ - C₂) (C₂ - C₃)

б) для молочної кислоти характерна енантіомерія:

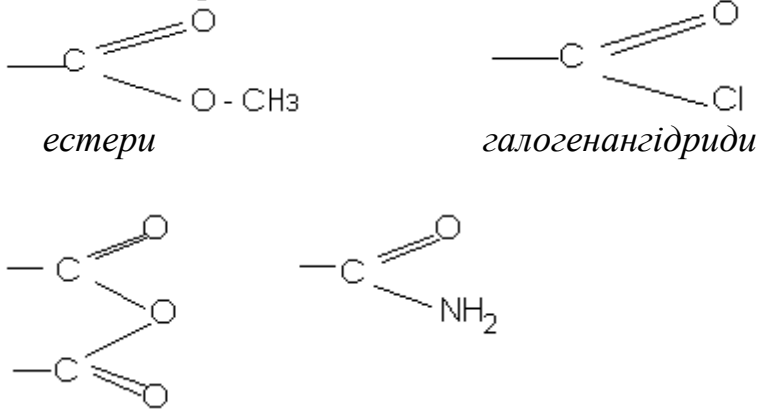


в) проявляються електронні ефекти :



г) оксигрупа проявляє слабкі кислотні властивості і дає солі алкоголяти R – OMe, а карбоксигрупа – сильніші і утворює відповідні солі R – COOMe - лактати.

д) по карбоксигрупі лактат (молочна кислота) дає похідні - естери та галогенангідриди, амід:



ангідриди

аміди

е) оксигрупа може заміщуватися на галоген.

ж) в організмі людини відбувається зворотне перетворення лактату в піруват.

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 відсутності фенольного гідроксилу в ацетилсаліциловій кислоті (аспірин). Доказ доброякісності ацетилсаліцилової кислоти).

11. Лабораторна робота:

11.1. Доказ утворення кислих та середніх солей.

В пробірку внести 5 крапель розчину тартрату (винної кислоти), додати 2 краплі розчину КОН і потерти склянню паличкою по стінках пробірки до утворення осаду. Потім додати ще 4-5 крапель розчину КОН. 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 CuSO_4 і 2 краплі розчину NaOH до осаду, що утворився, додати розчин з 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 H_2SO_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 NH_4OH до синього кольору лакмусового папірця, потім додати 2-3 краплі розчину 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 (аспірин). Доказ доброякісності ацетилсаліцилової кислоти).

В пробірку внести кусочок таблетки аспірину, додати 5-6 крапель води, перемішати, додати краплю розчину FeCl_3 . Якщо спостерігається зовнішній ефект, пояснити його. Якщо змін немає, то пробірку прокип'ятити 0,5хв. і додати 1 краплю розчину FeCl_3 . Що спостерігається? Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакцій та зробити висновки відносно доброякісності ацетилсаліцилової кислоти.

Тема: ВЖК. ЛІПІДИ. ФОСФОГЛЦЕРИДИ.

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. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997, с. 78-84; 2004, с. 251-268.
- 4.3. Тюкавкіна Н.А., Бауков Ю.Н. „Биоорганическая химия” 1985г, с 427 – 442; 1991г, с. 457 – 472.
- 4.4. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии под ред. Тюкавкиной Н.А.,1985, с 118 – 127, 238 – 240.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малій практикум по органической химии, оп.52,53,56.

Додаткова:

- 4.6. Грандберг И.И. Органическая химия, М., 1980г.
- 4.7. Райлс А., Смит К., Уорд Р. Основы органической химии, М., 1982г.
- 4.8. Терней А. Современная органическая химия, т.1,т.2, М., 1981г.

- 4.9. Чичибабин А.Е. Основные начала органической химии, т.1,т.2, М., 1963г.
 4.10 Каррер Н. Курс органической химии, М., 1960г.
 4.11. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия, М., 1987г.
 4.12. 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 окислення).
 5.4. Фосфатидна кислота: склад, будова, тип зв'язку, просторова конфігурація.
 5.5. Фосфогліцериди: фосфатидилхолін, фосфатидилколаген, фосфатидилсерін, їх склад, будова, типи зв'язків, біологічне значення.

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

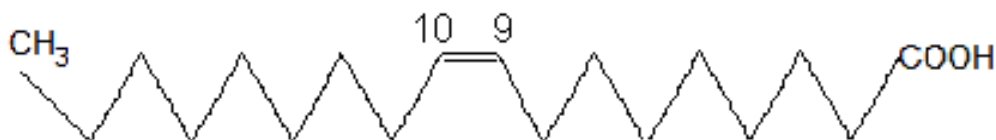
- 6.1. Неомилювані ліпіди (визначення).
 6.2. Стеранове ядро (будова, нумерація).
 6.3. Будова холестерину, жовчних кислот.

7. Еталони рішення задач:

- 7.1. Написати і вказати конфігурацію олеїнової кислоти

Відповідь:

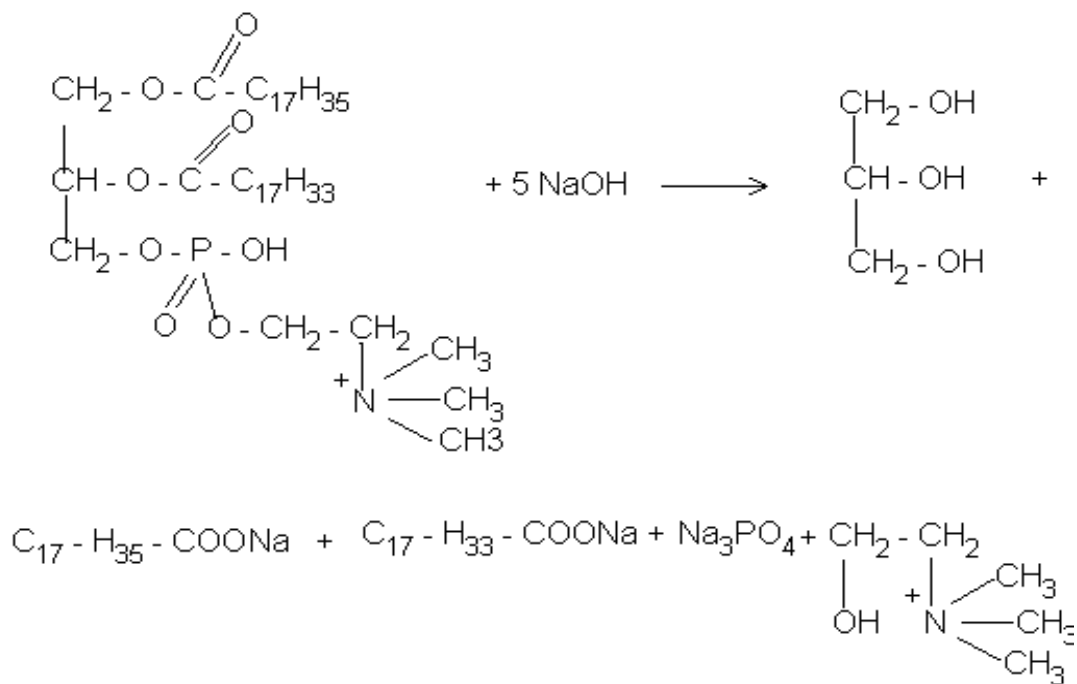
7.1.



Цис-конфігурація

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

Відповідь:



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

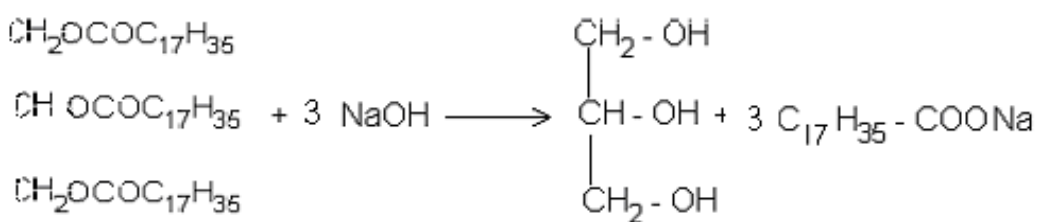
- 8.1. Написати рівняння реакції лужного гідролізу діолеостеарину.
- 8.2. Написати будову фосфатидилхоліну, вказати типи зв'язків.
- 8.3. Написати просторову будову лінолевої кислоти.

9. Приклади тестового контролю:

- 9.1. Написати будову і схему лужного гідролізу тристеарину
- 9.2. Доведіть якісною реакцією ненасиченість олеїнової кислоти.

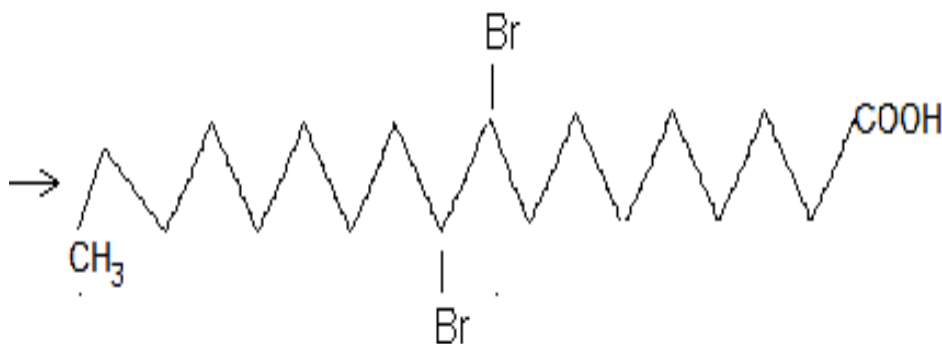
Відповіді.

9.1.



9.2.





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

11.3. Реакція ненасичених жирних кислот.

В пробірку з досліді № 11.2. внести 2-4 краплі бромної води, перемішати.. 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 1 краплю розчину $CaCl_2$, перемішати. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновки.

БУДОВА ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ α - 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 α -амінокислот як структурної основи білків, що функціонують в усіх тканинах та органах організму;
- робити висновки про шляхи перетворень в організмі α -амінокислот;
 - на основі розуміння будови та реакційної здатності α -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.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

- 5.1. Амінокислоти: визначення, склад, будова.
- 5.2. Кислотно – основні властивості амінокислот.
- 5.3. Хімічні реакції амінокислот по карбокси–групі: утворення естерів, галогенангідридів. Біологічне та аналітичне значення цих реакцій.
- 5.4. Хімічні реакції амінокислот по аміногрупі: утворення N–ацильних похідних, взаємодія з нітритною кислотою, формальдегідом, фенілізотіоціанатом. Значення цих реакцій.

5.5. Декарбоксілювання амінокислот та біологічне значення утворених біогенних амінів.

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

6.1. Класифікація амінокислот.

6.2. Декарбоксілювання амінокислот в організмі.

6.3. Специфічні реакції, що зумовлені взаємним розташуванням карбокси- та аміно- груп.

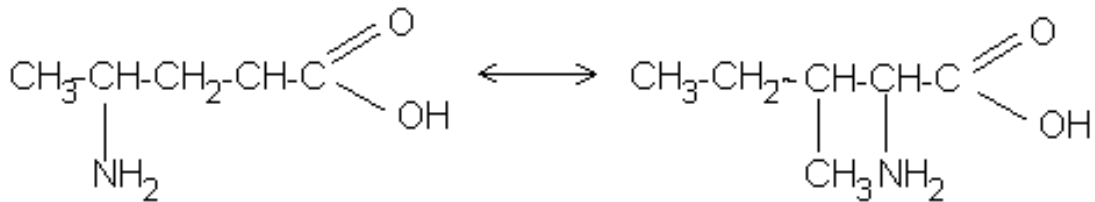
7. Еталони рішення задач:

7.1. Які види ізомерії характерні для амінокислот?

Рішення:

Ізомерія амінокислот обумовлена:

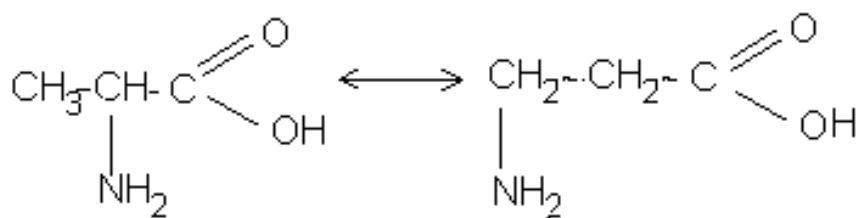
а) будовою вуглецевого скелету:



лейцин

ізолейцин

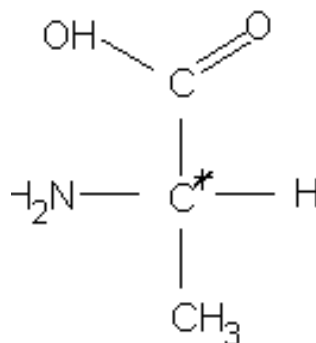
б) розміщенням аміногрупи:



α-аланін

β-аланін

в) енантіомерія

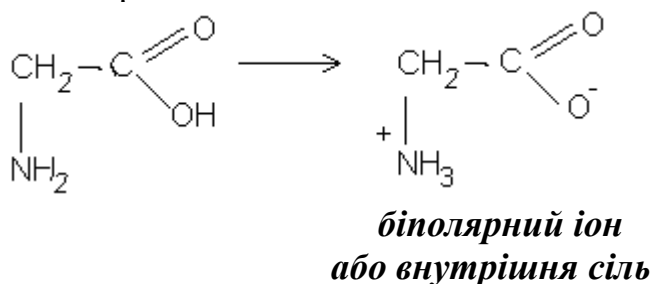


L-аланін

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.



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. Проілюструвати рівняннями реакцій властивості карбокси-групи серину.
- 8.3. Напишіть рівняння реакцій кількісного визначення аспарагіну.

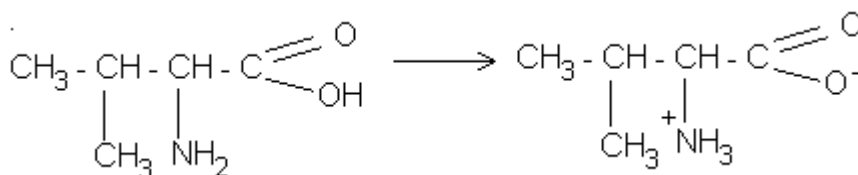
9. Тестовий контроль :

Наприклад:

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

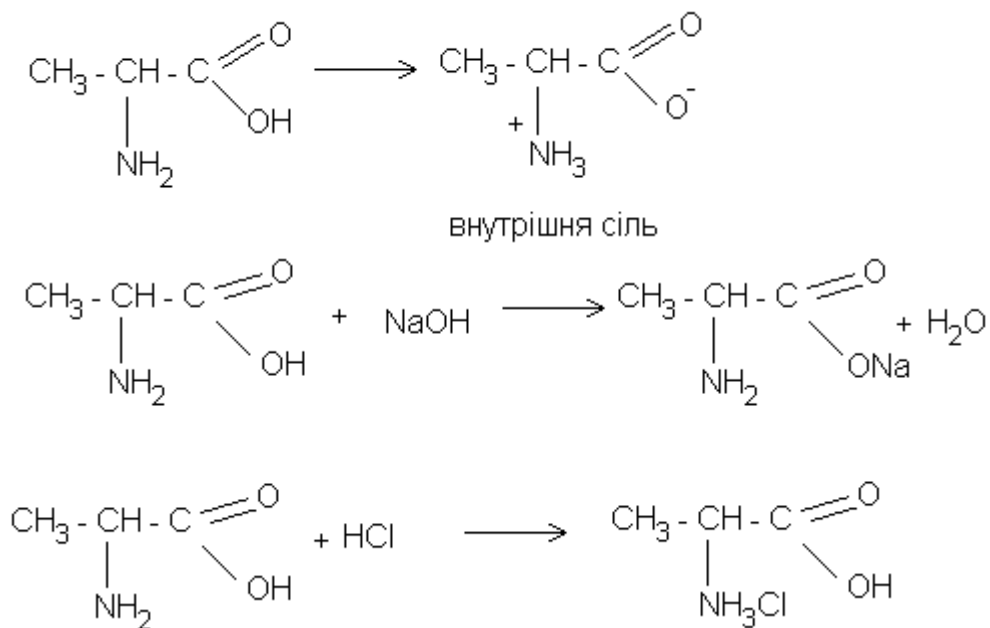
Відповіді.

9.1.

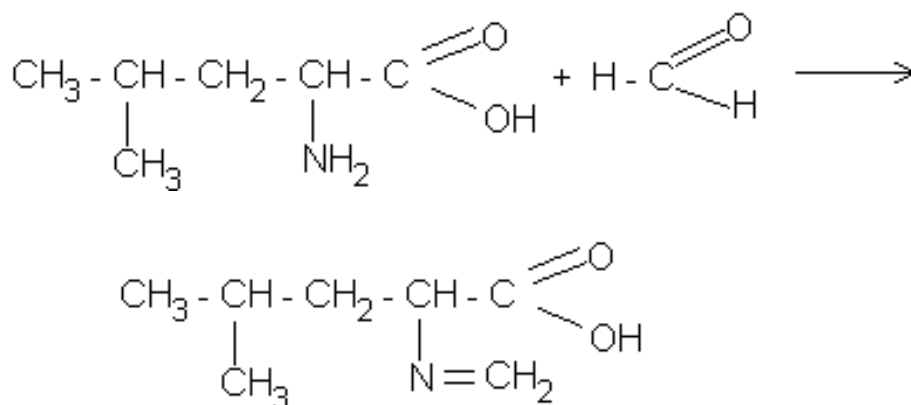


ІЕТ знаходиться в слабкислому середовищі.

9.2.



9.3.



10. Алгоритм лабораторної роботи:

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

11. Методика проведення експерименту.

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

В три пробірки внести: в першу - 1мл дистильованої води, в другу – 1мл ацетатної (оцтової) кислоти, в третю – 1 мл гліцину. В кожену пробірку додати по 2 краплі індикатора метилового червоного. Описати зовнішній ефект, зробити висновки.

11.2. Реакція амінокислот з нінгідрином.

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

11.3. . Реакція гліцину з формальдегідом.

В пробірку внести 5 крапель розчину гліцину та додати 1 краплю індикатора метилового червоного. Відмітити колір. Потім додати 6 крапель формаліну. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновки.

11.4. Реакція гліцину з нітритною кислотою.

В пробірку внести 5 крапель розчину гліцину, 5 крапель розчину NaNO_2 та 2 краплі CH_3COOH конц. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновок.

Тема: ФІЗИКО – ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, АНАЛІЗ. СИНТЕЗ БІЛКІВ. СТРУКТУРИ 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:

сформуувати 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.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

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

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

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

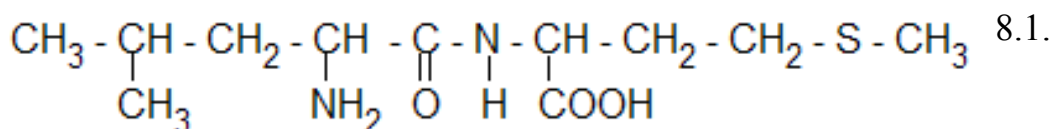
7. Завдання для закріплення матеріалу (виконати в протокольному зошиті):

- 7.1. Провести синтез дипептиду вал-цис (6 етапів).
- 7.2. Написати трипептид: ала-ліз-лей; в якому середовищі знаходиться його ІЕТ.
- 7.3. Написати схему визначення N-кінцевої амінокислоти в дипептиді сер-три методом Едмана.

8. Тестовий контроль.

- 8.1. Написати дипептид лей-мет, вказати, в якому середовищі лежить його ІЕТ.
- 8.2. Встановити N-кінцеву амінокислоту в цьому дипептиді методом Едмана.

Відповіді.



В пробірку внести 5 крапель розчину білка, додати 10 крапель розчину NaOH та 1-2 краплі розчину CuSO_4 . Описати зовнішній ефект, зробити висновки.

10.2. Ксантопротеїнова реакція .

В пробірку внести 5 крапель розчину білка та 5 крапель HNO_3 (конц) (обережно), підігріти. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції із ароматичною амінокислотою, зробити висновки.

10.3. 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. Биорганическая химия, 1985, с. 349 - 377; 1991, с. 377 - 406.

- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической 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.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

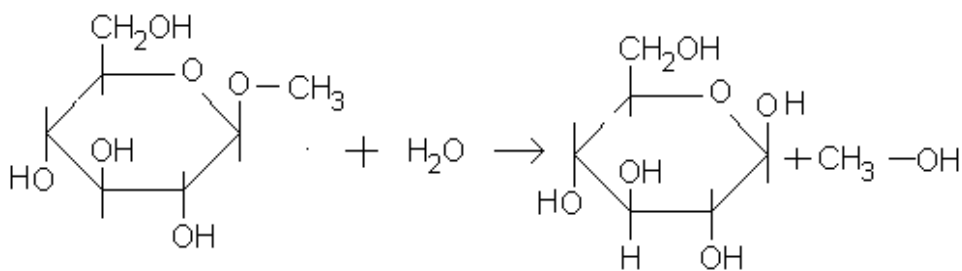
- 5.1. Вуглеводи (визначення). Класифікація вуглеводів.
- 5.2 Моносахариди (визначення). Класифікація моносахаридів.
- 5.3. Глюкоза: проєкції Фішера, Коллі – Толленса, Хеуорса, D - та L- конфігурація; α - та β - аномери; піранозна та фуранозна форми; конформації глюкози. Мутаротація.
- 5.4. Хімічні властивості глюкози : утворення хелатів з іонами металів, реакції відновлення, окислення, утворення O- та N- глікозидів, алкілування, ацилування.
- 5.5. Знати формули:
глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза, рибоза, дезоксирибоза, ксилоза та їх похідних (гліконові, глікарові, глікуронові кислоти, глікозаміни, фосфатні естери)

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

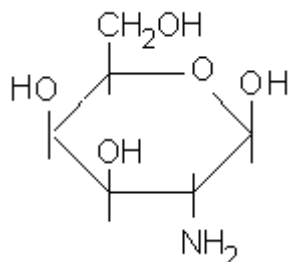
- 6.1. Аскорбінова кислота, будова, біологічна роль.
- 6.2. Якісні реакції на багатоатомні спирти та альдегідну групу.
- 6.3. Якісна реакція на фруктозу (реакція Селіванова).

7. Еталони рішення завдань:

- 7.1. Напишіть схему гідролізу O-метил- β -D-глюкопіранозиду.



7.2. Напишіть формулу галактозаміну.



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

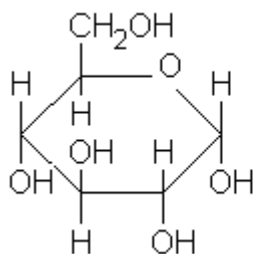
- 8.1. Напишіть рівняння реакції утворення O-глікозиду галактози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.
- 8.2. Напишіть рівняння алкілування манози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.
- 8.3. Напишіть рівняння ацилування фруктози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.

9. Приклад тестового контролю:

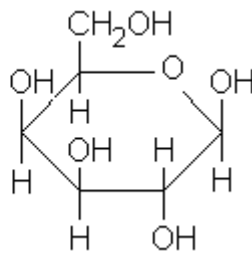
- 9.1. Напишіть формули α -D-глюкопіранози та β -D-галактопіранози.
- 9.2. Напишіть рівняння утворення N-глікозиду α -D-фруктофуранози. Назвіть одержану сполуку та вкажіть тип зв'язку.
- 9.3. Вкажіть склад реактиву Троммера, з якою метою він використовується.

Відповіді.

9.1.

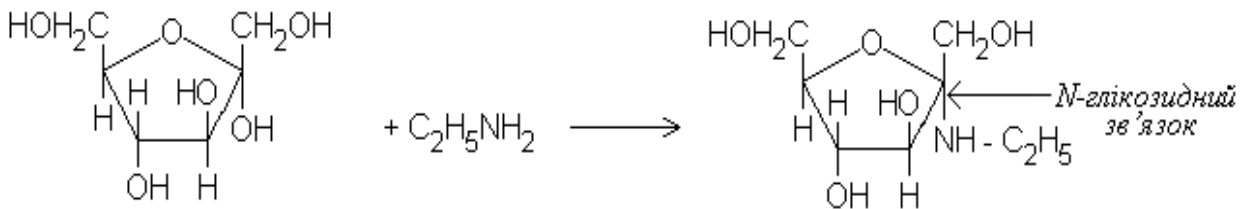


α -D-Glu p



β -D-Gal p

9.2.



N-етил-α-D-фруктофуранозид

9.3. $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$; 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_4 . Написати рівняння реакцій, описати зовнішній ефект, зробити висновки. Розчин залишити для наступного досліді.

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

До отриманого з попереднього досліді 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 порошоків 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.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

- 5.1. Класифікація дисахаридів за здатністю до окисно – відновних реакцій.
- 5.2. Будова сахарози, лактози, мальтози та целобіози: відновні властивості та реакції по оксигрупам (утворення хелатів, алкілування, ацилування)
- 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.

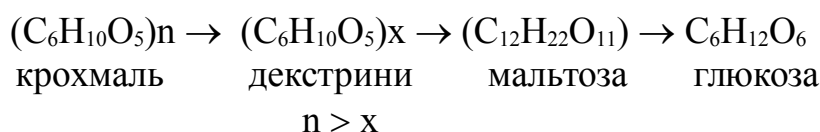
7. Еталони рішення завдань:

- 7.1. Які складні вуглеводи називають гомополісахаридами?

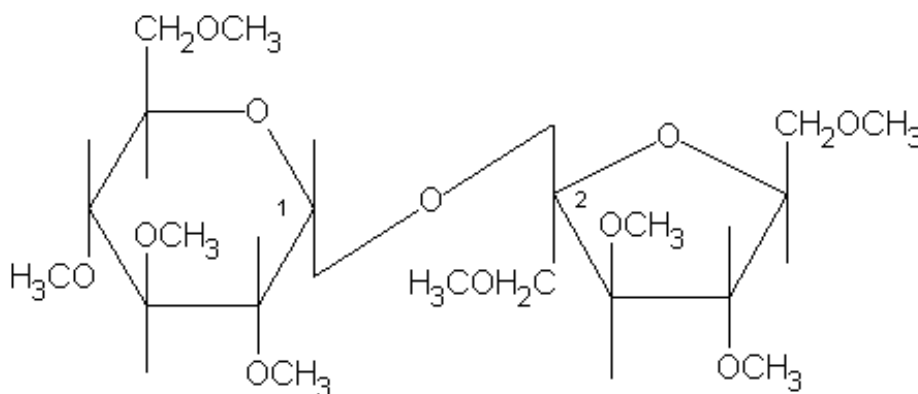
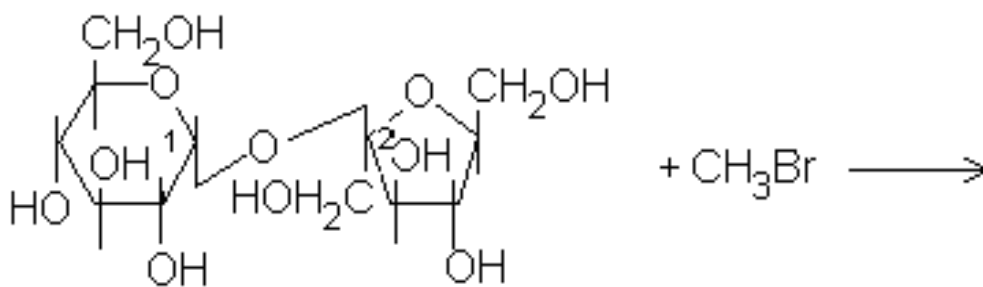
Рішення:

Гомополісахариди – це складні вуглеводи, які побудовані із залишків одного моносахариду .Наприклад, крохмаль, глікоген, целюлоза.

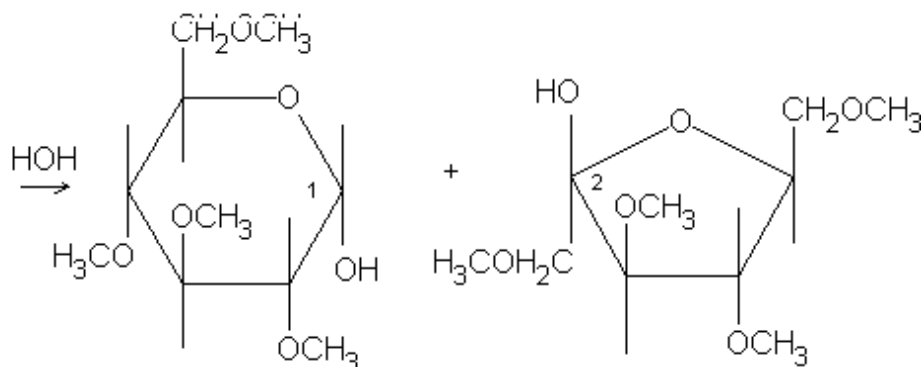
- 7.2. Які продукти утворюються під час гідролізу крохмалю.



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



Зв'язки – прості ефірні та α – 1,2 - глюкозидний



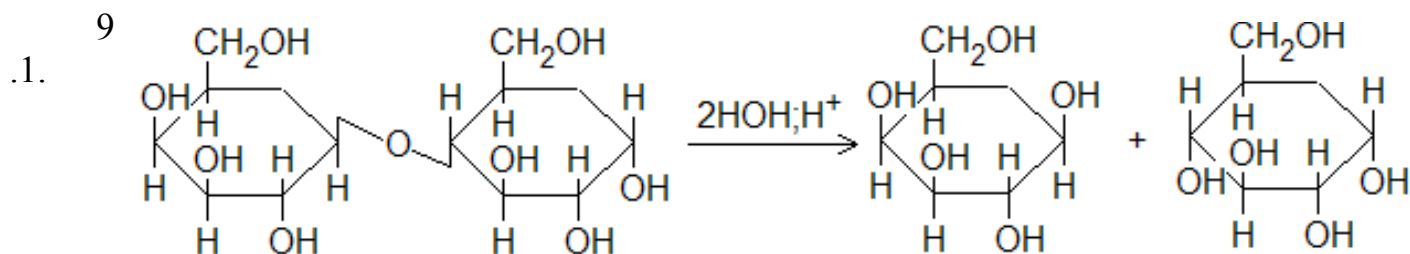
Руйнується тільки α - 1,2 - глюкозидний зв'язок.

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

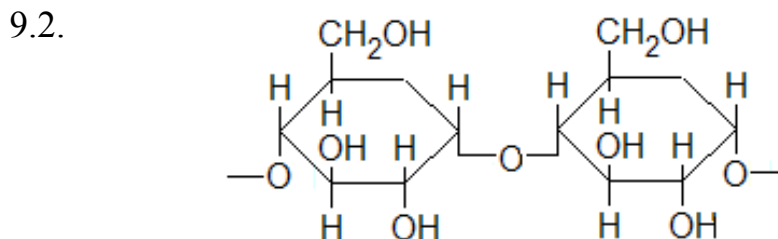
- 8.1. Написати структурну та конформаційну формули мальтози, дати хімічну назву, вказати тип зв'язку. Написати схему її гідролізу.
- 8.2. Написати рівняння гідролізу повністю метильованої целобіози. Які сполуки в реакції мають відновні властивості?

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.



α - 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. 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 CuSO₄. 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 CuSO₄, 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. Кислотний гідроліз крохмалю (демонстрація).

В пробірку внести 1 краплю крохмального клейстеру, 2 краплі розчину H₂SO₄ і поставити пробірку в кип'ячу водяну баню. Через 20 та 40 хвилин з однією краплею гідролізату виконайте якісну реакцію на крохмаль. Описати зовнішній ефект, написати схему постадійного гідролізу крохмалю, зробити висновки.

Тема: ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ, КЛАСИФІКАЦІЯ, БУДОВА ТА БІОЛОГІЧНА РОЛЬ.

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.

2. Ціль загальна: закріпити знання будови і хімічних властивостей фізіологічно активних гетероциклічних сполук.

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.

4. Література:

Основна:

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия, 1985, ст. 239 – 250; 1991, ст. 260 – 284.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985. ст. 163 – 178.
- 4.4 Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія. К., 1997р. к.. 112 – 122, 126 – 128. к., 2004. с. 172 – 178, 187 – 189, 190 – 212.
- 4.5. Рево А.Я. и др. Малый практикум по биоорганической химии. 1980г ст. 146- 157.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

- 5.1. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (пірол). Пірольний атом нітрогену. Бензопірол (індол) як складова частина триптофану, його метаболітів (триптаміну, серотоніну) та токсичних речовин (скатол, індол).
- 5.2. П'ятичленні гетероцикли з двома гетероатомами (піразол) Похідні піразолу як лікарські препарати.
- 5.3. Шестичленні гетероцикли з одним (піридин) та двома гетероатомами (піримідин), їх основні властивості. Піримідиновий атом нітрогену. Утворення алкилпіридинію. Піримідинові азотисті основи та їх таутомерія.

5.4. Біциклічні гетероцикли (пурин) та їх похідні (пуринові азотисті основи, сечова кислота). Основні властивості, таутомерія. Солі сечової кислоти.

6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

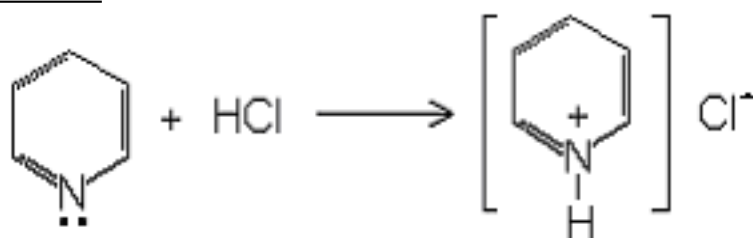
6.1. Класифікація гетероциклів за розмірами циклу, кількістю і якістю гетероатомів.

7. Еталони рішення задач:

7.1. Пояснити основні властивості атому нітрогену в пиридині.

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

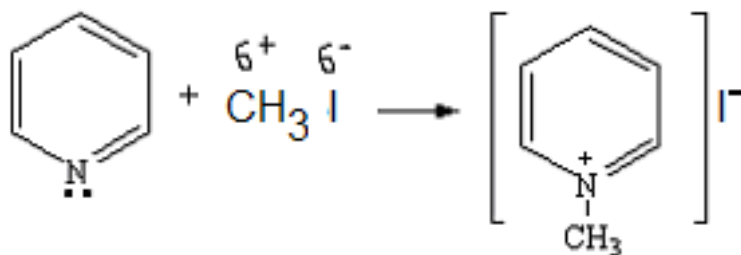
Рішення.



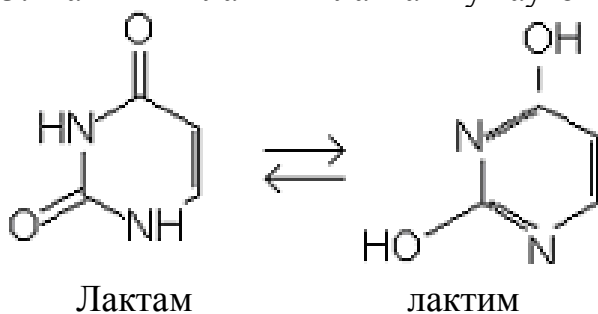
7.2. Пояснити наявність нуклеофільних властивостей у піридина

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

Рішення.



7.3. Напишіть лактим–лактаму таутомерні форми урацилу.



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

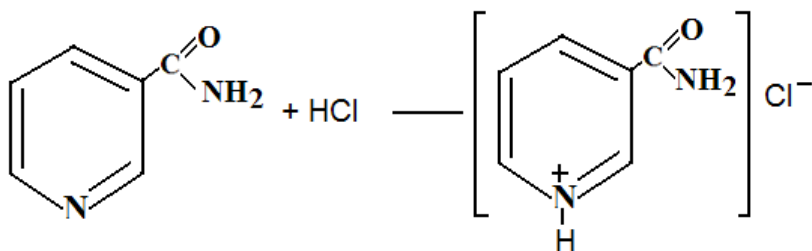
- 8.1. Напишіть таутомерні форми сечової кислоти, по яких функціональних групах утворюються солі?
- 8.2. Напишіть схему хімізму дії НАД.

9. Приклад тестового контролю:

- 9.1. Напишіть рівняння утворення солі піридинію при взаємодії нікотинаміду з соляною кислотою.
- 9.2. Назвіть біологічно активні похідні пурину.

Відповідь:

9.1.



9.2. Сечова кислота, аденін, гуанін, кофеїн, теофілін, теобромін.

10. Алгоритм лабораторної роботи:

- 10.1. Якісна реакція на нікотинову кислоту (вітамін РР).
- 10.2. Реакції антипірину та амідопірину з ферум(ІІІ) хлоридом.

11. Лабораторна робота:

11.1. Якісна реакція на нікотинову кислоту (вітамін РР).

В пробірку внести 1 мл розчину нікотинової кислоти, трохи підігріти, додати 6-7 крапель розчину CuSO_4 та 0,5 мл розчину NH_4SCN . Написати формули нікотинової кислоти та нікотинаміду, описати зовнішній ефект реакції, зробити висновки.

11.2. Реакції антипірину та амідопірину з ферум(ІІІ) хлоридом.

В одну пробірку внести 3 краплі розчину антипірину, в другу – 3 краплі розчину амідопірину, в кожен пробірку додати по 2 краплі води і по 1 краплі розчину FeCl_3 . Написати формули антипірину та амідопірину, описати зовнішній ефект, вказати значення цих реакцій.

Тема: НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ, СКЛАД, БУДОВА ТА БІОЛОГІЧНА РОЛЬ.

1. Актуальність теми:

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 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:

- ✓ аналізувати значення мононуклеотидів для побудови нуклеїнових кислот і дії нуклеотидних коферментів
- ✓ інтерпретувати механізми участі вітамінів в побудові коферментів, що каталізують біохімічні реакції в організмі.

4. Література:

Основна:

- 4.1. Лекційний матеріал.
- 4.2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия, 1985, с. 400-421; 1991, с. 431-456.
- 4.3. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии, под ред. Тюкавкиной Н.А., 1985, с.222-234.
- 4.4. Губський Ю.І. та ін. Біоорганічна хімія, 1997, с. 208-228; 2004, с.320-339.
- 4.5. Рево А.Я. и др.. Малый практикум по органической химии, 1980.

Додаткова:

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

5. Основні питання теми:

- 5.1. Нуклеїнові кислоти: визначення, склад, якісні реакції на складові частини.
- 5.2. Нуклеозиди: склад, будова, номенклатура, тип зв'язку.
- 5.3. Нуклеотиди як складні мономерні одиниці нуклеїнових кислот: склад, будова, типи зв'язків.
- 5.4. Фосфорильовані похідні нуклеотидів, значення АДФ та АТФ. Участь нуклеотидів в будові коферментів.
- 5.4. Нуклеїнові кислоти: РНК та ДНК, склад, типи зв'язків між структурними компонентами. Типи РНК та їх біологічна роль.
- 5.5. Подвійна спіраль ДНК, її особливості. Комплементарні основи.

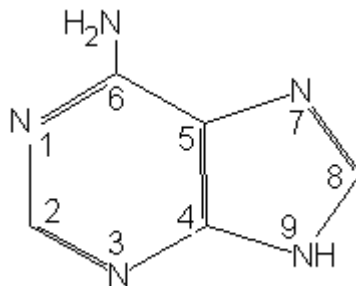
6. Питання для самостійного позааудиторного вивчення:

- 6.1. Якісні реакції на вуглеводний компонент та фосфатну кислоту.
- 6.2. Утворення N-глікозидного та складноефірного зв'язку.
- 6.3. Механізм дії коферменту НАД.

7. Еталони рішення задач:

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

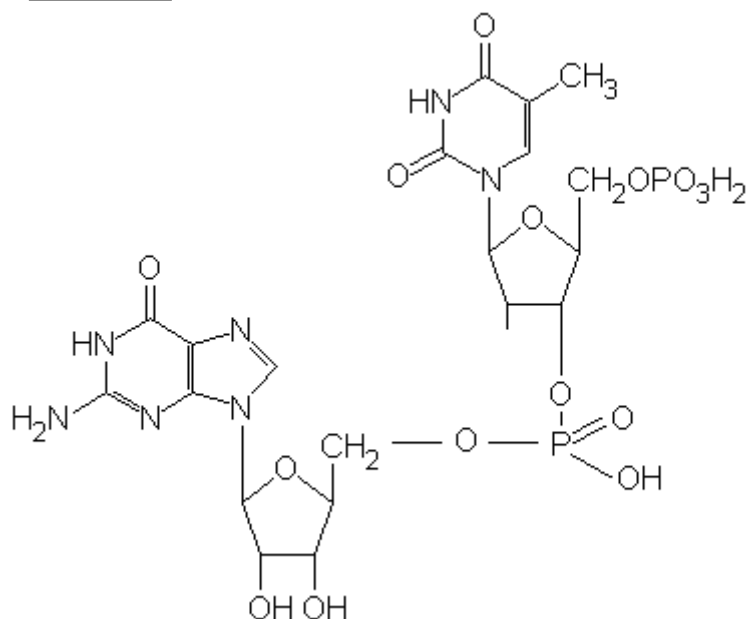
Рішення:



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

- 7.2. Написати будову ділянки ДНК з послідовністю азотистих основ –ТГ.

Рішення.



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

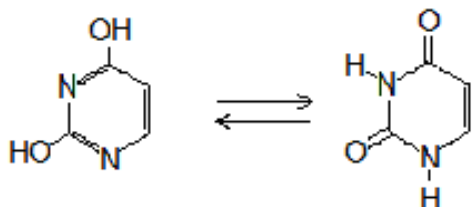
- 8.1 Написати будову цитидину, дезоксигуанозину, показати лактим – лактамну таутомерію.
- 8.2. Написати будову аденілової та тимідилової кислот, вказати типи зв'язків.
- 8.3. Написати будову динуклеотидної ділянки ДНК з послідовністю азотистих основ А - Ц.

9. Приклад тестового контролю:

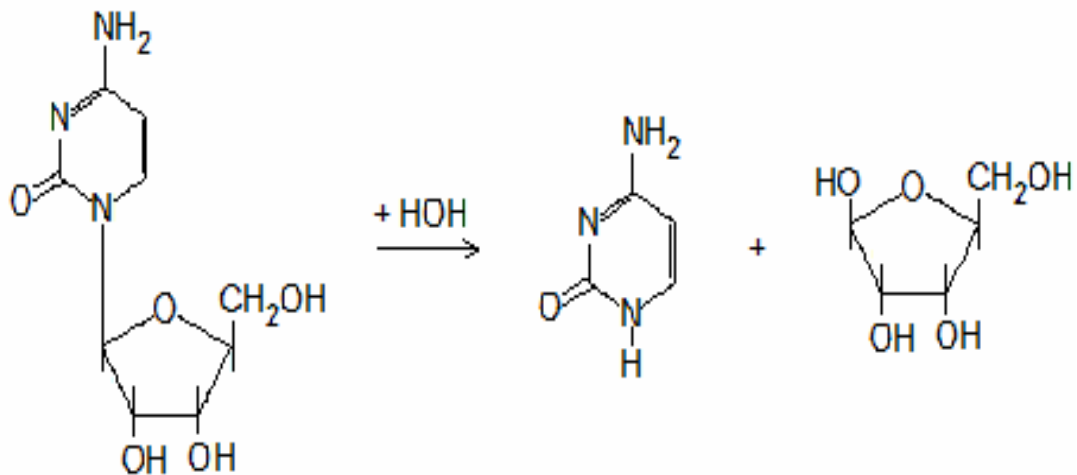
- 9.1. Написати будову лактим – лактамної таутомерних форм урацилу.
- 9.2. Написати рівняння реакції гідролізу цитидину.
- 9.3. Написати будову динуклеотидної ділянки РНК с послідовністю азотистих основ У– Г.

Відповіді.

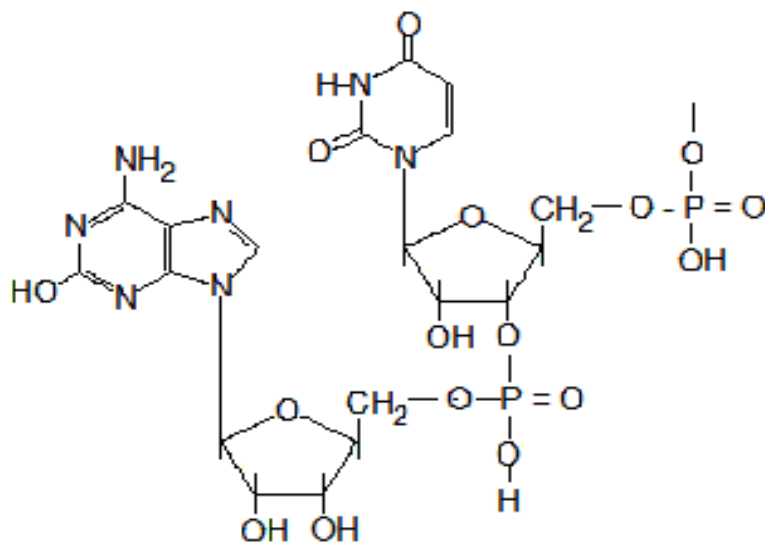
9.1.



9.2.



9.3.



10. Алгоритм лабораторної роботи.

10.1. Проба Троммера на вуглеводний компонент

10.2. Молібденова проба на фосфатну кислоту

10.3. Якісна реакція на азотисті основи (проба Драгендорфа).

11. Методика проведення експерименту.

11.1. Проба Троммера на вуглеводний компонент

В пробірку внести 2 краплі гідролізату дріжджів, додати 6 крапель розчину NaOH та 2 краплі розчину CuSO₄, нагріти. Описати зовнішній ефект, написати рівняння реакції, зробити висновок.

11.2. Молібденова проба на фосфатну кислоту

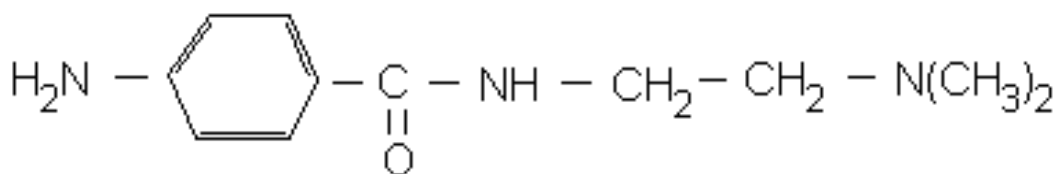
В пробірку внести 5 крапель гідролізату дріжджів, додати 5 крапель молібденового реактиву, кип`ятити декілька хвилин. Описати зовнішній ефект, написати схему реакції, зробити висновок.

11.3. Якісна реакція на азотисті основи (проба Драгендорфа).

.В пробірку внести 5 крапель гідролізату дріжджів, додати 5 крапель реактиву Драгендорфа ($\text{BiI}_3 + \text{KI}$). Описати зовнішній ефект, написати схему реакції, зробити висновки.

**ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ ТА ВИРІШЕННЯ СИТУАЦІЙНИХ ЗАДАЧ З ТЕМИ:
«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БУДОВИ ТА РЕАКЦІЙНОЇ
ЗДАТНОСТІ БІООРГАНІЧНИХ СПОЛУК»**

1. Як відрізнити стеаринову свічку від парафінової ?
2. Як розділити свіжовиготовлену суміш фенолу, оцтової кислоти, бензолу й столового спирту?
3. У трьох пробірках містяться три рідини: бензен, толуен, стирен. Як хімічним способом встановити вміст кожної пробірки?
4. У трьох колбах без етикеток містяться рідини: оцтова кислота, мурашина кислота, пентан. Як хімічним способом встановити вміст кожної колби ?
5. У трьох запаяних ампулах міститься три різні рідини: тетрахлорид вуглецю, октан, брометан . Як, ґрунтуючись на відмінності їхніх хімічних та фізичних властивостей, визначити кожну з цих рідин?
6. У трьох запаяних ампулах є різні гази: бутен – 1, метиламін і ацетамід. Опишіть, як можна визначити, де який газ знаходиться. Наведіть рівняння реакцій.
7. У скляних ампулах міститься п'ять різних рідин: толуен, олеїнова кислота, мурашина кислота, ацетальдегід, метанол. Як можна визначити кожну з цих рідин ?
8. Як із суміші аміаку, метану, пропену і пропіну виділити кожний газ в індивідуальному стані ?
9. Є суміш аніліну, фенолу, бензолу. Як хімічним способом із суміші виділити кожну сполуку в індивідуальному стані ?
10. В біосинтезі кефалінів бере участь коламін (2 – аміноетанол - 1). Покажіть будову, конфігурацію і різні конформації коламіну.
11. Рак сечового міхура викликає дія амінобензолу. Поясніть взаємний вплив аміногрупи і бензенового кільця в молекулі.
12. В клінічній лабораторній діагностиці для визначення білка в біологічних рідинах використовується сульфосаліцілова кислота. Вкажіть вид і знак електронних ефектів замісників в молекулі сульфосаліцілової кислоти.
13. Для лікування аритмії серця застосовується новокаїнамід у вигляді гідрохлориду. Визначте місце протонування в молекулі новокаїнамиду.



14. Висока температура кипіння імідазолу (256⁰C) обумовлена міжмолекулярною асоціацією його молекул за рахунок водневих зв'язків. Чому імідазол може утворювати зв'язки такого типу ?
15. Однією з стадій біосинтезу хлортетрацикліну в грибах є хлорування фенольного фрагменту. Змоделюйте цю реакцію на прикладі хлорування фенолу і поясніть механізм реакції.

ПИТАННЯ ДО МОДУЛЯ 3 БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

1. Класифікація органічних сполук.

Основні принципи міжнародної номенклатури (МН)

2. Просторова будова органічних сполук.

Енантіомерія. Конформаційна ізомерія

3. Електронна будова атома карбону та його хімічних зв'язків.

Супряження та ароматичність у біологічно активних сполуках.

4. Взаємний вплив атомів в молекулах.

Електронні ефекти.

5. Кислотність та основність біоактивних сполук: спиртів, фенолів, амінів. Біологічне значення.

6. Реакційна здатність оксосполук.

Електронна будова оксигрупи в альдегідах та кетонах та механізм нуклеофільного приєднання. Реакції взаємодія альдегідів із спиртами, аміаком та амінами, альдольна конденсація. Якісні реакції на альдегіди (реакції Толленса, Троммера, Фелінга). Біологічне значення та практичне застосування реакцій на альдегіди.

7. Реакційна здатність карбонових кислот та їх похідних.

Електронна будова карбокси-групи та механізм нуклеофільного заміщення. Механізм взаємодії карбонових кислот із спиртами (утворення естерів - складних ефірів); гідроліз естерів в кислому та лужному середовищах; взаємодія галогенангідриді із аміаком (утворення амідів). Тіоефіри, їх роль в організмі людини. Реакції ацилювання за участю ацетил-КоА, схема утворення ацетилхоліну. Естери та амідів в організмі людини.

Ацетилсаліцилова кислота: її властивості, визначення її доброякісності.

8. Вуглеводи.

Моносахариди: глюкоза, галактоза, фруктоза, маноза, рибоза, дезоксирибоза. Будова, ізомерія, хімічні властивості: утворення О- та N-глікозидів, алкілювання, ацилювання оксигруп; якісні реакції.

9. Олігосахариди.

Олігосахариди: сахароза, лактоза, мальтоза, целобіоза. Склад, будова, типи зв'язків, просторова будова, хімічні властивості: утворення О- та N-глікозидів, алкілювання, ацилювання оксигруп; біологічне значення.

10. Полісахариди.

Полісахариди: крохмаль (амілоза, амілопектин), глікоген, декстрини, целюлоза. Склад, будова, типи зв'язків, просторова будова, хімічні властивості, біологічне значення.

11. Амінокислоти як структурні одиниці пептидів та білків.

Склад, будова, ізомерія, хімічні властивості по карбокси- та аміногрупах; кислотно-основні властивості, ІЕС, ІЕТ; якісний та кількісний аналіз. Реакції амінокислот в організмі людини

(декарбоксилування, окислювальне дезамінування, внутрішньо молекулярне дезамінування). Перетворення серину, триптофану в організмі людини.

12. Пептиди та білки:

методи виділення, розділення, очищення, визначення гомогенності білків. Аналіз амінокислотної послідовності пептидів та білків; синтез пептидів та білків (основні етапи).

13. Нуклеїнові кислоти.

Структурні компоненти нуклеїнових кислот, їх будова, хімічні властивості. Нуклеозиди: склад, будова, тип зв'язку, номенклатура. Мононуклеотиди: склад, будова, типи зв'язків, номенклатура.

Нуклеотиди як складова частина коферментів (кофермент-А, НАД, НАДФ).

РНК та ДНК, склад, типи зв'язків. Особливості вторинної структури ДНК та тРНК. Біологічне значення нуклеїнових кислот

АТФ, склад, типи хімічних зв'язків; будова, біологічне значення

14. Омилювані ліпіди.

Жири. Вищі жирні кислоти: насичені та ненасичені, просторова будова ненасичених кислот, хімічні властивості. Триацилгліцериди (жири): склад, будова, хімічні властивості (гідроліз, йодне число, пероксидне окислення, гідрогенізація).

Фосфатидна кислота: склад, будова, типи зв'язків. Фосфогліцериди: склад, будов фосфатидилхоліну, фосфатидилколаміну, фосфатидилсерину, типи зв'язків, біологічне значення.