

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

Тема. ЯКІСНИЙ ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

1. Актуальність теми.

Визначення елементного складу органічних речовин ускладнюється тим, що вони, в основному, мають молекулярну будову. Тому визначенню елементів має передувати їх звільнення із системи ковалентних зв'язків, тобто розклад органічної речовини, у результаті якого утворюється ряд простих неорганічних сполук з йонною будовою.

Першим етапом елементного аналізу органічних сполук є один із способів розкладу речовини, що зазвичай ґрунтується на її окисненні, відновленні або поєднанні цих процесів, що призводить до повної деструкції досліджуваної сполуки. До таких способів належать сплавлення з окисниками, відновлення металами, піроліз, «сухе» (за високих температур) або «мокре» (за наявності сульфатної кислоти) спалювання, нагрівання в інертних газах тощо. Другим етапом – визначення елементного складу речовин, які були утворені в результаті розкладу органічної сполуки. Для цього застосовують звичайні методи аналізу газів і розчинів іонних сполук, як і в неорганічному аналізі.

2. Конкретні цілі:

Сформувати вміння аналізувати елементний склад органічних сполук.

Знати загальний принцип відкриття елементів в органічних сполуках. Насамперед потрібно вміти переконатися в тім, що дана речовина є органічною речовиною, тобто містить вуглець.

Уміння аналізувати певні якісні реакції. Вміти працювати з приладами.

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
Хімія та фізика (шкільний курс)	Знати основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Знати класифікацію органічних сполук. Знати функціональні групи органічних сполук, її види. (Матеріал шкільної програми по хімії).
Українська мова за професійним спрямуванням	Мати досконалі знання рідної мови. Використовувати при фаховому та діловому спілкуванні та при підготовці документів рідну мову.

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття та на занятті.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
Органічна хімія	наука, яка вивчає сполуки Карбону з іншими елементами таблиці Д.І. Менделєєва.
Функціональні групи	атоми або групи атомів, які в молекулах вуглеводнів органічних сполук заміщують атоми Гідрогену.
Номенклатура	це сукупність термінів і система правил, відповідно до яких утворюються назви органічних сполук.

4.2. Теоретичні питання до заняття:

1. Принципи відкриття найбільш поширених елементів у органічних сполуках (C, O, H, N, S, Cl...).
2. Якими способами можна відкрити Карбон і Гідроген в органічній сполуці. Рівняння реакції.
3. Метод Ласена перетворення органічної сполуки для одночасного визначення Нітрогену, Сульфуру, галогену:
 - а) рівняння реакції для визначення Нітрогену ;
 - б) рівняння реакції для визначення Сульфуру ;
 - в) рівняння реакції для визначення галогену.
4. Проба Бейльштейна на галогени.
5. Якісні реакції на π -зв'язки у вуглеводнях. Написати відповідні рівняння.
6. Особливості будови ароматичних систем. Відкриття ароматичних систем.
7. Якими якісними реакціями можна довести наявність оксигрупи ($-\text{OH}$) в спиртах жирного ряду і у фенолах. Рівняння реакцій.

8. Якісні реакції на карбонільну групу ($\begin{array}{c} \text{---C---} \\ || \\ \text{O} \end{array}$). Який тип реакцій лежить в їх основі. Відповідні рівняння реакцій.

9. Природа карбоксильної групи ($\begin{array}{c} \text{---C=O} \\ | \\ \text{O-H} \end{array}$). Якими реакціями можна довести її наявність. Рівняння реакцій.

10. Функціональна група естерів. Реакція омилення – якісна реакція на естери. Рівняння реакції.

Зміст теми:

У тому випадку, якщо є впевненість у чистоті органічної речовини, приступають до його якісного аналізу, тобто досліджують, які елементи входять у його сполуку. У більш рідких випадках проводять якісний аналіз сумішей; при цьому іноді присутність чи відсутність того чи іншого елемента дає можливість зробити якісний висновок, наприклад, чи є в досліджуваній суміші азотисті речовини і т.д.

В органічних речовинах, крім постійної складової частини – вуглецю, найбільше часто містяться водень, кисень, азот, сірка, фосфор і галогени (Cl, Br, I).

Загальний принцип відкриття цих елементів в органічних сполуках полягає в переводі елементів у добре відомі неорганічні сполуки з наступним відкриттям їх за методами неорганічної й аналітичної хімії. Насамперед потрібно переконатися в тім, що дана речовина є органічною речовиною, тобто містить вуглець.

Якісне визначення вуглецю і водню засновано на окиснюванні органічних речовин.

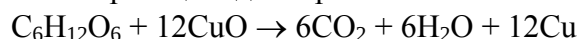
Відкриття Карбону. Найпростішою пробою на вміст Карбону є проба на обвуглювання: досліджувану речовину поміщають у порцеляновий чи платиновий тигель або на платинову пластинку і нагрівають на полум'ї газового пальника. Якщо речовина є органічною, то вона чорніє, обвуглюється, а потім згорає.

Ця проба не завжди здійсненна, тому що деякі органічні речовини дуже леткі при нагріванні.

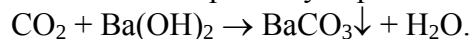
У випадку відкриття атома Карбону в летких сполуках речовину спалюють з оксидом міді. Звичайно при цьому одночасно з Карбоном відкривають і Гідроген.

Відкриття Карбону і Гідрогену. Якщо випробувана речовина містить Карбон і Гідроген, то при спалюванні цієї речовини з оксидом Купруму (II) CuO утворюється оксид Карбону (IV), водяні пари та оксид купруму відновлюється до металеві міді.

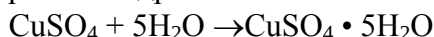
Так, при спалюванні глюкози реакція йде по рівнянню:



Окис Карбону (IV), що утворився, можна відкрити, якщо пропустити продукти горіння через баритову воду, виділиться осад карбонату барію BaCO_3 :

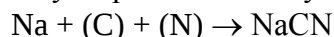


Воду, що утворилася, можна знайти за посинінням прожареного (білого) сульфату Купруму, який з водою дає синій кристалогідрат:



Відкриття Нітрогену. Найпростішою ознакою вмісту Нітрогену в органічній речовині є наступна: при спалюванні багатьох нітрогеновмісних речовин відчувається запах паленого волосся (чи рога).

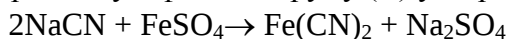
Більш чутливою є реакція Лассеня, при якій речовину сплавляють у сухій пробірці з невеликим шматочком металевого натрію (чи калію). Якщо в речовині міститься Нітроген, то він з'єднується з Карбоном і Натрієм з утворенням ціаніду натрію *:



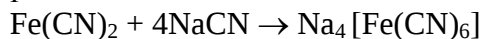
* Хімічні символи Карбону й Нітрогену ми взяли в дужки, щоб показати, що вони знаходяться у зв'язаному стані в органічній речовині.

Розжарену пробірку опускають у склянку з невеликою кількістю води. Пробірка лопається (чи її розбивають), і сплав розчиняється у воді. Рідину переливають (якщо потрібно — відфільтровують) в іншу пробірку і ціанід натрій, який міститься в розчині, переводять у речовину синього кольору - «берлінську лазур». Для цього до розчину додають декілька крапель розчинів сульфату Феруму (II) FeSO_4 і хлориду Феруму (III) FeCl_3 , підкислюють хлоридною кислотою: якщо у випробуваній речовині міститься Нітроген, то утвориться берлінська лазур – рідина забарвлюється в синій колір, при стоянні берлінська лазур осідає на дно пробірки.

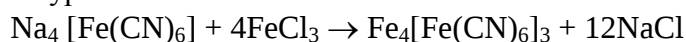
При взаємодії ціаніду натрію із сульфатом Феруму (II) утвориться ціанід Феруму:



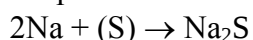
Ціанід Феруму, реагуючи з надлишком ціаніду Натрію, перетворюється у комплексну сіль – залізистосинеродистий натрій:



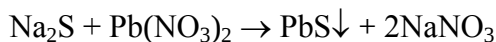
Залізистосинеродистий Натрій із хлоридом Феруму дає залізистосинеродистий Ферум, тобто берлінську лазур:



Відкриття Сульфуру. Досліджувану речовину сплавляють у сухій пробірці зі шматочком металевого натрію. Якщо в речовині міститься Сульфур, то він з'єднується з натрієм, при цьому утворюється сульфід Натрію:



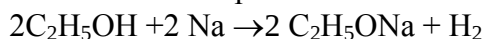
Гарячу пробірку вносять у склянку з невеликою кількістю води, розбивають її і розчин, який містить сульфід Натрію, відфільтровують. При додаванні до відфільтрованого розчину розчинної солі свинцю, наприклад, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ чи $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, випадає чорно-бурий осад сульфиду Плюмбуму:



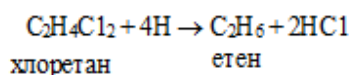
Відкриття галогенів. Атоми галогенів у молекулах органічних речовин звичайно містяться у зв'язаному стані, не відщеплюються у вигляді йонів і тому їх не можна відкрити безпосередньою дією розчину нітрату Аргентуму.

Щоб відкрити галогени в органічних сполуках, потрібно спочатку перевести їх в іонний стан. Для цього на аналізовану речовину діють воднем у момент виділення.

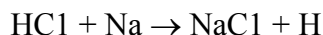
Досліджувану речовину, наприклад 1,2-дихлоретан $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, розчиняють у спирті і додають шматочок металевого натрію. Натрій розчиняється в спирті, при цьому витісняє з його молекул водень і утворюється алкогольнат натрію:



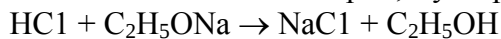
Водень, що виділяється в активному стані, діє на галогеновмісну речовину, наприклад 1,2-дихлоретан $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, замінюючи в його молекулі атоми галогену; інші атоми Гідрогену з'єднуються з галогеном і утворюють галогеноводень, у даному випадку - хлорид Гідрогену:



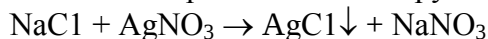
Хлорид водню у міру свого утворення реагує з надлишком металевого натрію, утворюючи хлорид натрію:



Хлорид Гідрогену реагує також з алкоголем натрію, з утворенням хлориду Натрію:



Рідину підкислюють нітратною кислотою і додають розчин Аргентум нітрату. Якщо у речовині містився галоген, то випадає осад. При наявності хлору осад буде мати білий колір:



При наявності бромів випадає жовтувато-білий осад AgBr ; при наявності йоду — жовтий осад AgI .

Для відкриття галогену часто користуються й іншими методами. Прожарену мідну петлю, покриту оксидом Купруму (II) і яка вже не забарвлює полум'я пальника, занурюють у досліджувану речовину і потім знову прожарюють. Якщо в цій речовині міститься галоген, то при прожарюванні і згорянні речовини галоген з оксидом Купруму (II) дасть відповідну мідну сіль (наприклад, CuCl_2). Випаровуючись, ця сіль забарвить полум'я пальника в зелений колір (проба Бейльштейна).

Відкриття фосфору. Для відкриття Фосфору речовину сплавляють з нітратом Калію. При цьому фосфор перетворюється в солі фосфорної кислоти. Йони останньої можна потім відкрити звичайними методами неорганічного аналізу, наприклад, за допомогою розчину молібдату амонію.

Оксиген не можна відкрити досить зручними якісними реакціями, і звичайно про наявність його судять за даними кількісного аналізу: якщо вміст інших елементів (наприклад, S, H, N) у сумі складає 100%, то кисню випробувана речовина не містить. Якщо ж сума відсоткового вмісту інших елементів не виходить рівної 100, то речовина містить кисень.

Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю:

- I. Утворення якого осаду вказує на присутність Нітрогену в сполучі:
 - 1- берлінської лазурі;
 - 2- Купрум (II) гідроксид;
 - 3- Кальцій карбонат;
 - 4- Барій сульфат.
- II. Поява темно-коричневого осаду $\text{PbS} \downarrow$ свідчить про наявність в сполучі:
 - 1- Плюмбуму;
 - 2- Сульфур;
 - 3- Карбону;
 - 4- Гідрогену.
- III. Який метод використовують для одночасного визначення азоту, сірки, галогену:
 - 1- Гофмана;
 - 2- Ласена;
 - 3- карбідний;
 - 4- Коновалова.
- IV. На наявність якого елемента вказує кіптяве полум'я органічної сполуки:
 - 1- Карбону;
 - 2- Гідрогену;
 - 3- фосфору;
 - 4- Сульфур.
- V. Для виявлення галогенів використовують:
 - 1- пробу Саліванова;
 - 2- пробу Бейльштейна;

- 3- метод Гофмана;
- 4- метод Ласена.

Література:

Основна:

1. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Грищенко І.С. Органічна хімія: у 3 кн. Харків: Основа, 1997. Кн. 1. 145 с.; Кн. 2. 480 с.; Кн. 3. 256 с.
2. Іващенко О.Д., Копанцева Л.М. Органічна хімія : навч.посіб. [для здобувачів І рівня освіти ОПП «Фармація»] – Полтава : ПДМУ, 2023. -192 с.
3. Музиченко В.П., Луцевич Д.Д., Яворська Л.П. Медична хімія : Підручник для мед. ВНЗ І-ІІІ р.а. –3-тє вид. випр. Затверджено МОЗ / за ред. Б.С. Зіменковського. – К., 2018. – 496 с., тв. пал.
4. Органічна хімія : Навч. посіб. для мед. ВНЗ І-ІІІ р.а. –2-ге вид., випр. Рекомендовано МОЗ / Бойчук І.Д., Зубрицька Л.О. – К., 2013. – 240 с.
5. Порецький А.В., Баннікова-Безродна О.В., Філіппова Л.В. Медична хімія : Підручник. – К.: ВСВ «Медицина», 2012. –384 с.

Інформаційні ресурси:

1. <https://med-chemistry.pdmu.edu.ua/>
2. <https://www.pdmu.edu.ua/>.
3. <https://www.umsa.edu.ua/fakultets/foreign-students/kafedry/med-him/navchalni-materiali-med-him>

(Веб-сторінка Полтавський державний медичний університет).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Якісний елементний аналіз органічних сполук

Дослід 1. Визначення органічної речовини пробою на обвуглювання

Прилади та реактиви: фарфорові чашки, органічна речовина (борошно, цукор, крохмаль), неорганічної речовини (кухонна сіль).

Дослід проводити у витяжній шафі! У фарфорову чашку помістити близько 0,1 г органічної речовини (борошно, цукор, крохмаль тощо), в іншу чашку — таку ж кількість неорганічної речовини (кухонна сіль). Обидві чашки поставити на електроплитку і прожарити.

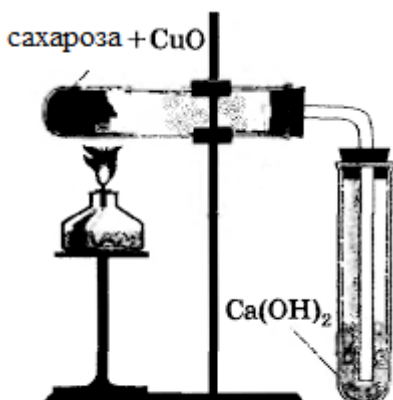
Спостереження.

Висновки.

Дослід 2. Виявлення Карбону і Гідрогену у досліджуваній речовині.

Прилади та реактиви: штатив з пробірками, пробірка з газовідвідною трубкою, спиртівка, купрум(II) оксид, вапняна вода ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), досліджувана органічна речовина (сахароза).

Принцип методу. Для виявлення Карбону і Гідрогену досліджувану органічну речовину прожарюють у пробірці з купрум(II) оксидом. Наявний у речовині Карбон перетворюється у CO_2 , а Гідроген — у H_2O . Купрум(II) оксид, окиснюючи органічну речовину, відновлюється до металеві міді.



На папірці або чистому склі приготувати суміш 0,3 - 0,2 г досліджуваної речовини (сахароза) з 1-2 г порошком купрум (II) оксид. Приготовлену суміш перенесіть у пробірку з газовідвідною трубкою. Газовідвідну трубку опустіть у пробірку з вапняною або баритовою водою, суміш нагрійте.

Який можна зробити висновок?

Спостереження.

Висновки.

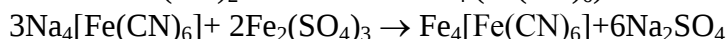
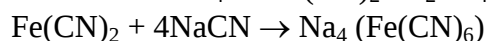
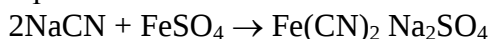
Дослід 3. Відкриття Нітрогену і Сульфору.

Прилади та реактиви: лійка, фільтри, тіосечовина, $\text{Na}_{\text{мет.}}$, розчини: FeSO_4 , HCl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, NaOH

У суху пробірку помістити декілька кристалів тіосечовини і невеличкий шматочок металевого натрію. Суміш нагрійте до червоного розжарювання (витяжна шафа). В остиглу пробірку внесіть декілька крапель етилового спирту для видалення залишків натрію. Додайте 4-5 мл дистильованої води, нагрійте до розчинення плаву. Потім нагрійте рідину в пробірці і профільтруйте.

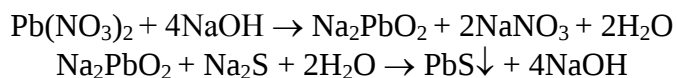
а) *Відкриття Нітрогену.*

Помістити в пробірку 1 мл фільтрату, додати маленький кристалик ферум (II) сульфату (залізного купоросу) і прокип'ятити протягом декілька хвилин. Одержану суміш охолодити і підкислити хлоридною кислотою. Утворення синього осаду берлінської лазури вказує на присутність Нітрогену в речовині:



б) Виявлення Сульфуру.

До 0,5 мл розчину плюмбуму (II) нітрату по краплях додати розчин гідроксиду натрію до розчинення осаду, що спочатку випав, $\text{Pb}(\text{OH})_2$. До отриманого розчину долити 0,3-0,5 мл досліджуваного фільтрату. Поява осаду або темно-коричневої кольору розчину вказує на присутність Сульфуру в речовині.



Спостереження. Висновки.

Дослід 4. Відкриття галогенів (Проба Бельштейна на галогени)

Прилади та реактиви: мідний дротик спиртівка, досліджувана органічна речовина (CHCl_3).

Принцип методу. У процесі прожарення органічної речовини, яка містить галогени, у присутності купрум(II) оксид утворюються леткі солі речовини з Купрумом, пари яких забарвлюють полум'я у зелений колір.

Кінець мідного дроту розжарити, потім занурити його у пробірку з досліджуваною речовиною і внести у полум'я. Полум'я забарвлюється в зелений колір. Яка речовина дає зелений колір полум'я?

