

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО

КАФЕДРА БІОЛОГІЧНОЇ ТА ЗАГАЛЬНОЇ ХІМІЇ

**РОБОЧИЙ ЗОШИТ
ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ
СТАЦІОНАРНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**

Студента _____ курсу _____ групи

ЛЬВІВ — 2024 р.

Робочий зошит для виконання
лабораторних робіт з дисципліни
«Органічна хімія» затверджено на
засіданні методичної комісії
протокол №_від_____2024 р.

Укладачі: Грабовський С.С., Коритко О.О., Мотько Н.Р.

Відповідальний за випуск — доктор біологічних наук,
професор Грабовський С.С.

Рецензент:

Гавриляк В. В. — професор, с.н.с., д.б.н. кафедри технології
біологічно активних сполук фармації та біотехнології
Національного університету «Львівська політехніка».

Викладач, який веде лабораторні заняття _____

Рейтинг студента: Оцінка за лабораторні заняття _____

ПЕРЕДМОВА

Робочий зошит для виконання лабораторних робіт з курсу органічної хімії складений на основі навчальних програм для підготовки студентів вищих аграрних закладів освіти III–IV рівнів акредитації: «Харчові технології»: — технологія зберігання, консервування та переробки м'яса; — технологія зберігання, консервування та переробки молока; — технологія жирів і жирозамінників; а також для спеціальності: «Ветеринарна медицина» і «Ветеринарна гігієна, санітарія та експертиза»; «Технологія виробництва та переробки продуктів тваринництва», «Водні біоресурси», «Біотехнологія».

Мета робочого зошита — ознайомити студентів з правилами роботи у хімічній лабораторії, допомогти отримати навички проведення хімічних аналізів при дослідженні властивостей органічних речовин, ознайомитись з методами хімічного синтезу. Важливим є сформулювати системні знання студентів про закономірності основних класів органічних сполук у зв'язку з їх будовою та хімічною активністю, а також допомогти засвоїти теоретичний матеріал, здобутий на лекціях та у процесі самостійної роботи. Самостійне виконання лабораторних робіт допомагає студентам ознайомитись на практиці з властивостями та методами одержання органічних сполук різних класів, зрозуміти суть хімічних явищ і на основі спостережень робити правильні теоретичні висновки.

Робочий зошит включає матеріал з 12 тем з курсу органічної хімії, виклад методик проведення дослідів, для виконання яких нема потреби у складній апаратурі, дефіцитних матеріалах та реактивах, що передбачає проведення індивідуальних досліджень кожним студентом. У кінці кожної теми є питання для самопідготовки, які студенти зобов'язані виконувати перед тим, як приступити до виконання лабораторної роботи. У кінці робочого зошита подано список літератури, користуючись якою студенти можуть доповнювати і розширювати свої знання при вивченні органічної хімії, а також перелік екзаменаційних питань.

Дата «___» _____ 20__ р.

ТЕМА 1. ПРАВИЛА РОБОТИ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ У ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Перед тим, як приступити до роботи у хімічній лабораторії, необхідно вивчити інструкції з техніки безпеки, протипожежної безпеки та заходів першої допомоги у разі нещасних випадків.

До виконання дослідів допускають студентів, які пройшли вступний інструктаж з питань охорони праці і підписалися в журналі з техніки безпеки.

Адже органічні речовини та реактиви для їх отримання бувають токсичні, вогне- та вибухонебезпечні. Працюючи в лабораторії, необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки й охорони праці.

Організація роботи у хімічній лабораторії

1. До лабораторного заняття студент повинен самостійно підготуватися за теоретичним лекційним матеріалом та контрольними питаннями для самопідготовки, які рекомендовані до кожної теми, детально ознайомитися з методичною розробкою, де описані зміст і техніка виконання дослідів.

2. Виконання експериментальної частини розпочинати лише після ретельного ознайомлення з приладами, хімічним посудом та устаткуванням (електронагрівальні і газові прилади), хімічними, фізичними та токсикологічними властивостями реагентів і розчинників, отримавши дозвіл викладача.

3. Під час роботи в лабораторії потрібно дотримуватися тиші, чистоти і порядку на своєму робочому місці та в лабораторії.

4. Працювати одному в лабораторії категорично заборонено, оскільки у разі нещасного випадку неможливо буде надати допомогу та ліквідувати наслідки аварійної ситуації. Починати роботу треба тільки в присутності викладача або лаборанта, отримавши від них дозвіл.

5. На заняттях обов'язково використовувати спецодяг (халат), а за необхідності — гумові рукавички, захисні окуляри тощо.

4. Мати постійне робоче місце, яке необхідно тримати у чистоті і на якому не повинно бути сторонніх предметів.

5. У лабораторії *забороняється* їсти, пити і курити.

6. Перед виконанням дослідів необхідно переконатись у наявності необхідних реактивів, посуду, пристроїв.

7. Розчини реактивів відміряти або відливати обережно (не розливати) у вказаній кількості, сипучі реактиви відбирати сухими шпателями. *Не дозволяється* повертати надлишки реактивів у хімічний посуд, звідки вони взяті, щоб не спричинити забруднення і непридатність реактивів для роботи.

8. Виявляти запах речовин і нюхати газу треба обережно, направляючи пари газу помахом руки в бік обличчя. *Категорично заборонено* пробувати реактиви на смак.

9. Під час роботи з металічним натрієм необхідно слідкувати, щоб поблизу не виявилось навіть незначних кількостей води, при контакті з якою можливий вибух. Перед використанням шматочки натрію, які зберігаються під шаром гасу або вазелінової олії, слід «обсушити» між листками фільтрувального паперу.

Класти шматочки натрію можна лише у суху пробірку. Дрібні залишки натрію в реакційній пробірці треба знищити, розчинивши їх у спирті.

10. Закінчивши роботу, треба виключити газ, злити з пробірок відпрацьовані розчини до відповідного посуду, помити використаний посуд і прибрати робочемісце.

11. Категорично заборонено залишати будь-який діючий прилад без нагляду.

Заходи безпеки під час роботи з пробірками

Для дослідів потрібно використовувати тільки сухі, не тріснуті пробірки. Щоб нагрівати реагуючі суміші у пробірках, останні заповнюють до 1/4 об'єму. Нагрівати слід поступово, не допускати перегрівання суміші, безперервно обережно збовтуючи під витяжною шафою у нахиленому положенні (тоді бризки рідини будуть вдарятись у стінки пробірки і не будуть вилітати назовні). Часто відбувається викид рідини з пробірки під час її нагрівання на вогні. Щоб уникнути попадання крапель рідини, особливо в очі, отвір пробірки слід направляти від себе та сусідів.

Заборонено нахилятися близько до приладу, де нагрівають або перемішують хімічні речовини.

Під час роботи з газовідною трубкою слідкують, щоб її кінець знаходився у рідині, через яку пропускають газ. Після завершення дослідів для запобігання засмоктування рідини через газовідну трубку спочатку слід вийняти кінець трубки з рідини і тільки тоді нагрівання суміші припинити.

Заходи безпеки під час роботи з легкозаймистими речовинами (ЛЗР)

Органічні речовини горючі, деякі з них легко спалахують, тому працювати з ними треба акуратно і обережно. Нагрівати ЛЗР потрібно на водяній бані. Всі роботи з ЛЗР виконувати подалі від відкритого полум'я та включених нагрівальних пристроїв.

Заходи безпеки під час роботи з кислотами і лугами

Усі роботи з концентрованими кислотами і лугами проводити тільки у витяжній шафі.

Розводити концентровані кислоти можна лише у вогнетривкому посуді доливанням **кислот до води!!!**, а не навпаки. Розчини їдких лугів готують поступовим додаванням до води невеликих шматочків лугу, які беруть пінцетом.

Заходи безпеки під час виникнення пожежі

Під час виникнення пожежі в лабораторії необхідно швидко, рішуче і спокійно зробити наступне:

а) при загорянні речовини у посуді – вимкнути газ, припинити доливання рідини або пропускання газів і накрити шматком азбесту чи рушником;

б) якщо розлита органічна рідина загорілась на столі або підлозі, то місце пожежі засипати піском (залити водою або задувати полум'я не дозволяється);

в) потерпілого, на якому зайнявся одяг, потрібно швидко окутати повстяною ковдрою або халатом;

г) якщо загорілися дерев'яні предмети - гасити водою або вогнегасником.

Якщо пожежонебезпечну ситуацію неможливо ліквідувати самотійно, то

треба **швидко й організовано** залишити лабораторію, викликати пожежну охорону, а також сприяти боротьбі з вогнем до прибуття пожежної охорони наявними засобами пожежогасіння. Потерпілих треба надати першу медичну допомогу, а в разі необхідності викликати швидко медичну допомогу,

Перша допомога при нещасних випадках

На робочому місці надається перша долікарська допомога у випадку, якщо трапились опіки, порізи, інгаляційні пошкодження парами токсичних речовин, пошкодження електричним струмом.

1. У разі *термічних* опіків шкіри зробити наступні кроки в такій послідовності: очистити місце опіку від обгорілого одягу, після чого обробити обпечене місце спиртом або 5 %-м розчином таніну в 40 %-му спирті. Тоді змазати засобами від опіків або відповідним аерозолем, а якщо їх немає, то змочити опік розчином KMnO_4 та накласти стерильний тампон.

2. При *хімічних* опіках спричинених кислотами чи лугами, необхідно здійснити такі дії:

2.1. При потраплянні **концентрованої кислоти** уражені ділянки шкіри спочатку протирають ватою, швидко змивають водою, а тоді промивають слабким розчином 2-5 %- м розчином (NaHCO_3) для нейтралізації кислоти і змазують водним розчином гліцерину.

Якщо краплі кислоти потрапили *в очі*, слід очі ретельно промити водою, обробити тампоном, змоченим насиченим розчином соди (NaHCO_3) і знову водою. Далі постраждалого слід відправити до лікаря.

2.2. При потраплянні **їдкого лугу** уражені ділянки шкіри відразу витирають сухою ватою і старанно промивають водою, а потім 5%-ним розчином оцтової кислоти (для нейтралізації лугу) і знову водою.

При потраплянні *в очі* їдкою лугу їх промивають великою кількістю води, потім тампоном, змоченим 2% розчином борної кислоти і знову водою. Потерпілого слід негайно відправити до лікаря.

У випадку порізів склом – видалити пінцетом відламки скла, промити рану 3 %-м розчином перекису водню, змазати навколо порізу 5 %-м розчином йоду, накласти стерильну пов'язку. Якщо сильна кровотеча – необхідно накласти джгут, прикріпивши записку із зазначенням часу його накладання. При пораненні пальців після обробки рани слід надіти на неї гумовий напальчник.

Заняття вважається зарахованим тоді, коли студент здав теоретичну частину теми, виконав досліди, вмів їх пояснити та заповнив протокол.

Підпис студента, який ознайомився з правилами техніки безпеки _____

Підпис викладача, який провів інструктаж з техніки безпеки _____

ТЕМА 2. ОЧИЩЕННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН І ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ КОНСТАНТ.

Для вивчення якісного та кількісного складу будь-якої органічної речовини її попередньо слід виділити в чистому вигляді. Саме одержання чистої речовини є метою органічного синтезу.

Органічні реакції часто супроводжуються побічними процесами, тому реакційні суміші містять залишки вихідних речовин та продуктів прямих і побічних реакцій. Це ще більшою мірою стосується виділення цінних речовин із вторинної промислової сировини (відходів промислових підприємств) з метою їх подальшого використання.

Знання загальних методів виділення та очищення органічних сполук є необхідною умовою при виконанні лабораторних робіт. Продукти органічного синтезу виділяють із розчинів, суспензій та твердих сумішей. Методи виділення й очищення залежать від фізичних і хімічних властивостей органічних речовин.

Здавна відомими методами очищення твердих речовин є перекристалізація з відповідних розчинників, сублімація, екстрагування, адсорбція, перегонка або дистиляція (звичайна, фракційна, перегонка з водяною парою, перегонка у вакуумі). До сучасних методів очищення належать електрофорез, гель-фільтрація, різні види хроматографії (паперова, тонкошарова, газорідина), яка ґрунтується на різниці в адсорбційних властивостях речовин.

Ступінь чистоти органічної речовини переважно встановлюють, вимірюючи її фізичні константи, найчастіше густину, коефіцієнт заломлення (рефракцію), температуру плавлення, температуру кипіння, питому вагу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дата «___» _____ 20__ р.

Дослід 1. Очищення бензойної кислоти методом перекристалізації.

Метод перекристалізації застосовується для розділення твердих сумішей, а також для очищення речовин від різних домішок. Цей спосіб ґрунтується на різній розчинності речовини у певному розчиннику за різних температур: без нагрівання та при нагріванні до температури кипіння розчинника.

У цьому методі важливим моментом є правильний вибір розчинника. До розчинника висувають ряд вимог:

- значна різниця між розчинністю речовини у певному розчиннику за кімнатної температури та при нагріванні;
- розчинник повинен розчиняти при нагріванні лише речовину і не розчиняти домішки;
- розчинник повинен бути індиферентним як до речовини, так і до домішок;
- температура кипіння розчинника повинна бути нижчою за температуру плавлення речовини на 10 – 15 °С, інакше при охолодженні розчину речовина виділиться не у кристалічній формі, а у вигляді масла.

Свідченням чистоти кристалічної речовини може служити стабільність її температури плавлення після декількаразової перекристалізації (перекристалізація до постійної температури топлення).

Матеріали, посуд, реактиви: бензойна кислота — 2 г, активоване вугілля - 0,04 г, фільтр паперовий, лійка Бюхнера, пробірки - 2 шт., лійка.

Хід роботи. В пробірку вносять 50-100 мг бензойної кислоти, яка забруднена активованим вугіллям, і розчиняють у 5-6 мл гарячої води. Одержаний гарячий розчин фільтрують в іншу пробірку, куди вставлена лійка зі складчастим фільтром. При фільтруванні нерозчинні домішки залишаються на фільтрі. З отриманого чистого фільтрату при повільному охолодженні утворюються кристали бензойної кислоти, які відокремлюють від маточного розчину шляхом фільтрування через лійку Бюхнера. Утворені кристали висушують на фільтрувальному папері на повітрі, після чого отриманий препарат використовують для визначення температури плавлення. Якщо виміряна температура плавлення не відповідає температурі плавлення чистого препарату, то перекристалізацію повторюють. Бензойна кислота вважається очищеною, якщо її температура плавлення, виміряна після кожної наступної операції, залишається постійною і близькою до температури плавлення чистого препарату.

*Основні спостереження в експерименті*_____

*Висновки*_____

Дослід 2. Екстракція.

2.1. Екстракція гідрокінону із водного розчину

Метод екстракції належить до методів фазового розділення речовин. Екстракція – процес вилучення одного або кількох компонентів з розчинів або з твердих сумішей за допомогою вибірових розчинників (екстрагентів). *Суть екстракції полягає в тому, що речовина може по різному розчинятися в двох рідинах, які не змішуються між собою.* Найчастіше однією рідиною є вода або водний розчин, іншою рідиною - органічний розчинник (або суміш органічних розчинників), який не змішується з водою. Між цими двома рідинами є чітко виражена межа поділу. В переважній більшості випадків екстракцію виконують у ділильній лійці, інтенсивно струшуючи водний розчин із органічним розчинником (рис.3.6). Суміш в лійці витримують до повного розділення водної та органічної фази, і надалі їх розділяють. При цьому органічна речовина, як правило, переходить з водного шару в шар органічного розчинника.

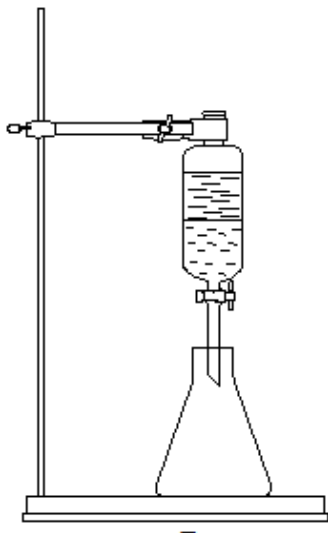


Рисунок 3.6 – Установка для вилучення речовин екстракцією

Матеріали, посуд, реактиви: 5%-ний розчин гідрохінону, діетиловий етер, годинникове скло, ділильна лійка, установка для вилучення речовин екстракцією.

Хід роботи. У ділильну лійку місткістю 50 мл вносять 10-15 мл 5%-ного водного розчину гідрохінону і 5-10 мл етеру. Лійку закривають корком та інтенсивно струшують впродовж 2-3 хвилин, періодично на короткий час відкриваючи кран для випускання парів етеру. Потім лійку ставлять в кільце штатива і залишають на деякий час для повного чіткого розділення водного та етерного шарів. Після цього відкривають ділильну лійку та, повернувши кран, повільно випускають водний шар в одну колбочку, а етерний - в іншу. Для перевірки наявності гідрохінону в етерній витяжці беруть два годинникових скельця. На одне з них поміщають декілька крапель чистого етеру, а на інше - декілька крапель етерної витяжки. Після випаровування етеру скельце, де був етер, залишається чистим, а на скельці, де була етерна витяжка, залишається пляма (гідрохінон). Примітка: залишок етерної витяжки здають лаборанту.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

2.2. Екстрагування (екстракція) калію в калій йодиді і хлороформі.

Матеріали, посуд, реактиви: розчин йоду в калій йодиді (I_2 в KI), хлороформ ($CHCl_3$), ділильна лійка на 100 мл, установка для вилучення речовин екстракцією.

Хід роботи. У ділильну лійку місткістю 100 мл внести ~ 30 мл розчину йоду в калій йодиді, а тоді додати 10 мл хлороформу. Закрити лійку корком та енергійно струсити, намагаючись, щоб рідини змішалися. Перевернути лійку краном догори й обережно відкрити його, бо таким чином відбувається вирівнювання тиску. Струшування повторити декілька разів. Упродовж процесу екстракції йод переходить до шару хлороформу.

Закріпити лійку у штатив і дати суміші повністю відстоятися. Після чіткого розділення шарів нижній шар злити через кран, а верхній, що залишився в лійці (розчин йоду в хлороформі), вилити крізь верхній отвір до сухої колби.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 3. Сублімація нафталену.

Сублімація - це явище, при якому нагрівання твердих речовин призводить до їх переходу в газоподібний стан. Тверда речовина не плавиться (тобто не утворюється рідка фаза), а відразу переходить в газоподібний стан. Цей метод інколи використовують для очищення твердих речовин. Для цього забруднену речовину нагрівають і надалі її конденсують при охолодженні утворених парів. Органічні речовини необхідно нагрівати дуже обережно, оскільки навіть незначне перегрівання може привести до їх швидкого обвуглення. Цей метод дає добрі результати при очищенні хінонів, вуглеводнів, органічних кислот.

Матеріали, посуд, реактиви: нафтален, фарфорова чашка, вата, скляна лійка.

Хід роботи. У фарфорову чашку поміщають 0,5-1г нафталену і накривають її скляною лійкою, отвір якої заповнений ватою. Чашку поміщають на азбестову сітку і обережно нагрівають. Коли почнеться випаровування (сублімація) нафталену, нагрівання припиняють. Після охолодження на стінках лійки видно кристали нафталену, а домішки залишаються на дні чашки.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 4. Визначення температури кипіння тетрахлорметану (чотирихлористого вуглецю).

Температура кипіння, тобто температура, при якій показники термометра не змінюються, встановлюються на однаковому рівні - важлива фізична константа органічних речовин, за якою можна ідентифікувати органічну речовину і судити про її чистоту.

Матеріали, посуд, реактиви: пемза, термометр, пробірки - 1 шт., тетрахлорметан - CCl_4 .

Хід роботи. У широку пробірку наливають 2-3 мл чотирихлористого вуглецю, поміщають декілька шматочків пемзи і встановлюють термометр за допомогою корка, який має виріз навпроти шкали. Термометр встановлюють так, щоб його ртутна кулька була вище за рідину на 4-5 см і не торкалась стінок пробірки. Пробірку прикріплюють похило у штативі і обережно нагрівають на повільному вогні до рівномірного кипіння так, щоб температура піднімалась не більше, ніж на 2°C за хвилину. Відмічають температуру кипіння досліджуваної

речовини.

Дослід 5. Перегонка за атмосферного тиску.

Метод перегонки застосовується для очищення і розділення суміші рідин, які відрізняються за температурами кипіння. Цей метод доцільний лише в тому випадку, коли речовина, яку переганяють, є стійкою до нагрівання і практично не розкладається при температурі кипіння.

Перегонка – це процес, який включає часткове випаровування суміші і подальшу конденсацію утвореної пари. Внаслідок конденсації пари одержують рідину, склад якої відрізняється від складу вихідної суміші. Розділення рідин перегонкою ґрунтується на різній леткості компонентів суміші за однієї температури. Деякі сполуки утворюють суміші, при перегонці яких склад пари не відрізняється від складу рідини, тобто ці суміші киплять при однаковій температурі, а значить стають нероздільними (азеотропні).

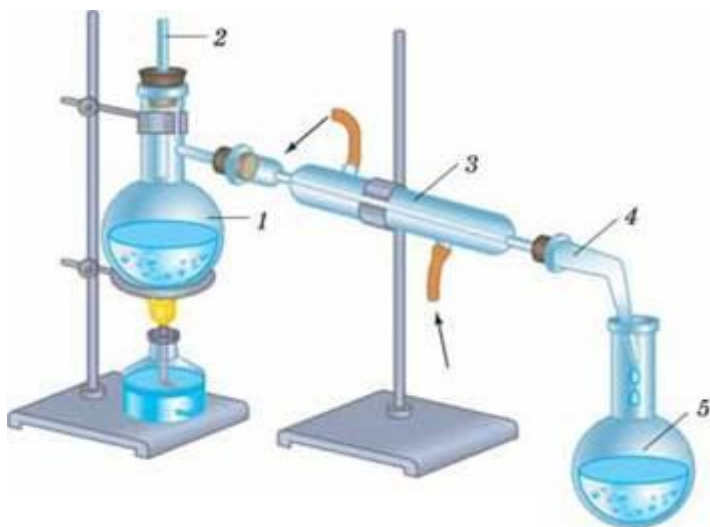
Перегонку при атмосферному тиску доцільно застосовувати для рідин із температурою кипіння від 40 до 150 °С, оскільки за температури понад 150 °С більшість органічних сполук розкладаються, а інші – з температурами кипіння нижче 40 °С, переганяються зі значними втратами.

Рідина починає кипіти, коли тиск пари дорівнюватиме атмосферному тиску. За цих умов температура рідини більше не підвищується. При подальшому нагріванні киплячої рідини підвищується швидкість пароутворення.

Температура кипіння рідини – це температура, за якої тиск пари рідини в кожній точці над її поверхнею дорівнює атмосферному.

Для перегонки чистої речовини при атмосферному тиску застосовується установка для перегонки (рис. 2.2), яка складається з колби Вюрца (1), термометра (2), похилого холодильника (3), алонжа (4) та приймача (5).

Хід роботи. У колбу Вюрца приладу для перегонки на 1/2 об'єму налити рідини, кинути 2–3 кип'ятільних камінці, закрити колбу пробкою з термометром і розпочати нагрівання. Початком перегонки вважати момент надходження до приймача перших крапель дистиляту. У цей самий момент зазначити й записати температуру кипіння $T_{\text{кип.}}$ рідини.



Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки:

1. Пригадати, які речовини належать до органічних
2. Ознайомитися з методами виділення та очищення органічних сполук і показниками їх чистоти.
3. З якою метою проводять очищення органічних речовин?
4. Перелічити методи, якими можна виділити і очистити органічну речовину.
5. Для розділення яких сумішей органічних речовин застосовуються методи кристалізації, екстрагування та перегонки?
6. На чому ґрунтується розділення речовин способами кристалізації, екстрагування та перегонки?
7. Назвати і описати фізичні константи, які є показниками чистоти органічних речовин.
8. Пояснити суть методів очищення органічних речовин:
9. Перекристалізація
10. Сублімація
11. Фракційна перегонка
12. Яка перегонка захищає органічні речовини від розкладу шляхом зменшення температури кипіння речовин?
13. Назвати сучасні методи очищення органічних речовин.
14. Який із запропонованих методів і чому доцільно використати для очищення етанолу:
а) сублімацію; б) перекристалізацію; в) ректифікацію; г) хроматографію?

Дата «___» _____ 20__ р.

ТЕМА 3. ЯКІСНИЙ ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПЛУК.

Після очищення органічної речовини проводять якісний і кількісний аналіз. **Якісний аналіз органічних речовин** дозволяє встановити *елементний склад* органічної речовини, а **кількісний аналіз** - *кількісні співвідношення між окремими елементами*. Крім карбону, який входить до складу молекул всіх органічних речовин, ці речовини містять атоми інших елементів, найчастіше атоми гідрогену, нітрогену, кисню, сульфуру, фосфору, феруму, галогенів та деяких інших хімічних елементів. Відносна молекулярна маса більшості органічних речовин досить велика і вони практично не дисоціюють на йони. Тому для проведення якісного аналізу органічну речовину попередньо розкладають шляхом спалювання або іншими способами. Надалі аналізують утворені продукти, використовуючи характерні для кожного йону аналітичні реакції, які супроводжуються утворенням чи розчиненням осаду, зміною забарвлення речовин, виділенням газоподібних речовин.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. Виявлення Карбону і Гідрогену.

1.1. Виявлення Карбону за обвугленням досліджуваної речовини при нагріванні.

Насамперед потрібно переконатись, що дана речовина належить до

органічної, тобто містить карбон. Найпростішим способом виявлення присутності карбону в органічних нелетких сполуках є прожарювання, при якому досліджувана речовина повинна почорніти і обвуглитися. Обвуглення можна спостерігати і при горінні деяких речовин з виділенням кіптяви (гас, нафта), а також при дії на деякі органічні сполуки (цукор, крохмаль) концентрованої сульфатної кислоти.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: досліджувана речовина, щипці, фарфоровий тигель.

Хід роботи. У фарфоровий тигель насипати ~ 0,5 г досліджуваної речовини і нагрівати в полум'ї пальника. Спостереження записують.

Основні спостереження в експерименті _____

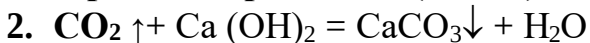
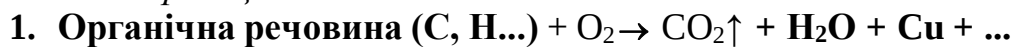
Висновки _____

2.2. За утворенням карбон (IV) оксиду при спалюванні речовини в присутності купрум (II) оксиду.

Виявити карбон у складі органічної речовини можна шляхом визначення складу продуктів, утворених при розкладанні внаслідок нагрівання. Кінцевими продуктами розкладу всіх органічних речовин є CO_2 і H_2O .

При непрямому виділенні карбону у складі карбон(IV) оксиду органічні речовини спалюють. Леткі речовини (спирт, етер) при нагріванні випаровуються раніше, ніж встигають обвуглитись. Для виявлення у їхньому складі карбону досліджувану речовину змішують з дрібним порошком купрум (II) оксиду і прожарюють. При цьому весь карбон, що міститься у речовині, перетворюється в карбон (IV) оксид (CO_2), який виявляють за допомогою вапняної (або баритової) води. Утворення білого осаду або білого помутніння свідчить про утворення кальцій (барій) карбонату. Атоми гідрогену зв'язуються з утворенням води, яка конденсується на стінках у верхній холодній частині пробірки.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: досліджувана речовина, купрум (II) оксид (CuO), вапняна вода Ca(OH)_2 , пробірки - 2 шт., корок з газовідвідною трубкою.

Хід роботи. Приблизно 0,5 г досліджуваної речовини перемішати з 1,0 г купрум (II) оксиду, пересипати в суху пробірку, яку закрити корком з газовідвідною трубкою. Кінець трубки занурити в другу пробірку із заздалегідь наливою прозорою вапняною водою (~2 мл). Суміш нагрівати. Спостереження записати.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 2. Виявлення нітрогену.

Нітроген є у складу багатьох органічних сполук (білки, амінокислоти, аміни, амід, алкалоїди, нуклеїнові кислоти). У молекулах білків на долю нітрогену припадає 15-18% від їх загальної маси. В організмі ссавців дезамінуванням амінокислот утворюється аміак NH_3 , який перетворюється і входить до складу креатину, креатиніну, сечової (уратної) кислоти, сечовини (компонент сечі, становить 80-90% від загального вмісту всіх нітрогеновмісних сполук). Сечовина, одержана органічним синтезом - цінне нітрогеновмісне добриво, а також азотовмісна добавка у підгодівлі жуйних яку мікроорганізмами рубця використовують для синтезу власного білка .

При нагріванні з натронним вапном [суміш NaOH і Ca(OH)_2] нітрогеновмісні органічні речовини розкладаються і виділяється аміак, який виявляють індикаторним папірцем, змоченим у воді. При взаємодії NH_3 з водою утворюється основа і індикаторний папірець змінює забарвлення.

2.1. Метод лужної плавки.

При нагріванні нітрогеновмісні органічні речовини розкладаються з виділенням аміаку NH_3 . Останній виявляють за допомогою універсального індикаторного папірця, попередньо змоченого у воді. Внаслідок контакту аміаку з водою утворюється основа NH_4OH , що зумовлює зміну рН середовища і, як наслідок, забарвлення індикаторного папірця.

Схема реакції:

1. Органічна речовина (C, N,...) + NaOH + Ca(OH)_2 = $\text{NH}_3 \uparrow$ + ...
2. $\text{NH}_3 \uparrow$ + H_2O = NH_4OH

Матеріали, посуд, реактиви: досліджувана речовина (сечовина, стрептоцид), натронне вапно [суміш NaOH і Ca(OH)_2], щипці, індикаторний папірець, пробірки - 1шт.

Хід роботи. У суху пробірку насипати по 1 г досліджуваної речовини та натронного вапна. Суміш перемішати і нагрівати. Індикаторний папірець змочують у воді і тримають над отвором пробірки, не торкаючись її стінок і спостерігають за зміною його забарвлення. Спостереження записують.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

2.2. Сплавляння з металічним натрієм (метод Лассеня).

Якісне виявлення **нітрогену** в органічних речовинах (в тому числі в нітро- і нітрозопродуктах) проводять за допомогою проби Лассеня. В результаті нагрівання досліджуваної речовини з металічним натрієм з наступним розчиненням в дистильованій воді, нітроген перетворюється в ціанід натрію (містить *ціанід-аніон*, CN^- , який виявляють за допомогою FeCl_3 і FeSO_4).

Метод можна використати для виявлення у речовинах **сульфуру** за утворенням сульфідів натрію (містить *сульфід-іон*, S^{2-} , який з пентаціанонітрозилфератом (II) натрію дає червоно-фіолетове забарвлення внаслідок утворення нітропрусида натрію $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6\text{NO}]$), а також **галогенів**

- за утворенням галогенідів натрію (*галогенід-іони* виявляють після підкислення і кип'ятіння розчину за утворенням осаду з аргетум нітратом після видалення летких ціановодню HCN і сірководню H₂S).

Матеріали, посуд, реактиви: казеїн, тіосечовина, сульфанілова кислота, фільтри паперові -2 шт., 2н. хлоридна кислота (HCl), розчини ферум (III) хлориду (FeCl₃), ферум (II) сульфат (FeSO₄), скляна трубочка з запаяним кінцем, захисні окуляри, щипці, металічний натрій.

Увага: перед початком роботи одягнути захисні окуляри!

Схема реакції:

1. Органічна речовина (C, N, S, ...) + Na
2. $\text{NaCN} + \text{FeSO}_4 = \text{Fe(CN)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
3. $\text{Fe(CN)}_2 + 4\text{NaCN} = \text{Na}_4[\text{Fe(CN)}_6]$
4. $\text{Na}_4[\text{Fe(CN)}_6] + 4\text{FeCl}_3 = \text{Fe}_4[\text{Fe(CN)}_6]_3 + 12\text{NaCl}$

Берлінська блакить

Хід роботи. У скляну трубку із запаяним одним кінцем покласти шматок висушеного фільтрувальним папером металічного натрію і заповнюють 2/3 об'єму трубки досліджуваною речовиною. Взяти трубочку щипцями і нагрівати спочатку незапаяний кінець, а потім всю трубочку до її червоного розжарювання. Гарячу трубку швидко опустити у посуд, в який заздалегідь налито 4-5 мл води так, щоб трубка тріснула (обережно!). Суміш у пробірці збовтують декілька хвилин і фільтрують через паперовий фільтр. Фільтрат розділити на дві частини. Одну частину залишають для наступної роботи, а до іншої додають 1-2 краплі розчину 2н. хлоридної кислоти, декілька кристаликів ферум (II) сульфату і краплю розчину ферум (III) хлориду. У кінцевому результаті одержують *берлінську блакить* - комплексну нітрогеновмісну сполуку з характерним забарвленням. Спостереження записати.

*Основні спостереження в експерименті*_____

*Висновки*_____

Дослід 3. Виявлення сульфуру у складі сульфуровмісних органічних речовинах.

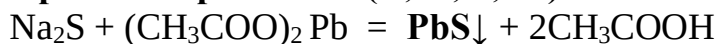
Сульфур входить до складу життєво важливих органічних сполук (білків, коензиму А, біотину, глутатіону, вітаміну В₁, деяких жовчних кислот). При розкладі сульфуровмісних органічних сполук утворюються сульфуровмісні неорганічні сполуки йонного складу. **Сульфід-іони** виявляють реакцією з солями плюмбуму чи пентаціанонітрозил-фератом(II), **сульфат-іони** – реакцією зі солями барію.

3.1. Виявлення сульфуру якісною реакцією на сульфід-іони за утворенням плюмбум (II) сульфід.

Сульфід, які утворюються при розкладі сульфуровмісних органічних сполук, виявляють реакцією з солями плюмбуму(II). При цьому утворюється чорний осад плюмбум (II) сульфід (PbS).

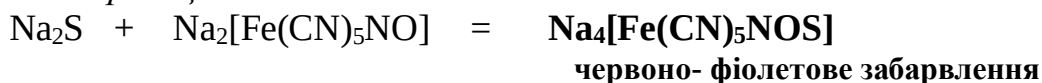
Схема реакції:

Органічна речовина (C, H, S, ...) + Na → Na₂S + ...



Сульфід-іони можна виявити за допомогою натрій нітропрусиду (Na₂[Fe(CN)₅NO]). В результаті реакції утворюється комплексна сполука червоно- фіолетового кольору.

Схема реакції:



Матеріал, посуд, реактиви: фільтрат від попередньої роботи, плюмбум (II) ацетат (CH₃COO)₂Pb, 10%-ний розчин оцтової кислоти (CH₃COOH), свіжовиготовлений 5%- ий розчин натрій нітропрусиду, пробірки – 2 шт.

Хід роботи. Фільтрат для виявлення сульфідної сірки отримують аналогічно як у попередній роботі. До фільтрату долити 2-3 краплі 10%-го розчину оцтової кислоти і декілька крапель плюмбум (II) ацетату. При наявності сульфідної сірки утворюється чорний осад плюмбум (II) сульфідіду або розчин набуває коричневого забарвлення при незначному вмісті сульфурі. Спостереження записують.

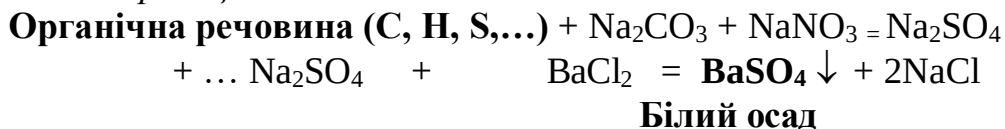
*Основні спостереження в експерименті*_____

*Висновки*_____

3.2. Виявлення Сульфурі за утворенням сульфату.

У процесі мінералізації органічної речовини з содою і селітрою одержують неорганічні сполуки йонного складу, зокрема сульфат-йони SO₄²⁻, які у слабоекислому середовищі під дією солей барію утворює білу каламуть кристалічного осаду BaSO₄.

Схема реакції:



Матеріал, посуд, реактиви: пробірка – 1 шт., фарфоровий тигель, вода, 2н розчин хлоридної кислоти (HCl), сода (Na₂CO₃), досліджувана речовина, селітра (NaNO₃), 2н розчин барій хлориду (BaCl₂), фільтрувальний папір, лійка.

Хід роботи. У фарфоровому тиглі змішати ~ по 0,5 г досліджуваної речовини, соди, селітри і нагрівати до сплавлення. Суміш охолодити, розчинити у 6 мл води і фільтрувати в скляну пробірку. До фільтрату додати 2 краплі 2н розчину хлоридної кислоти, декілька крапель розчину барій хлориду. Відмічають утворення білого осаду барій сульфату BaSO₄.

*Основні спостереження в експерименті*_____

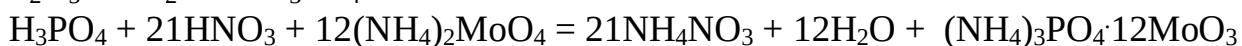
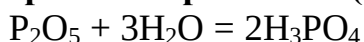
*Висновки*_____

Дослід 4. Виявлення фосфору.

Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, АТФ, АДФ, АМФ. При мінералізації фосфоровмісної органічної речовини утворюється оксид P_2O_5 , який взаємодіє з водою з утворенням H_3PO_4 . Ортофосфатну кислоту виявляють в розчині реакцією з молібденовою рідиною (розчин амонію молібдату в концентрованій HNO_3) при нагріванні. Відмічають утворенням жовтого кристалічного осаду — комплексу амоній фосформолібдату.

Схема реакції:

Органічна речовина (С, Н, Р, ...) + $NaNO_3 + Na_2CO_3 \rightarrow P_2O_5 + \dots$



Амоній фосформолібдат

Матеріал, посуд, реактиви: пробірки, фарфоровий тигель, вода, сода (Na_2CO_3), досліджувана речовина, селітра ($NaNO_3$), концентрована нітратна кислота (HNO_3), амоній молібдат — $(NH_4)_2MoO_4$.

Хід роботи. У фарфоровому тиглі змішують приблизно по 0,5 г досліджуваної речовини, соди, селітри і нагрівають на газовому пальнику. Після охолодження суміш розчиняють у невеликій кількості води і фільтрують. До фільтрату додають 5 крапель концентрованої нітратної кислоти і 8-10 крапель амоній молібдату. Підігріти і спостерігати за появою світло-жовтого забарвлення розчину.

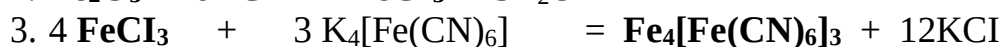
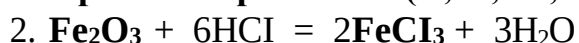
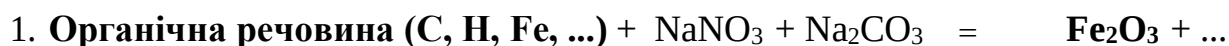
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 5. Виявлення феруму.

Внаслідок мінералізації органічної речовини, яка містить ферум, з содою і селітрою утворюється ферум (III) оксид — Fe_2O_3 , який при взаємодії з хлоридною кислотою HCl , утворює сіль — $FeCl_3$. Остання при взаємодії з жовтою кров'яною сіллю $K_4[Fe(CN)_6]$, утворює комплексну сполук — *берлінську блакить* $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$.

Схема реакції:



Берлінська блакить

Матеріали, посуд, реактиви: фарфоровий тигель, щипці, пробірка, фільтрувальний папір, суха кров, сода — Na_2CO_3 , селітра — $NaNO_3$, концентрована хлоридна кислота — HCl , розчин жовтої кров'яної солі — $K_4[Fe(CN)_6]$.

Хід роботи. У фарфоровому тиглі змішують приблизно по 0,5 г сухої крові, соди і селітри. Суміш нагрівають для спалювання і після охолодження розчиняють у невеликій кількості концентрованої хлоридної кислоти. Розбавляють у 2-3 рази водою і фільтрують. До фільтрату додають декілька крапель розчину жовтої кров'яної солі. Спостерігають за утворенням берлінської блакиті.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 6. Виявлення галогенів за пробою Ф.Ф. Бейльштейна.

Пряме виявлення галогенів за допомогою йонів аргентуму в більшості органічних сполук неможливе. На відміну від неорганічних речовин, атоми галогенів утворюють в органічних сполуках не йонні, а полярні зв'язки. Для такого виявлення в органічній хімії найчастіше використовують наступні методи.

Суть досліду полягає в тому, що прожарювання мідної дротини веде до утворення на її поверхні чорного нальоту купрум (II) оксиду. А галогенорганічна сполука (наприклад хлороформ) при прожарюванні з купрум (II) оксидом розкладається. При цьому галоген утворює леткі солі купруму (I), які забарвлюють полум'я в яскраво-зелений колір.

Чутливість проби менше 0,1 мкг і, в залежності від вмісту галогенів в пробі, забарвлення проявляється на мить, або залишається видимим протягом 1-2 секунд.

Завдяки такій простоті проведення, ця проба широко використовується для експрес-аналізу органічних сполук на вміст галогенів (крім фтору). Хлориди і броміди купруму (I) забарвлюють полум'я в синьо-зелений колір, йодиди – в зелений, а фториди купруму в цих умовах нелеткі, тому цією пробю їх виявити не можна. Слід зауважити, що деякі органічні сполуки (сечовина, тіосечовина, нітрили тощо), які не містять галогенів, але утворюють леткі сполуки купруму, також здатні давати позитивну реакцію на пробу Бейльштейна.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: мідна дротина, хлороформ - CHCl_3 .

Хід роботи. Мідну дротину, загнуту на кінці в петлю (щоб подовжити час забарвлення полум'я), прожарюють в полум'ї пальника. При цьому вона покривається чорним нальотом купрум (II) оксиду. Почорнілу дротину **охолоджують**, змочують у хлороформі і знову прожарюють у безбарвному полум'ї пальника. Спостерігають за зміною забарвлення полум'я. Результат записують.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 7. Перетворення органічних сполук в неорганічні дією на них металічного натрію в спиртовому розчині (проба А. В. Степанова).

Схема реакції:

- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Na} = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}^+$
алкоголят натрію
- $\text{CHCl}_3 + 6\text{H}^+ = \text{CH}_4\uparrow + 3\text{HCl}$
хлороформ метан
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$
- $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$

Матеріали, посуд, реактиви: пробірка, хлороформ - CHCl_3 , етиловий спирт (96°), фільтрувальний папір, металічний натрій, нітрат срібла - AgNO_3 , хлоридна кислота - HCl .

Хід роботи. У суху пробірку наливають декілька крапель хлороформу, 0,5 мл етилового спирту (96°) і кидають кусочок висушеного фільтрувальним папером металічного натрію. Обережно збовтують до повного завершення реакції. Після охолодження пробірки, переконавшись, що натрій повністю прореагував (**якщо в пробірці залишився натрій станеться вибух**), додають до неї декілька крапель води для розчинення білого осаду. Суміш підкислюють 1-2 краплями концентрованої хлоридної кислоти і доливають 1 краплю розчину срібла нітрату.

*Основні спостереження в експерименті*_____

*Висновки*_____

Питання для самопідготовки:

1. Які речовини називають органічними?
2. З якою метою проводять якісний аналіз органічних сполук?
3. Які методи використовують для переведення органічних сполук в неорганічні?
4. Чим відрізняється якісний аналіз органічних речовин від кількісного?
5. Перелічіть якісні зміни, які спостерігаються при виявленні:
а) карбону; в) сульфуру; д) феруму;
б) нітрогену; г) фосфору; е) хлору.
6. Яку якісну реакцію називають пробєю Бейльштейна?
7. Для чого прожарюють мідну дротину в пробі Бейльштейна?
8. Пояснити причину яскраво-зеленого забарвлення полум'я в при проведенні проби Бейльштейна і від чого залежить тривалість забарвлення полум'я.
9. Утворення якої сполуки підтверджує наявність в досліджуваній пробі феруму?
10. Напишіть реакцію, в якій утворюється білий осад BaSO_4 при визначенні сульфат-йонів.
11. Яка сполука утворюється в результаті якісного виявлення феруму в досліджуваній пробі.
12. Яка комплексна сполука підтверджує наявність в досліджуваній пробі Фосфору і якого кольору набуває при цьому розчин?.

13. Як називається основний реактив для виявлення феруму?
14. Як називається основний реактив для виявлення фосфору?
15. Яка сполука і якого кольору утворюється при виявленні сульфур у досліджуваній пробі у складі сульфідів?
16. Яка сполука утворюється в результаті якісної реакції на виявлення нітрогену в досліджуваній пробі методом лужної плавки ?
17. Вивчити реакції, які найчастіше використовують для виявлення карбону, гідрогену, нітрогену, сульфур у, фосфору, феруму та галогенів в органічних сполуках.

Дата «___» _____ 20__р

ТЕМА 4. ВУГЛЕВОДНІ ТА ЇХ ГАЛОГЕНОПОХІДНІ

Вуглеводні - це сполуки, які складаються лише з атомів двох елементів - карбону і гідрогену. Атоми карбону у вуглеводнях з'єднані один з одним за допомогою ковалентних зв'язків і утворюють вуглецевий ланцюг (скелет).

1. Відповідно до будови вуглецевого ланцюга вуглеводні поділяють на:

- **ациклічні**, молекули яких містять відкриті нерозгалужені чи розгалужені карбонові ланцюги;

- **циклічні**, молекули яких мають замкнені у кільця карбонові ланцюги (включають циклоалкани, циклоалкени та ароматичні вуглеводні). Особливе місце серед вуглеводнів займають терпени.

2. За типом зв'язку між атомами карбону вуглеводні поділяють:

- **насичені: алкани, циклоалкани** (містять одинарні δ -зв'язки, C-C);

- **ненасичені: алкени** (мають один подвійний C=C зв'язок), **алкіни** (мають один потрійний C $\equiv$ C зв'язок) **полієни** (мають два і більше C=C зв'язків) ;

- **ароматичні** (містять делоколізовану систему π -зв'язків).

При заміщенні атомів гідрогену на різні атоми і атомні групи утворюються різні класи органічних сполук. Тому вивчення цієї теми є необхідною для опанування наступних розділів органічної хімії.

Галогенопохідні вуглеводнів - це продукти заміщення атомів гідрогену у вуглеводнях на атоми галогенів (Cl, Br, I, F). За кількістю атомів галогенів в молекулі вони поділяються на моно-, ди-, три-, полігалогенопохідні.

Алкілгалогеніди характеризуються високою реакційною здатністю, що пояснюється високою рухливістю атомів галогену, які легко обмінюються на інші атоми чи групи атомів. Тому через галогенопохідні можна перейти від вуглеводнів до інших класів органічних сполук, через що їх використовують в органічному синтезі. Широке використання в органічному синтезі мають магнійорганічні сполуки із загальною формулою R-Mg-Hal, відомі як реактиви Гріньяра. Переважна більшість галогенопохідних є токсичними, а тому при їхньому використанні потрібно дотримуватись правил техніки безпеки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Насичені вуглеводні (одержання і властивості)

Дослід 1. Одержання метану з натрій ацетату лужною плавкою

При нагріванні натрій ацетату з їдким натром NaOH (практично беруть

натронне вапно - суміш їдкого натру NaOH і гідроксиду кальцію Ca(OH)₂, оскільки чистий їдкий натр роз'їдає скло) відбувається реакція декарбосилування. Одним з її продуктів є метан CH₄, який досліджують на повне (горіння) і часткове окиснення. Одночасно утворюється натрій карбонат Na₂CO₃, який виявляють за утворенням бульбашок CO₂ після додавання хлоридної кислоти HCl.

Слід також переконаватися, що **алкани** за звичайних умов *стійкі до окиснення*. Кисень, а також такі окиснювачі, як хромова кислота H₂CrO₄ чи калій перманганат KMnO₄, при цьому не діють на насичені вуглеводні. І за високих температур ці вуглеводні загоряються і згоряють повністю. Така реакція протікає з виділенням тепла, на чому і ґрунтується використання вуглеводнів в якості палива. **Метан, CH₄** - безбарвний газ, горить неяскавим полум'ям, через те, що порівняно багатий на Гідроген і містить відносно мало Карбону.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: пробірки – 3 шт, корок з газовідвідною трубкою, калій перманганат - KMnO₄, натрій ацетат - CH₃COONa, бромна вода (розчин броду Br₂ у воді), натронне вапно (суміш NaOH і Ca(OH)₂); 2н розчин хлоридної кислоти HCl,.

Хід роботи. У суху пробірку насипають 2 г натрій ацетату і 2 г натронного вапна, закриваю її корком з газовідвідною трубкою і нагрівають у полум'ї пальника. Метан, який виділяється, спочатку запалюють, а потім пропускають через заздалегідь налиті в пробірки розчини: а) 0,01н калій перманганату; б) бромної води. У першу пробірку додають 2-3 краплі 2н HCl.

Основні спостереження в експерименті _____

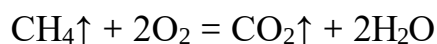
Висновки _____

Дослід 2. Одержання метану сухою перегонкою деревини.

Метан можна одержати з природної сировини — деревини, при її сухій перегонці. При нагріванні деревина не повинна контактувати з відкритим полум'ям.

Схема реакції:

Органічні речовини деревини → CH₄↑ + ...



Матеріал, посуд, реактиви: пробірка – 2 шт., корок з капіляром, дерев'яні опилки.

Хід роботи. Суху пробірку заповнюють до 1/2 об'єму дерев'яними опилками, закривають корком з капіляром і нагрівають в полум'ї пальника. Виділяється метан – безбарвний газ, який при підпалюванні горить неясним (прозорим) полум'ям. Метан порівняно багатий на Гідроген і містить відносно мало Карбону, тому його полум'я безбарвне. Виділяється метан, який при підпалюванні горить неяскавим полум'ям.

Основні спостереження в експерименті _____

Дослід 3. Властивості алканів.

Вазелінове масло — це суміш насичених вуглеводнів. Для насичених вуглеводнів характерна стійкість до різних реагентів.

Матеріали, посуд, реактиви: предметне скло, калій перманганат - KMnO_4 , бромна вода (розчин броду Br_2 у воді), концентрована сульфатна кислота - H_2SO_4 , вазелінове масло.

Хід роботи. На предметне скло наносять на деякій віддалі одну від одної по 1 краплі калій перманганату, бромної води, концентрованої сірчаної кислоти. Змішують кожну з крапель з краплею вазелінового масла. Зробіть висновок про реакційну здатність алканів.

Основні спостереження в експерименті

Ненасичені вуглеводні

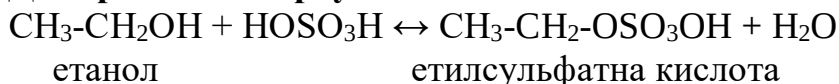
Дослід 4. Одержання та властивості етилену.

Етиленові вуглеводні або **алкени** - хімічно активні сполуки, які на відміну від алканів здатні до **реакцій приєднання** на місці розриву подвійного зв'язку. Зв'язок **C=C** утворений міцним σ -зв'язком і меш міцним π -зв'язком, який може легко розриватись і на місці розриву відбувається приєднання. Алкенам властиві реакції приєднання **водню, галогенів, галогеноводнів, води**, яке відбувається за **правилом Марковникова**. Реакція **знебарвлення бромної води**, яке настає в результаті приєднання броду алкенами та утворення безбарвних дибромопохідних, є **якісною реакцією для виявлення подвійних зв'язків** у їхніх молекулах (схема 3). Алкени легко окиснюються в нейтральному або лужному середовищі, наприклад, розчином калій перманганату і **знебарвлюють малинове забарвлення розчину** (схема 4). Ця реакція є також **якісною реакцією для виявлення подвійних зв'язків** у молекулах алкенів.

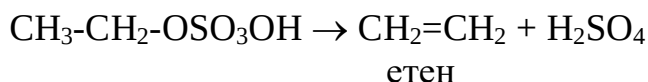
Етилен, або *етен*, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ та його гомологи в лабораторії часто одержують дегідратацією відповідних спиртів (схема 1). Сульфатна кислота легко відщеплює молекулу води від етилового спирту (її часто називають водовідбірним агентом). При взаємодії етилового спирту і сульфатної кислоти утворюється етиловий естер сульфатної кислоти. При подальшому нагріванні суміші до 170°C виділяється етен (етилен) - безбарвний газ. На відміну від метану, етилен горить світлим полум'ям (схема 2).

Схема реакцій:

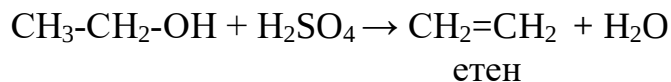
1) Дегідратація спирту



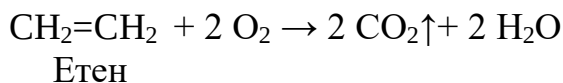
Етилсульфатна кислота – моноєфір неорганічної двохосновної кислоти – при нагріванні розкладається:



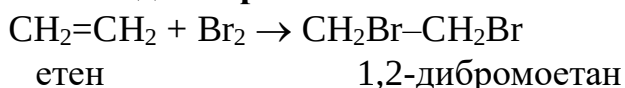
Таким чином, при взаємодії етанолу із сульфатною кислотою відбувається дегідратація спирту:



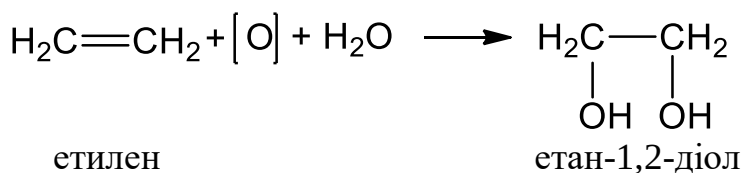
2) Горіння етену.



3) Взаємодія з бромом



4) Окиснення калій перманганатом



Матеріали, посуд, реактиви: пробірки - 1 шт., суміш етилового спирту - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ і концентрованої сульфатної кислоти - H_2SO_4 ; 0,01н розчин калій перманганату - KMnO_4 ; бромна вода (розчин Br_2 у воді).

Хід роботи. У пробірку наливають 3-4 мл заздалегідь приготованої суміші етанолу і концентрованої сульфатної кислоти. Закривають її корком з газовідвідною трубкою і обережно нагрівають в полум'ї пальника (робота небезпечна і виконується в **захисних окулярах!**). Етилен, який при цьому виділяється, пропускають через заздалегідь налиті в пробірки розчини: схема 4) 0,01н розчин калій перманганату; і схема 3) бромної води. Спостерігають за зміною забарвлення розчинів. Не припиняючи нагрівання суміші, запалюють етилен, який виділяється з кінця газовідвідної трубки, і відмічають, яким полум'ям горить газ.

Основні спостереження в експерименті

Висновки

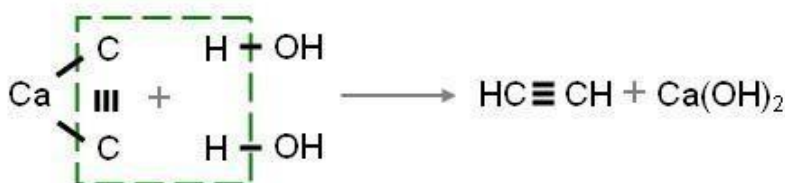
Дослід 5. Одержання ацетилену (етину) з кальцію карбіду та його властивості.

При додаванні води до кальцій карбід утворюється *ацетилен (етин)*. Це безбарвний газ, горить яскраво-світлим, кіптявим полум'ям. Ненасичений характер ацетилену, зумовлений двома нестійкими π -зв'язками, проявляється в реакції знебарвлення малинового розчину калій перманганату і жовтого розчину бромної води. В умовах досліду в реакції з калій перманганатом ацетилен окиснюється на місці розриву зв'язків з проміжним утворенням

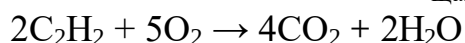
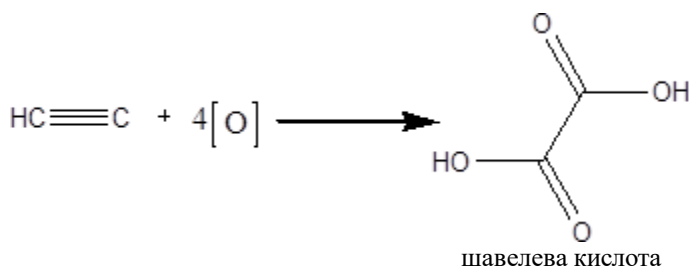
щавелевої кислоти, яка в свою чергу окиснюється до карбон (IV) оксиду. При взаємодії з бромною водою бром приєднується по місцю розриву двох π -зв'язків у складі кратного потрійного зв'язку з утворенням 1,1,2,2-тетраброметану.

Схема реакції:

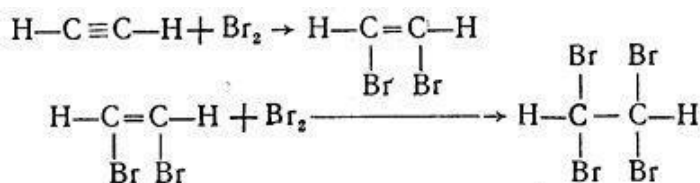
1.



2.

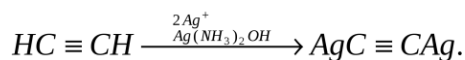
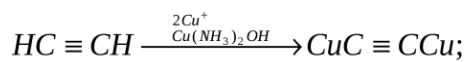


3.



Особливістю ацетиленових вуглеводнів, на відміну від етиленових, є реакції заміщення атомів Гідрогену при атомах карбону, які сполучені між собою потрійним зв'язком, на атоми металів. При цьому утворюються нерозчинні у воді **ацетиленіди**. Так, при взаємодії ацетилену і його гомологів з аміачним розчином купрум (I) хлориду $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ одержують червоно-бурий осад купрум (I) ацетиленіду. Цю реакцію використовують для підтвердження того, що алкіни є **термінальними**, тобто містять кінцевий потрійний зв'язок.

4.



Матеріали, посуд, реактиви: пробірки - 4 шт., кальцій карбід - CaC_2 , бромна вода (розчин Br_2 у воді), вода, 0,01н розчин калій перманганату - KMnO_4 , аміачний розчин купрум (I) хлориду.

Хід роботи. У пробірку наливають 2-3 мл води, вносять кусочок кальцій карбиду і швидко закривають корком з газовідвідною трубкою. Ацетилен, який виділяється, запалюють, а також пропускають через заздалегідь налиті в три

різні пробірки розчини: (1) 0,01н калій перманганату (схема реакції 2); (2) бромної води (схема реакції 3); (3) аміачний розчин купрум (І) хлориду (схема реакції 4).

Основні спостереження в експерименті_____

Висновки_____

Дослід 6. Фракційна перегонка бензину.

Матеріали, посуд, реактиви: апарат для перегонки, колба-приймач, бензин, водяна ванна, водяний холодильник.

Хід роботи. У лабораторних умовах фракційну перегонку бензину проводять в апараті, який змонтований з колби Вюрца з термометром, водяного холодильника і колби-приймача. При нагріванні бензину на електричній водяній бані до початку кипіння в колбу-приймач виділяється летка фракція бензину. Спостереження записують.

Основні спостереження в експерименті_____

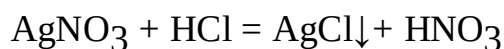
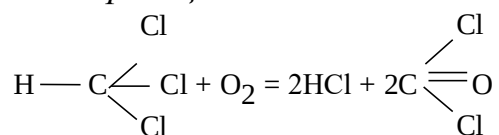
Висновки_____

Дослід 7. Властивості галагенопохідних насичених вуглеводнів.

7.1. Виявлення хлороводню в хлороформі.

Хлороформ (трихлорметан) CHCl_3 , є одним з поширених хімічних препаратів. Його використовують для наркозу, при хірургічних операціях, виготовлення ряду лікарських препаратів, як розчинник жирів, масел тощо. Хлороформ - нестійка речовина і під впливом світла і кисню може розкладатися, утворюючи дуже отруйний фосген і хлористий водень. Останній з аргентум нітратом утворює білий осад аргентум хлориду.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: пробірки - 1 шт, хлороформ - CHCl_3 ; 0,2н розчин аргентум нітрату - AgNO_3 , дистильована вода.

Хід роботи. У пробірку вносять 2-3 краплі досліджуваного хлороформу, додають 4-5 крапель дистильованої води і 1-2 краплі 0,2н розчину аргентум нітрату.

Основні спостереження в експерименті_____

Висновки_____

7.2. Розщеплення хлороформу при нагріванні з лугом.

У галагенопохідних вуглеводнів зв'язки атомів галогенів з атомами карбону є достатньо полярними, а тому атоми галогенів тут достатньо рухливі.

Саме тому атоми галогенів легко заміщуються на атоми інших елементів чи на групи атомів. Через це галогенопохідні використовують для одержання речовин, які належать до інших класів органічних сполук. У лабораторії хлороформ можна використати для одержання мурашиної кислоти.

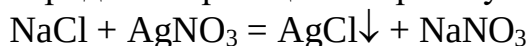
Матеріали, посуд, реактиви: пробірки - 1 шт., хлороформ - CHCl_3 , 10%-ний розчин натрій гідроксиду - NaOH , розчин аргентум нітрату - AgNO_3 , розчин нітратної кислоти - HNO_3 .

Хід роботи. У пробірку наливають 4-5 крапель хлороформу та 1-2 мл 10%-ного розчину натрій гідроксиду. Кип'ятять 1-2 хвилини.

Схема реакції:



Одержану суміш підкислюють 3-4 краплями нітратної кислоти і перевіряють на наявність хлорид-іонів реакцією з аргентум нітратом.



*Основні спостереження в експерименті*_____

*Висновки*_____

Питання для самопідготовки:

1. Вуглеводні. Будова, класифікація і поширення в природі.
2. Насичені вуглеводні. Гомологічний ряд метану. Номенклатура та ізомерія. Поняття про замісники. Методи одержання, хімічні властивості.
3. Ненасичені вуглеводні ряду етилену та ацетилену: номенклатура, ізомерія, методи одержання, хімічні властивості.
4. Електронна будова карбон-карбонових зв'язків в молекулах ненасичених вуглеводнів
5. Дієнові вуглеводні. Каучук.
6. Написати рівняння реакцій приєднання для ненасичених вуглеводнів.
7. Реакція Кучерова.
8. Якісні реакції, за допомогою яких виявляють ненасичені карбон-карбонові зв'язки у молекулах вуглеводнів.

Дата «___» _____ 20___р.

ТЕМА 5: СПИРТИ. ЕТЕРИ. ЕСТЕРИ

Спирти - це похідні вуглеводнів, у молекулах яких один (декілька) атомів гідрогену заміщені **гідроксильною групою -ОН**, яка є функціональною групою спиртів.

Спирти класифікують відповідно до:

а) хімічної будови карбонового ланцюга: ациклічні, циклічні, аліфатичні, ароматичні, насичені, ненасичені;

б) числа гідроксильних груп (атомність спирту):

- одноатомні (мають одну групу -ОН);

- багатоатомні (мають дві і більше груп -ОН); з них двоатомні — мають дві групи -ОН, триатомні — три групи -ОН і тощо;

в) положення гідроксильної групи на карбоновому ланцюзі

(відповідно до класифікації атомів карбону, з яким зв'язана група -ОН):

- первинні — група -ОН таких спиртів зв'язана з первинним атомом карбону;
- вторинні - група -ОН цих спиртів зв'язана з вторинним атомом карбону;
- третинні - у цих спиртах група -ОН зв'язана з третинним атомом карбону.

Алканоли — спирти, похідні алканів, які у складі молекул містять одну гідроксильну групу. Загальна формула алканолів **R-OH**.

Низькомолекулярні спирти (метанол, CH_3OH , етанол, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, *n*-пропанол, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) - рідини, добре розчинні у воді і самі є добрими розчинниками. Молекули спиртів можуть утворювати міжмолекулярні асоціати завдяки водневим зв'язкам і тому мають вищі температури кипіння ніж насичені вуглеводні з такою ж кількістю атомів карбону. Із збільшенням молекулярної маси температури кипіння і розчинність спиртів у воді наближаються до таких, як у алканів з подібною молекулярною масою. Густина спиртів менша за 1 г/мл.

Спирти *одержують* різними методами. Найважливіші з них: гідратація алкенів, гідроліз етерів та естерів, взаємодія галогеналканів з водними розчинами лугів, відновлення карбонільних сполук: альдегідів, кетонів (такі сполуки містять карбонільну групу $\text{C}=\text{O}$), а також відновленням карбонових кислот; в реакціях нуклеофільного заміщення за допомогою *реактиву Грін'єра* (R-Mg-Hal).

Зі спиртів можна одержати речовини, які належать до різних класів органічних сполук: галогенопохідні вуглеводнів, етери, естери, альдегіди і кетони, карбонові кислоти, алкени.

Хімічні властивості спиртів різноманітні. До найбільш важливих належать взаємодію спиртів з :

- лужними металами і утворення *алкоголятів*;
- карбоновими кислотами і утворення *етерів*;
- галогеноводнями і утворення *галогенопохідних вуглеводнів* (алкілгалогенідів);
- дегідратація (реакція відщеплення води):
- внутрішньомолекулярна дегідратація і утворення *алкенів*;
- міжмолекулярна дегідратація і утворення *етерів*;

- окиснення спиртів: первинні спирти окиснюються до *альдегідів*, вторинні спирти — до *кетонів*.

Спирти виявляють слабо виражені кислотні властивості (при цьому розривається зв'язок RO-H). З іншого боку, спирти реагують із заміщенням гідроксильної групи, що є проявом основних властивостей спиртів. Таке поєднання кислотних і основних властивостей (хоч і слабких) підтверджує амфотерний характер спиртів.

Важливі представники спиртів:

- одноатомних (алканолів): **метанол**, CH_3OH , **етанол**, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- двоатомних (діолів): **етандіол**, або **етиленгліколь** $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$
- триатомних (тріолів): **1,2,3-пропантріол**, або **гліцерол** - $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$.

Етери - клас органічних сполук, в молекулах яких атом кисню зв'язаний з двома вуглеводневими залишками. Загальна формула етерів **R-O-R**. Найчастіше етери одержують міжмолекулярною каталітичною дегідратацією первинних спиртів або взаємодією алкілгалогенідів з алкоголями металів.

У хімічному відношенні етери є інертними до різних реагентів і тому часто використовуються як розчинники при проведенні хімічних реакцій. Етери

реагують із сильними кислотами. Температури кипіння етерів наближені до алканів із подібною молекулярною масою, а розчинність у воді — вища завдяки водневим зв'язкам з молекулами води. Етери добре розчинні у неполярних розчинниках. Нижчі етери - гази або леткі речовини, які випаровуються при низьких температурах і є легкозаймистими речовинами. Важливий представник - діетиловий етер, $C_2H_5OC_2H_5$. Використовують як анестетик та розчинник.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. Контракція розчину спирту.

У водних розчинах спирти утворюють водневі зв'язки з молекулами води, які є міцнішими, ніж зв'язки між просто двома молекулами спирту. Це призводить до зменшення об'єму води та спирту при їх змішуванні — *явище контракції* розчину спирту. При змішуванні 1000 мл етилового спирту і 1000 мл води виходить не 2000 мл, а 1930 мл суміші. При цьому виділяється тепло і температура суміші підвищується. Тому для одержання водно-спиртових розчинів необхідної концентрації проводять кожен раз попередні розрахунки за відповідними формулами чи спеціальними таблицями.

Матеріали, посуд, реактиви: циліндр на 100 мл, етиловий спирт - C_2H_5OH , вода, термометр.

Хід роботи. У циліндр на 100 мл внести 50 мл етилового спирту і заміряти його температуру. Потім долити 50 мл води і знову заміряти температуру. Після охолодження суміші до початкової температури спирту виміряти її об'єм. Записати температуру й об'єм до і після змішування спирту з водою.

Основні спостереження в експерименті _____

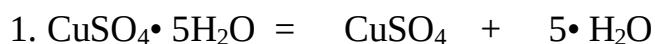
Висновки _____

Дослід 2. Виявлення води у спирті-ректифікаті та його зневоднення (одержання абсолютного спирту).

Етанол – безколірна рідина зі специфічним запахом і низькою густиною. Спирт-ректифікат (одержують шляхом ректифікації внаслідок розділення рідких сумішей на практично чисті компоненти) утворює так звану *азеотропну суміш*, яка містить ~ 95,6% спирту і 4,4% води. Така суміш кипить за певного тиску при сталій температурі і не змінює складу при перегонці (однаковий склад рідкої та парової фаз), тому звичайною перегонкою її розділити не вдається. У результаті зневоднення спирту-ректифікату одержують *абсолютний спирт*. Для цього застосовують негашене вапно, прожарений мідний купорос, $CuSO_4$, які мають здатність поглинати воду. При додаванні до спирту-ректифікату білого порошку $CuSO_4$ (одержаного внаслідок втрати води при прожарюванні) в результаті поглинання води з азеотропної суміші можна суттєво зменшити вміст води у спирті, а також одержати *абсолютний спирт*. Внаслідок зв'язування води утворюється синій кристалогідрат $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Етанол – летка, горюча речовина. Легко спалахує. Горить світлим голубуватим полум'ям. При цьому утворюється карбон (IV)оксид і вода.

Схема реакції:



Синій

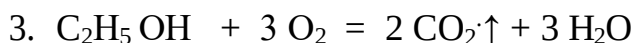
Білий



Білий

Синій

Реакція горіння етанолу:



Матеріали, посуд, реактиви: мідний купорос - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, етиловий спирт-ректифікат - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, фарфорова чашка, пробірки – 2 шт.

Хід роботи. У фарфорову чашку внести 0,5 г мідного купоросу, нагрівати до зникнення синього забарвлення. Тоді внести у суху пробірку, додати 1-2 мл спирту-ректифікату, перемішати, інтенсивно струсити. Спостерігати за зміною забарвлення CuSO_4 . Половину зневодненого спирту обережно злити в суху пробірку і використати в досліді 4, а решту дослідити на горючість.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 3. Зневоднення спирту за допомогою натрію гіпосульфіту (безводного) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Натрій гіпосульфід (безводний) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ може активно поглинати з водних розчинів воду, тому часто використовується для осушування ряду органічних сполук.

Матеріали, посуд, реактиви: предметне скло, пробірки - 1 шт., етиловий спирт-ректифікат - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, вода, натрій гіпосульфід - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Хід роботи. У пробірку вносять 2 мл спирту-ректифікату і 4 мл води, змішують, наносять декілька крапель на предметне скло і досліджують на горючість. До суміші додають ~2 г безводного натрію гіпосульфіту, перемішують і дають відстоятися. Шар спирту над розчином добавленої солі повторно досліджують на горючість.

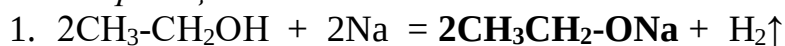
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 4. Одержання натрій етилату і його гідроліз

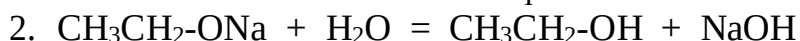
При взаємодії спирту з металічним натрієм утворюється натрій етилат. Реакція супроводжується бурхливим виділенням водню, який горить при підпалюванні. Утворений натрій етилат піддають водному гідролізу, в результаті чого утворюється етиловий спирт $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ і натрій гідроксид, NaOH . Останній легко виявити індикаторним папірцем чи розчином фенолфталеїну.

Схема реакції:



Етанол

Натрій етилат



Матеріали, посуд, реактиви: абсолютний спирт, металічний натрій, фенолфталеїн, корок зі скляною трубкою, пробірки – 1 шт.

Хід роботи. У пробірку внести 2 мл абсолютного спирту, тоді шматок висушеного фільтрувальним папером металічного натрію. Пробірку закрити корком зі скляною трубкою. Водень, який виділяється, підпалити. Після того, як натрій

повністю прореагує зі спиртом (уважно перевірити!), до одержаного натрій етилату додати 3-4 краплі води і 1-2 краплі фенолфталеїну. Відмітити зміни у пробірці. Спостереження записати.

Основні спостереження в експерименті _____

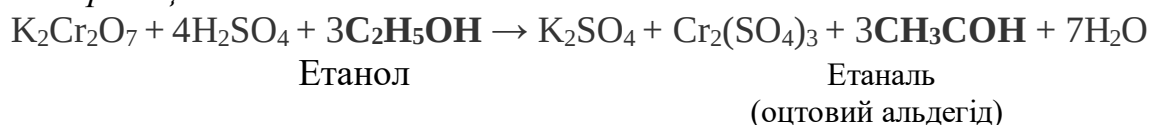
Висновки _____

Дослід 5. Окиснення етилового спирту.

5.1. Хромовою сумішшю.

Спирти можна окиснювати хромовою сумішшю (суміш концентрованої сульфатної кислоти та дихромату калію). При нагріванні етанолу з хромовою сумішшю, яка має оранжеве забарвлення, розчин набуває синьо-зеленого забарвлення внаслідок відновлення Cr^{+6} до Cr^{+3} . З'являється запах *кислих яблук*, притаманний оцтовому альдегіду CH_3COH , продукту окиснення етанолу.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: 10%-ний розчин сульфатної кислоти H_2SO_4 , етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), дихромат калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), пробірки - 1 шт.

Хід роботи. У пробірку ввести 2 мл дихромату калію, 1 мл 10%-ного розчину сульфатної кислоти, 2 мл етанолу. Обережно нагрівати. Відмітити зміну забарвлення і появу запаху кислих яблук. Спостереження записати.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

5.2. Калій перманганатом.

Окиснення первинних спиртів перманганатом калію KMnO_4 проходить більш бурхливо ніж окиснення дихроматом калію $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Матеріали, посуд, реактиви: концентрована сульфатна кислота (H_2SO_4), кристали перманганату калію (KMnO_4), скляна паличка, вата, предметне скло..

Хід роботи. Скляну паличку занурити у концентровану сульфатну кислоту, тоді – у порошок перманганату калію. Змочити вату спиртом покласти на скляну пластинку і потирати по ній тим кінцем скляної палички, де є кристали перманганату калію. Відмітити загоряння вати.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

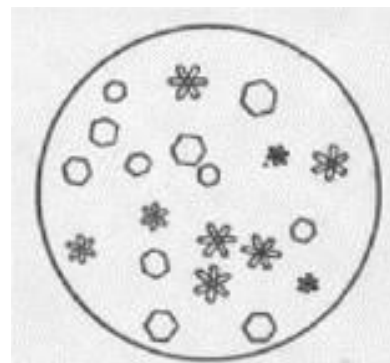
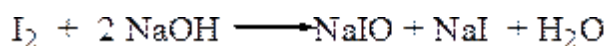
Дослід 6. Утворення йодоформу зі спирту.

Йодоформ (CHI_3) - жовта кристалічна речовина з різким характерним запахом, практично нерозчинна у воді, добре розчиняється в етері, хлороформі. Температура плавлення 119°C . Одержують з етанолу дією йоду та лугу. Здавна використовують у медицині як антисептик.

Матеріали, посуд, реактиви: етиловий спирт-ректифікат ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію (I_2 в KI), 5%-ний розчин гідроксиду натрію (NaOH). **Обладнання:** мікроскоп, предметне скло.

Хід роботи. У пробірку ввести розчини йоду в йодиді калію – 3 краплі, гідроксиду натрію – 3 краплі і 1 краплю етанолу. Вміст пробірки нагрівати, не допускаючи закипання (у киплячому розчині йодоформ розщеплюється лугом). З'являється білувата каламуть, з якої поступово при охолодженні утворюються кристали йодоформу жовтого кольору. Якщо каламуть розчиняється, то до теплої реакційної суміші додати ще 3-4 краплі розчину йоду і вміст перемішувати до появи кристалів. Йодоформ легко розпізнають за характерним запахом. Дві краплі осаду перенести на предметне скло і розглянути під мікроскопом. Кристали йодоформу мають вигляд шестикутників або шестикінечних сніжинок (на фото зображення під мікроскопом).

Схема реакції



Основні спостереження в експерименті _____

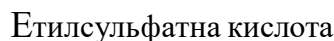
Висновки _____

Дослід 7. Одержання діетилового етеру (реакція утворення етеру).

Етери одержують взаємодією алкілгалогенідів з алкоголями металів або міжмолекулярною каталітичною дегідратацією первинних спиртів. Нагріванням етанолу з концентрованою сульфатною кислотою до 140°C одержують діетиловий етер – прозору, безбарвну летку рідину з характерним солодкуватим запахом. Етер легко випаровується, дуже легко спалахує, в тому числі і його випари (самозаймаються при 134°C). Діетиловий етер - добре відомий засіб для анестезії.

Матеріали, посуд, реактиви: етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), концентрована сульфатна кислота (H_2SO_4), пробірки - 1 шт.

Схема реакції:



Висновки

Схема реакції:



Висновки

Дослід 9. Дегідратація гліцерину — акролеїнова проба.

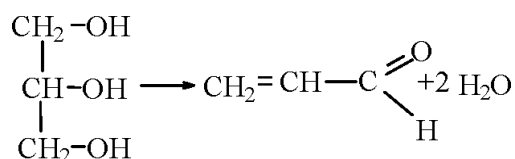
Ненасичений альдегід акролеїн - отруйна, легкозаймиста речовина з їдким, неприємним характерним запахом. Сильно подразнює слизову оболонку очей. Утворюється при термічному розпаді жирів внаслідок відщеплення води від молекули гліцерину. Акролеїнова проба - якісна реакція для визначення якості жиру. Акролеїн легко виявити за специфічним подразливим запахом пригорілого жиру.

Матеріали, посуд, реактиви: кристалічний калій гідрогенсульфат (KHSO_4), безводний гліцерин (гліцерол) ($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$).

Хід роботи. У суху пробірку внести 1г кристалічного калій гідрогенсульфату KHSO_4 (калій бісульфату), тоді 4–5 крапель безводного гліцерину. Суміш нагріти до появи чорного кольору. Обережно дослідити запах.

За відсутності KHSO_4 слід застосувати інший метод: у суху пробірку внести 1 г кристалічної солі KCl або NaCl , додати 2–3 краплі гліцерину і 0,5 мл концентрованої сульфатної кислоти H_2SO_4 . Суміш нагріти на спиртівці.

Схема реакції:



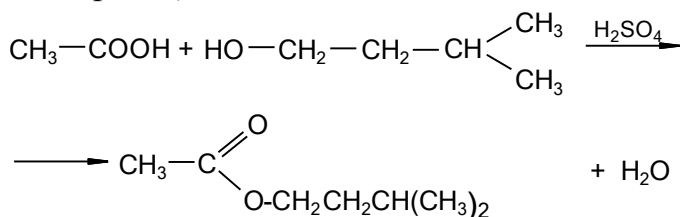
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 10. Одержання оцтовоїзоамілового ефіру, або ізоамілацетату («грушевої есенції»).

Естери (складні ефіри) одержують взаємодією спирту з карбоновою кислотою в реакції естерифікації. Для цього використовують концентровану сульфатну кислоту, яка відіграє одночасно роль і каталізатора, і водовідбірного агента. Ізоамілацетат, або “грушеву есенцію” одержують із ізоамілового спирту (одного з ізомерів амілового спирту, які входять до складу сивушних масел) і оцтової кислоти

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: ізоаміловий спирт, концентрована сульфатна кислота (H_2SO_4), льодова оцтова кислота, CH_3COOH , вода, водяна баня, пробірки - 2 шт.

Хід роботи. У пробірку внести 1-1,5 мл льодової оцтової кислоти, 2 мл ізоамілового спирту, 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Нагрівають у кип'ячій водянній ванні 15-20 хвилин. Охолоджену суміш виливають у другу пробірку з водою. У верхньому шарі виявляють естер з приємним запахом.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки:

1. Класифікація та номенклатура спиртів
2. Способи добування одно-, дво- і багатоатомних спиртів
3. Хімічні та фізичні властивості спиртів
4. Етери. Добування та властивості.
5. Якісна реакція для виявлення гліцеролу.
6. Написати та назвати функціональну групу спиртів.
7. Написати структурні формули представників одно-, дво-, триатомних спиртів
8. Назвати продукти окиснення первинних і вторинних спиртів. Навести приклади відповідних рівнянь реакцій.
9. Назвати продукти, які одержують з етанолу в присутності H_2SO_4 за $t^\circ = 130^\circ\text{C}$ і 170°C .
10. Напишіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: етен $\rightarrow$ брометан $\rightarrow$ етанол $\rightarrow$ етаналь.

Дата « ____ » _____ 20__ р

ТЕМА 6. АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ

Альдегіди і кетони – карбонільні сполуки, які містять карбонільну групу $\text{C}=\text{O}$ (оксогрупу). В альдегідах атом карбону карбонільної групи зв'язаний з атомом кідрогену і утворює *альдегідну групу* ($-\text{COH}$), у кетонів – з двома вуглеводневими залишками.

Альдегіди і кетони одержують окисненням насичених і ненасичених вуглеводнів, спиртів, гідролізом дигалогенопохідних вуглеводнів, гідратацією алкінів, оксосинтезом. Полярність $\text{C}=\text{O}$ зв'язку спричиняють високу реакційну здатності альдегідів і кетонів, яким властиві реакції нуклеофільного приєднання із спиртами, амінами, похідними аміаку, $\text{H}-\text{C}=\text{N}$. Реакція нуклеофільного приєднання лежить в основі гідратації альдегідів і кетонів; взаємодії з PCl_5 з утворенням гемінальних галогенопохідних; одержання спиртів з альдегідів і кетонів за допомогою реактиву Гріньяра. Карбонільні сполуки вступають у різноманітні реакції конденсації (альдольна, кротонова конденсація). Галогенування альдегідів і кетонів відбувається вибірково лише в α -положенні.

Кетони менш реакційноздатні через алкільні групи, які мають електронно-відштовхуючу дію, частково компенсують позитивний заряд на карбонільному

атомі карбону і зменшують дипольний момент групи C=O. Різна реакційна здатність альдегідів і кетонів більш за все проявляється у відношенні до окиснення: альдегіди легко окиснюються при дії слабких окиснювачів які містять йони Ag^+ , Cu^{2+} ; кетони окиснюються тільки сильними окиснювачами, такими як хромова кислота, калій дихромат.

Широке застосування має **формальдегід** (його 40%-ний водний розчин відомий під назвою **формалін**), **ацетон** як органічний розчинник та речовина для одержання цінних лікарських речовин (хлороформу, йодоформу).

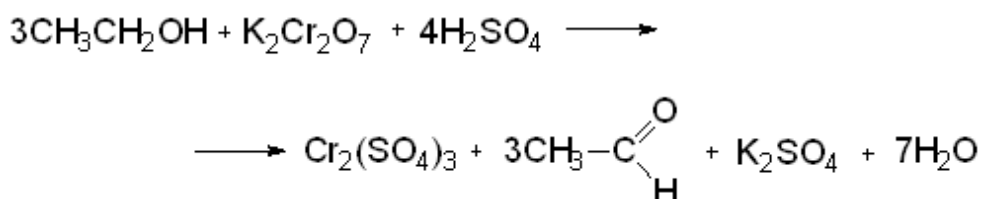
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. Одержання оцтового альдегіду.

1.1. Окисненням етилового спирту дихроматом калію.

Альдегіди зазвичай одержують окисненням первинних спиртів.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: етиловий спирт ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), калій дихромат ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), концентрована сульфатна кислота (H_2SO_4), пробірки - 2 шт., штатив, корок з газовідвідною трубкою, льодова ванна, шматок фарфору.

Хід роботи. В пробірку внести 0,5 г твердого калій дихромату, по 2 мл концентрованої сульфатної кислоти та етанолу і для рівномірного кипіння помістити шматок битого фарфору. Пробірку закрити корком з газовідвідною трубкою і закріпити похило в лапці штативу. Кінець трубки опускають у воду пробірки- приймача, поміщеної у льодову ванну. Суміш поволі підігрівають. Через 2-3 хв. об'єм рідини у пробірці-приймачі збільшується майже вдвічі і з'являється характерний запах оцтового альдегіду.

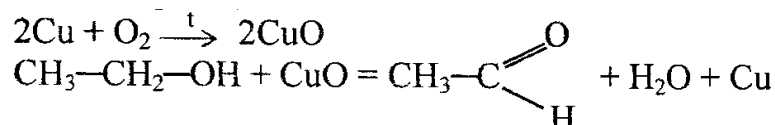
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

1.2. Дегідруванням етилового спирту

Альдегіди можна одержати реакцією каталітичного дегідрування первинних спиртів. Етаналь одержують з етанолу шляхом окиснення киснем повітря дегідруванням на мідному каталізаторі.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), пробірки - 1 шт., мідна дротина.

Хід роботи У суху пробірку налити 1 мл етилового спирту. Мідну дротину прожарити в полум'ї пальника до чорного кольору, занурити у пробірку зі спиртом. Спирт бурхливо закипає. Спостерігати за зміною забарвлення мідної дротини і появою характерного запаху.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

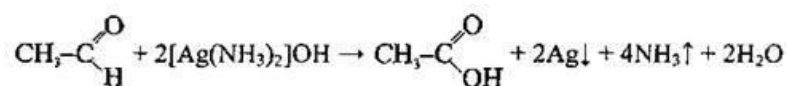
Дослід 2. Окиснення альдегідів (відновні властивості альдегідів).

Альдегіди легко окиснюються до карбонових кислот, тому з цими речовинами реагує багато “м'яких” окисників, які інертні по відношенню до кетонів. Альдегіди можуть бути добрими відновниками і легко відновлюють йони Ag^+ , Cu^{2+} до Ag^0 , Cu^+ . Особливо швидко реакції відновлення протікають в лужному середовищі та при нагріванні. На відновних властивостях альдегідів ґрунтуються деякі *якісні реакції*, які застосовують для їхнього виявлення – реакція «срібного дзеркала», реакція «мідного дзеркала» з $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (проба Тромера). Кетони окиснюються до суміші карбонових кислот лише при використанні сильних окисників.

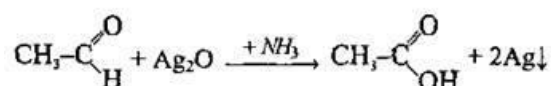
2.1. Окиснення формальдегіду аміачним розчином оксидом срібла (реакція "срібного дзеркала").

Для якісного виявлення альдегідів найчастіше використовують аміачний розчин оксиду срібла $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$. При додаванні лугу до розчину аргентум нітрату утворюється темно-коричневий осад Ag_2O , який розчиняється в розчині аміаку. При нагріванні аміачного розчину аргентум оксиду з альдегідом відбувається відновлення срібла, яке виділяється у вигляді *блискучого дзеркального нальоту на стінках пробірки*. Позитивною реакцією вважають також просто почорніння чи навіть побуріння безколірного розчину.

Схема реакції:



або спрощено



Матеріали, посуд, реактиви: 0,2н розчин аргентум нітрату (AgNO_3), 0,2н розчин натрій гідроксиду (NaOH), 2н розчин амоній гідроксиду (NH_4OH), 1%-ний розчин формальдегіду (CHON), пробірки - 1 шт.

Хід роботи. У пробірку внести 2-3 краплі 0,2н розчину аргентум нітрату, 1 краплю 0,2н натрій гідроксиду та краплями 2н розчин амоній гідроксиду до повного розчинення бурого осаду. До суміші додати декілька крапель формальдегіду. Підігріти до 60°C . Спостерігати за появою **чорного осаду металічного срібла** чи утворенням **срібного дзеркала** на стінках пробірки.

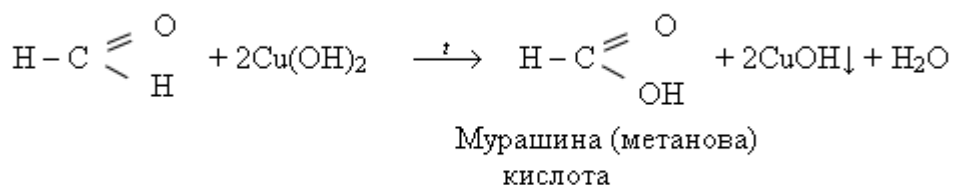
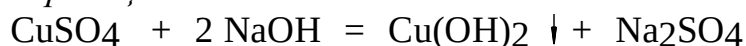
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

2.3. Окиснення формальдегіду за допомогою купрум гідроксиду у лужному розчині (реакція Тромера).

Альдегіди легко окиснюються при нагріванні у лужному середовищі і при цьому відновлюють Cu^{2+} у складі $\text{Cu}(\text{OH})_2$ до Cu^+ (входить до складу CuOH — осаду жовтого кольору). CuOH розкладається з утворенням Cu_2O . Утворення цеглясто-червоного осаду Cu_2O є позитивним тестом на альдегіди. Якщо пробірка чиста, то на її стінках може виділитись навіть **мідне дзеркало** — тонкий шар металічної міді.

Схема реакції:



Цеглясто-червоний осад

Матеріали, посуд, реактиви: 0,2н розчин купрум (II) сульфату (CuSO_4), 4%-ний розчин натрій гідроксиду (NaOH), формалін (CHON), пробірки - 1 шт.

Хід роботи. У пробірку налити декілька крапель 0,2н розчину купрум (II) сульфату і 1-2 краплі 4%-ного розчину натрій гідроксиду. До утвореного осаду купрум (II) гідроксиду додати 1 мл 40%-ного розчину мурашиного альдегіду (формалін), збовтати і нагрівати верхній шар суміші. Спостерігати за зміною забарвлення.

Основні спостереження в експерименті _____

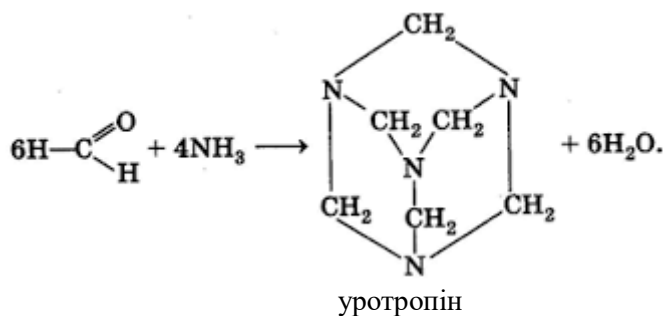
Висновки _____

Дослід 3. Одержання та гідроліз гексаметилентетраміну (уротропіну).

Уротропін (гексаметилентетрамін) — безбарвний кристалічний порошок, добре розчинний у воді. Одержують взаємодією формаліну з аміаком. При нагріванні в кислому середовищі розчин уротропіну гідролізується з утворенням формальдегіду і аміаку. Ці сполуки є також продуктами розпаду уротропіну в тваринному організмі.

Уротропін застосовують як антибактеріальний, антитоксичний і діуретичний засіб при запальних процесах сечовидільної системи великої рогатої худоби і свиней. М'ясо тварин і молоко після застосування уротропіну може бути використано в їжу людям не раніше ніж через добу. В харчовій промисловості уротропін — це добавка-консервант E239 при виробництві сирів та консервації ікри, а також стабілізатор емульсії.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: формалін (CHON), 10%-ний розчин сульфатної кислоти (H₂SO₄, 20%-ний розчин аміаку (NH₄OH), фарфорова чашка, фільтр паперовий, пробірки - 1 шт., скляна паличка.

Хід роботи. У фарфорову чашку внести 5 мл формаліну і, помішуючи скляною паличкою, додати краплями 20%-ний розчин аміаку до появи виразного запаху. Якщо розчин каламутний, його фільтрують і фільтрат випаровують. Спостерігати за випаданням осаду уротропіну.

Частину одержаного уротропіну насипати в пробірку, додати декілька крапель 10%-ного розчину сульфатної кислоти і підігріти. Відмітити появу запаху формальдегіду. Спостереження записати.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

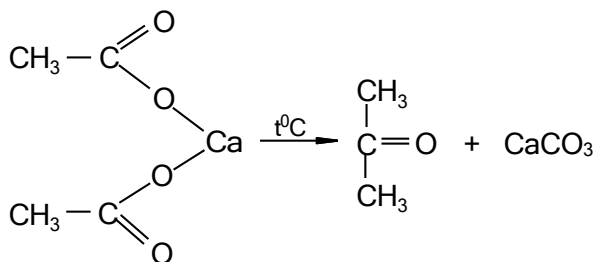
Дослід 4. Одержання ацетону із кальцій ацетату.

Ацетон одержують при термічному розпаді ацетату кальцію. *Ацетон* - прозора летка рідина, легша за воду, з характерним запахом, добре розчинна у воді.

Матеріали, посуд, реактиви: ацетат кальцію Ca(CH₃COO)₂, хлоридна кислота (HCl), пробірки - 2 шт., корок з газовідвідною трубкою.

Хід роботи. У суху пробірку насипати 1-2 г ацетату кальцію, закрити корком з газовідвідною трубкою, кінець трубки занурити в пробірку-приймач, у яку заздалегідь налито 4-5 мл води, і нагрівати у полум'ї пальника 10 хвилин. Пробірку з ацетатом кальцію нагрівають у полум'ї пальника спочатку обережно, потім сильніше до червоного розжарювання. Ацетон конденсується у воді. Відмічають появу характерного запаху відгону у пробірці.

Схема реакції:



Проводять характерну для ацетону реакцію (проба Лібена). Після охолодження у пробірку, де знаходився ацетат кальцію, додати 3 мл хлоридної кислоти.



Спостерігають за виділенням CO_2 .

Основні спостереження в експерименті _____

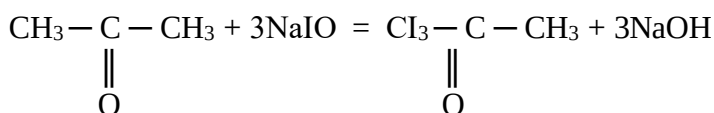
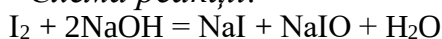
Висновки _____

Якісні реакції на ацетон

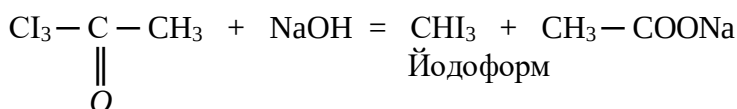
Дослід 5. Йодоформна проба на ацетон (проба Лібена).

При взаємодії йоду з ацетоном у лужному середовищі утворюється йодоформ, який виявляють за появою осаду і характерного запаху йодоформу. **Йодоформна проба** дуже чутлива, дозволяє виявити низькі концентрації ацетону (до 0,04%).

Схема реакції:



Трийодацетон



Йодоформ

Матеріали, посуд, реактиви: 10% розчин натрій гідроксиду (NaOH), водний розчин ацетону - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, розчин йоду в калій йодиді (I_2 в KI), пробірки - 1 шт.

Хід роботи. У пробірку налити 1 мл розчину йоду в калій йодиді, 5-6 крапель 10% розчину натрій гідроксиду (до зникнення забарвлення йоду) і 1 мл водного розчину ацетону. Спостереження записати.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 6. Виявлення ацетону реакцією з нітропрусидом натрію (проба Легалья).

Ацетон з нітропрусидом натрію, $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ в лужному середовищі дає забарвлені в червоний колір продукти реакції. При додаванні оцтової кислоти забарвлення посилюється, набуваючи вишнево-червоного відтінку. Цією пробою можна виявити ацетон у хворих на кетози тварин.

Матеріали, посуд, реактиви: ацетон - $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, вода, 10%-ний розчин натрій гідроксиду - NaOH , розчин натрій нітропрусида - $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, 10% оцтова кислота - CH_3COOH , пробірки - 1 шт.

Хід роботи. У пробірку внести 2-3 краплі ацетону, 2 мл води, 2 мл 10%

розчину натрій гідроксиду і 3 мл розчину нітропрусиду натрію. Виникає червоне забарвлення, яке при додаванні 2-3 мл 10%-ного розчину оцтової кислоти змінюється на темно- фіолетове.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки:

1. Електронна будова карбонільної групи альдегідів та кетонів
2. Номенклатура альдегідів та кетонів
3. Методи одержання, властивості, застосування мурашиного і оцтового альдегідів
4. Ацетон: методи одержання, властивості, застосування
5. Написати приклади реакцій нуклеофільного приєднання за участю альдегідів і кетонів.
6. Якісні реакції, за допомогою яких можна відрізнити альдегіди від кетонів. Написати рівняння відповідних реакцій і пояснити суть цих реакцій.
7. Назвати продукти відновлення альдегідів та кетонів. Навести приклади рівнянь відповідних реакцій.
8. Написати структурні формули основних представників альдегідів та кетонів. Назвати їх за правилами номенклатури IUPAC.
9. Застосування альдегідів та кетонів.

Дата « ____ » _____ 20 ____ р.

ТЕМА 7. КАРБОНОВІ КИСЛОТИ. ЖИРИ.

Карбонові кислоти – це похідні вуглеводнів, які містять у молекулі карбоксильну групу (одну або декілька) **-COOH**, яка є **функціональною групою**.

Карбонові кислот класифікують за:

1. числом карбоксильних груп у молекулі:
 - одноосновні (мають одну групу **-COOH**);
 - багатоосновні (мають дві чи більше груп **-COOH**).
2. хімічною будовою карбонового ланцюга:
 - насичені, ненасичені;
 - аліфатичні, ароматичні.

За природою функціональної групи, яка зв'язана з карбоновим ланцюгом, розрізняють похідні карбонових кислот:

- (гідр)оксикислоти: мають одну чи більше груп **-OH**;
- оксокислоти: мають оксогрупу **C=O**, відповідно до положення якої на карбоновому ланцюзі розрізняють *альдегідокислоти* і *кетокислоти*;

Кислоти добувають реакціями окиснення алканів, спиртів, альдегідів, кетонів, гідролізом тригалогенопохідних вуглеводнів і нітрilів, за допомогою металорганічних сполук.

Карбоксильна група сильно полярна. Оксиген карбонільної групи карбоксилу притягує до себе електрони від гідроксильної групи. Внаслідок зміщення електронної густини зв'язок О-Н легко дисоціює. Це зумовлює кислотні властивості карбонових кислот, які, за винятком мурашиної кислоти, є слабкими кислотами. Двоосновні кислоти сильніші порівняно з одноосновними кислотами. Внаслідок поляризації зв'язку О-Н утворюються водневі зв'язки між молекулами кислот, та між молекулами кислот і води. Тому карбонові кислоти мають вищі температури кипіння, кращу розчинність у воді порівняно до спиртів з тим самим числом атомів карбону.

Карбонові кислоти проявляють *кислотні властивості* (утворення солей в результаті розриву О-Н- зв'язку при взаємодії з активними металами, оксидами металів, лугами), вступають в *реакції заміщення гідроксилу* у карбоксильній групі на різні угруповання з утворенням функціональних похідних: естерів (при взаємодії зі спиртами), галогенангідридів (при взаємодії з PCl_3 , PCl_5); ангідридів (при міжмолекулярній дегідратації); амідів (при взаємодії з аміаком або амінами).

Ненасичені кислоти вступають в реакції приєднання на місці розриву кратних зв'язків (приєднання до α -, β -ненасичених кислот відбувається проти правила Марковникова), полімеризації, окиснення.

Дикарбонові кислоти утворюють два ряди похідних залежно від того, скільки карбоксильних груп вступає в реакцію: неповні (кислі) та повні (середні).

Гідроксикислоти, крім кислотних, виявляють також властивості спиртів (утворення алкоголятів, етерів, естерів, галагенопохідних, окиснюються до оксокислот: кислоти з первинною гідроксильною групою - до альдегідокислот, з вторинною - до кетокислот). При дегідратації α -гідроксикислот утворюються циклічні естери - лактиди, при дегідратації γ - і β - кислот - лактони. Гідроксикислоти виявляють оптичну активність

Оксокислоти вступають у реакції за участю як карбоксильної, так і карбонільної групи.

Естери (складні ефіри) – органічні сполуки, які містять карбонільну групу як частину функціональної групи. Естери є продуктами взаємодії карбонових кислот і спиртів, майже нерозчинні у воді. Температури кипіння естерів нижчі ніж відповідних карбонових кислот внаслідок відсутності міжмолекулярних водневих зв'язків. Естери піддаються гідролізу: *водному* з утворенням спиртів і карбонових кислот, *лужному* (реакція омилення) — спиртів та солей карбонових кислот. Солі високомолекулярних кислот називають **милами**.

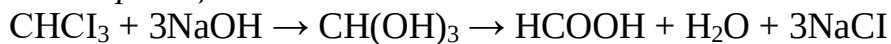
Естери низько- та середньомолекулярних кислот і спиртів – безбарвні речовини з приємним фруктовим запахом. Їх застосовують для приготування фруктових есенцій: ізоамілацетат – грушової, етилівалеріат – яблучної, ізобутилформіат – малинової. Естери високомолекулярних кислот - тверді, інколи кристалічні речовини без запаху. Найбільш важливий спосіб одержання естерів – реакція естерифікації.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. Одержання мурашиної кислоти з хлороформу та її властивості

Мурашина кислота, H-COOH – безбарвна рідина з різким запахом, має подразнюючу дію на шкіру. В лабораторії мурашину кислоту (у вигляді солі) одержують з хлороформу при нагріванні з лугом.

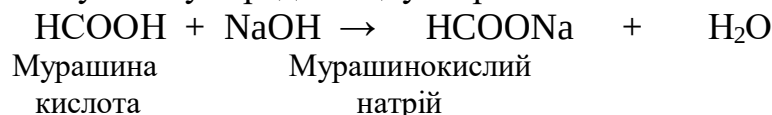
Схема реакції:



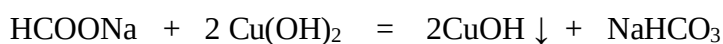
Хлороформ

Мурашина кислота

Мурашина кислота в лужному середовищі утворює сіль:



Сіль мурашиної кислоти містить альдегідну групу, завдяки якій (на відміну від інших одноосновних кислот) легко окиснюється, тому проявляє відновні властивості. Так, мурашина кислота відновлює купрум (II) гідроксид:



Жовтий осад



Червоний

Матеріали, посуд, реактиви: хлороформ - CHCl_3 , 10%-ний розчин натрій гідроксиду (NaOH), 5%-ний розчин купрум (II) сульфату (CuSO_4), пробірки – 1 шт.

Хід роботи. У пробірку внести декілька крапель хлороформу, 1 мл 10%-ного розчину натрій гідроксиду і кип'ятити 2-3 хв. До гарячого розчину додати декілька крапель 5%-ного розчину купрум (II) сульфату. Відмітити зміни, які при цьому спостерігають.

Основні спостереження в експерименті _____

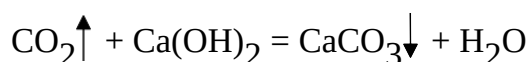
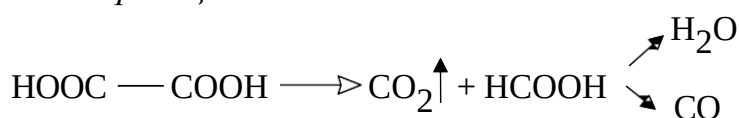
Висновки _____

Дослід 3. Розклад щавелевої кислоти при нагріванні.

Щавлева (оксалатна) кислота, HOOC-COOH – безбарвна кристалічна речовина, добре розчинна у воді, $T_{\text{пл.}} = 189,5^\circ\text{C}$, гігроскопічна. Це органічна двоосновна кислота середньої сили, значно слабша за сильні мінеральні кислоти.

Солі її називаються оксалати. Вони містяться у листках щавлю у формі кислої калієвої солі HOOC-COOK ; кристали оксалату кальцію входять до складу сечових каменів (утворюються при сечокам'яній хворобі). Внаслідок декарбоксилування (відщеплення CO_2) їх під час нагрівання утворюється мурашина кислота, яка розкладається на воду і карбон (II) оксид.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: щавелева кислота (COOH)₂, вапняна вода (розчин Ca(OH)₂ у воді), пробірки - 2 шт., корок з газовідвідною трубкою.

Хід роботи. У суху пробірку насипати 1-2 г щавелевої кислоти, закрити корком з газовідвідною трубкою, кінець трубки занурити у другу пробірку, в яку заздалегідь налито розчин вапняної води. Пробірку зі щавелевою кислотою нагрівати в полум'ї пальника. Відмічають зміни в пробірці з вапняною водою. Спостереження записати.

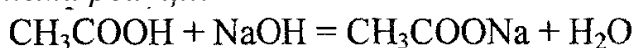
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

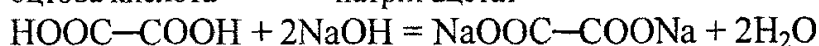
Дослід 4. Взаємодія органічних кислот з основами.

В результаті взаємодії органічних кислот з основами (реакція нейтралізації) утворюються *солі*.

Схема реакції:



оцтова кислота натрій ацетат



щавелева кислота натрій оксалат

Матеріали, посуд, реактиви: 0,001н розчин натрій гідроксиду – NaOH, фенолфталеїн, 10%-ний розчин щавелевої кислоти – (COOH)₂, 10%-ний розчин оцтової кислоти – CH₃COOH, пробірки – 2 шт.

Хід роботи. У дві пробірки додати по декілька крапель розчину NaOH і фенолфталеїну. Виникає червоне забарвлення. У 1 пробірку вносять розчин оцтової, а до 2 – розчин щавелевої (оксалатної) кислоти. Відмічають зміну забарвлення.

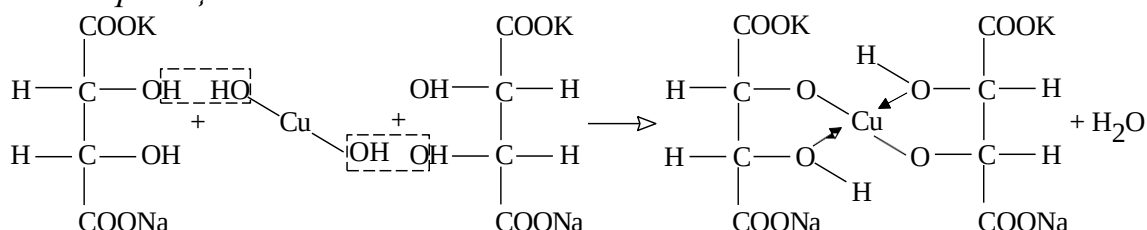
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 5. Взаємодія натрій-калій тартрату (сегнетової солі) з купрум (II) гідроксидом.

Винною є кислота та її солі *тартрати* містять дві гідроксильні групи з відносно рухомими атомами гідрогену і, подібно до багатоатомних спиртів, здатні розчинятися у лужному середовищі гідроксиди важких металів. Сегнетова сіль (калій-натрій тартрат) – це середня сіль винної кислоти. При взаємодії сегнетової солі з купрум (II) гідроксидом голубий осад розчиняється і розчин набуває темно-синього кольору внаслідок утворення хелатної сполуки – розчинної комплексної сполуки

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: 10%-ний розчин натрій гідроксиду – NaOH, 5%- ний розчин купрум (II) сульфату (CuSO₄,) розчин натрій-калій тартрату KNaC₄H₄O₆ • 4H₂O, пробірки - 1 шт.

Хід роботи. У пробірку налити по декілька крапель 10%-ного розчину натрій гідроксиду, 5%-ного розчину купрум (II) сульфату, 1-2 мл розчину натрій-калій тартрату. Спостерігають за розчиненням осаду і зміною забарвлення розчину.

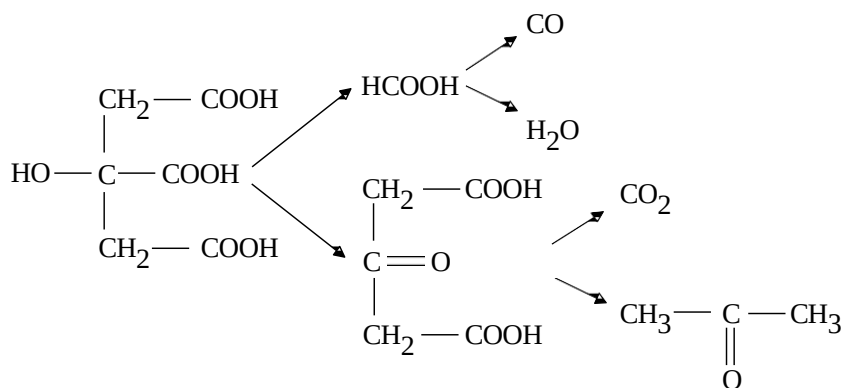
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 6. Розклад цитринової кислоти при нагріванні.

Цитринова (лимонна) кислота - трикарбонова гідроксикислота. При нагріванні з концентрованою сульфатною кислотою розкладається з утворенням ацетону, карбон (IV) оксиду та мурашиної кислоти. Остання розкладається з утворенням карбон (II) оксиду та води. Утворення йодоформу вказує на виділення ацетону; помутніння вапняної води – на виділення вуглекислого газу CO₂, а горіння - на виділення карбон (II) оксиду, CO.

Схема реакції:



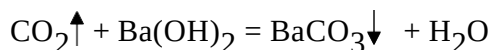
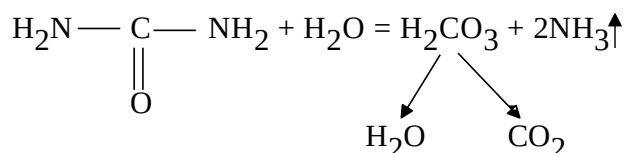
Матеріали, посуд, реактиви: цитринова кислота (HOOCCH₂)₂C(OH)COOH, концентрована сульфатна кислота (H₂SO₄), розчину йоду з декількома краплями лугу, вапняна вода (водний розчин Ca(OH)₂), корок з газовідвідною трубкою, пробірки – 3 шт.

Хід роботи. В першу пробірку насипати 1 г цитринової кислоти і 2 мл концентрованої сульфатної кислоти, закрити корком з газовідвідною трубкою, у другу пробірку – 2-3 мл розчину йоду з декількома краплями лугу; у третю пробірку – 2-3 мл прозорої вапняної води. Суміш цитринової і сульфатної кислот обережно нагрівати, а газ, що виділяється, пропустити через: а) розчин вапняної води; б) розчин з йодом; в) підпалити. Спостерігати за появою осадів та специфічного запаху.

Дослід 7. Гідроліз амідів кислот.

Аміди кислот – це продукти заміщення гідроксилу карбоксильної групи на групу $-\text{NH}_2$. Особливе значення в класі амідів має карбамід, або **сечовина** – повний амід карбонатної кислоти. Сечовина при нагріванні у водних розчинах розкладається з утворенням аміаку і карбонатної кислоти, яка далі розкладається на воду та CO_2 . Останній при взаємодії з баритовою водою утворює осад.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: сечовина $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, баритова вода (водний розчин $\text{Ba}(\text{OH})_2$), пробірки - 1 шт.

Хід роботи. До 1 мл розчину сечовини додати подвійний об'єм прозорої баритової води і нагрівати. Спостерігають за утворенням продуктів реакції: аміаку та осаду барій карбонату.

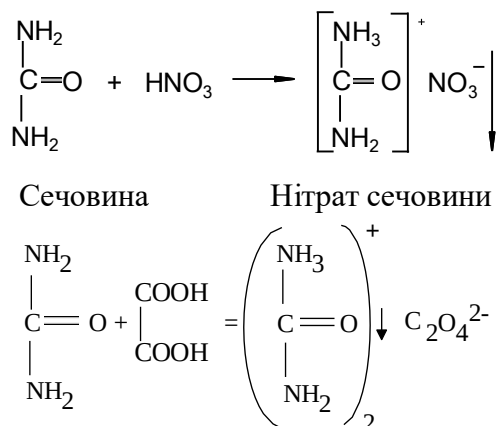
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 8. Утворення солей при взаємодії сечовини з кислотами.

Солі сечовини практично нерозчинні у воді, тому реакції утворення солей можуть бути використані для виявлення сечовини.

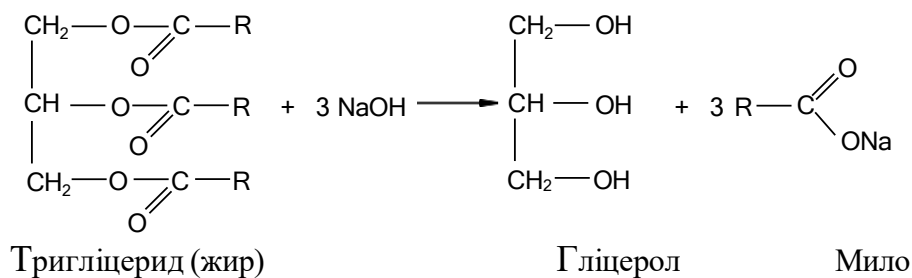
Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: розчин сечовини – $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (1 г сечовини розчинити у 5 мл води), концентрована нітратна кислота - HNO_3 , насичений розчин щавелевої кислоти – $(\text{COOH})_2$, пробірки - 2 шт.

Основні спостереження в експерименті

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: ри́б'ячий жир, 33% розчин натрію гідроксиду - NaOH.

Хід робот. У пробірку налити 1 мл ри́б'ячого жиру та 5 мл 33% розчину натрію гідроксиду. Підігріти до кипіння. Спостерігають утворення мила.

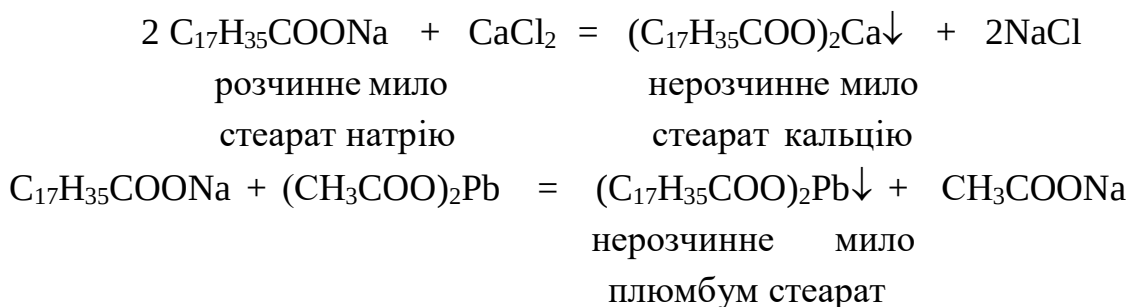
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 11. Утворення нерозчинного у воді мила.

Мила поділяють на **тверді** (натрієві солі ВЖК) і **рідкі** (калієві солі ВЖК), **розчинні** (солі лужних металів) і **нерозчинні** (солі лужноземельних і важких металів Al, Ca, Co, Pb, Zn) у воді. Жорстка (тверда) вода містить йони Ca^{2+} , і Mg^{2+} які взаємодіють з аніонами карбонових кислот (утворюються при дисоціації мила) і утворюють нерозчинні у воді солі (мила). Таким є кальцієві і свинцеві мила. Якщо до розчину мила додати розчин кальцій хлориду, CaCl_2 , то утвориться осад нерозчинного мила - стеарат кальцію.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: водний розчин мила $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$, 0,5н. кальцій хлорид - CaCl_2 ; 0,1н. розчин ацетату свинцю - $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$.

Хід робот. У дві пробірки налити по 2 мл водного розчину мила. Тоді до 1 пробірки додати декілька крапель 0,5н кальцію хлориду, а до 2 – 0,1н ацетату свинцю. Спостерігати за випадінням білого осаду кальцієвого та свинцевого мила.

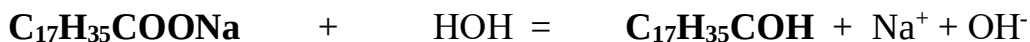
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 12. Гідроліз мила.

Мило, як сіль сильної основи і слабкої кислоти, гідролізує. Малинове забарвлення фенолфталеїну вказує на те, що водний розчин мила має лужну реакцію.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: спиртовий розчин мила - $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$, фенолфталеїн, дистильована вода.

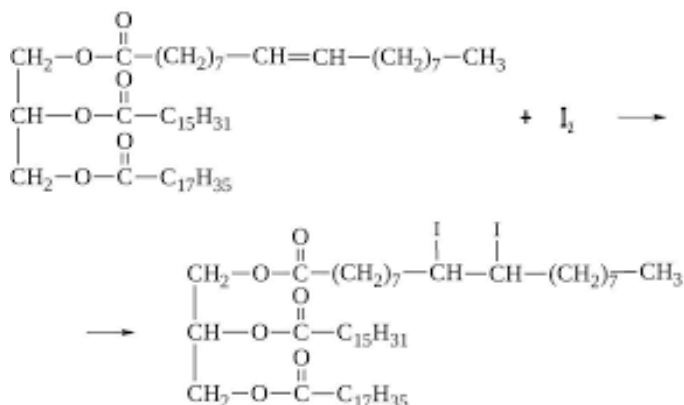
Хід работ. У пробірку налити 5-6 крапель спиртового розчину мила і одну краплю фенолфталеїну. Суміш не забарвлюється. Після цього, безперервно збовтуючи, додавати краплями дистильовану воду. Спостерігають за появою забарвлення.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 13. Виявлення в жирах ненасичених жирних кислот.

Ненасичені кислоти у складі жирів містять ненасичені зв'язки, які виявляють в реакції з йодом. В цій реакції забарвлення йоду зникає.



Матеріали, посуд, реактиви: розчин жиру в хлороформі, 1 % розчину йоду.

Хід работ. У пробірку налити 1 мл розчину жиру в хлороформі і одну краплю 1 % розчину йоду. Збовтати. Спостерігають за зникненням забарвлення йоду, що вказує на наявність ненасичених жирних кислот.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки:

1. Карбонові кислоти. Класифікація. Номенклатура. Ізомерія.
2. Електронна будова карбоксильної групи.
3. Методи одержання кислот.
4. Ізомерія та номенклатура карбонових кислот
5. Хімічні властивості одноосновних насичених карбонових кислот.
6. Естери. Методи одержання, хімічні і фізичні властивості. Застосування

7. Жири. Класифікація. Властивості, застосування. Біологічна роль
8. Написати реакції водного і лужного гідролізу жирів. Назвати продукти, які отримують при гідролізі жирів.
9. Гідрогенізація жирів.
10. Мила. Класифікація. Способи одержання. Властивості. Застосування.
11. Хімічні властивості одноосновних ненасичених карбонових кислот.

Дата «___» _____ 20___р.

ТЕМА 8. ВУГЛЕВОДИ

Вуглеводи – органічні сполуки, у складі яких є атоми карбону, водню та кисню, причому співвідношення Н:О = 2:1 (як у воді). Загальна формула вуглеводів $C_n(H_2O)_n$. У хімічному відношенні вуглеводи є *полігідроксиальдегідами* або *полігідроксикетонами*. Їх молекули містять одночасно *гідроксильні* та *карбонільну (альдегідну або кетонну) функціональні групи*. Вуглеводи поділяють на *моносахариди* (найпростіші вуглеводи, які не здатні гідролізуватися), *дисахариди* (при гідролізі утворюють дві молекули моносахаридів) і *полісахариди* (при гідролізі утворюють багато молекул моносахаридів).

Моносахариди поділяють за кількістю атомів карбону в молекулі (*тріози, тетрози, пентози, гексози*) та за функціональними групами (*альдози і кетози*). Найбільш поширеними є пентози (*рибоза*) і гексози (*глюкоза, фруктоза*).

Ізомерія вуглеводів: *міжкласова* (альдози є ізомерами кетоз і, навпаки); *стереоізомерія* – зумовлена існуванням сполук-епімерів; *оптична* (кожний стереоізомер існує у вигляді D- та L-оптичних ізомерів), зумовлена наявністю в молекулах *хіральних або асиметричних атомів карбону (стереоцентри)*; *таутомерна* – *циклолан-цюгова таутомерія* (проявляється у виді циклічної та відкритої форм моноз) та *кето-енольна таутомерія* (в лужному середовищі кетози переходять в альдози через енольну форму). В розчині моносахариди можуть перебувати у всіх таутомерних формах.

Циклічні (півацетальні) форми вуглеводів виникають внаслідок внутрішньомолекулярної взаємодії карбонільної групи з групою -ОН моносахариду (наприклад, при C_5 – у глюкози). При цьому утворюється *півацетальний (глікозидний) гідроксил*, найбільш реакційно активна ОН-група вуглеводу і виникає зв'язаний з нею новий *хіральний центр (аномерний атом карбону)*.

Моносахариди проявляють властивості спиртів, карбонільних сполук і півацеталів. При *відновленні* моносахаридів утворюються багатоатомні спирти.

У присутності йонів Cu^{2+} та Ag^+ всі *моносахариди* (як альдози, так і кетози) легко окиснюються до відповідних альдонових кислот і проявляють *відновні властивості*. Кетози у лужному середовищі ізомеризуються в альдози.

Як багатоатомні спирти моносахариди розчиняють гідроксиди окремих важких металів (наприклад, голубий осад купрум (II) гідроксиду), утворюють етери, естери.

Моносахариди утворюють глікозиди завдяки *глікозидному зв'язку*, який виникає внаслідок відщеплення молекули води від півацетального гідроксилу моносахариду та гідроксилу іншої сполуки (в т.ч. й іншого моносахариду).

Глікозид – ацеталь моносахариду, який існує у α - і β -формах.

*Дисахариди містять два залишки моносахаридів, які сполучені між собою глікозидним зв'язком. Відновні дисахариди утворені глікозидним гідроксидом лише однієї молекули моносахариду. Це мальтоза (містить залишки двох молекул α - глюкози, які з'єднані α -1,4-глікозидним зв'язком), лактоза (побудована з β -галактози та α -глюкози, які з'єднані β -1,4-глікозидним зв'язком). Такі дисахариди відновлюють деякі метали з їх оксидів (реагують з реактивом Толленса і реактивом Фелінга) завдяки вільній глікозидній гідроксильній групі і проявляють *цикло-оксо-таутомерію*. Їм властиве явище *мутаротації*.*

Невідновні дисахариди утворені двома глікозидними (півацетальними) ОН-груп двох моносахаридів. Тому явище мутаротації їм не властиве, вони не відновлюють оксиди металів та перебувають лише у циклічній формі. Це трегалоза (побудована з двох молекул глюкози, з'єднаних α -1,1-глікозидним зв'язком), сахарозу (побудована з глюкози і фруктози, з'єднаних α -1,2-глікозидним зв'язком).

Полісахариди (поліози) - високомолекулярні речовини, при гідролізі яких утворюється велике число моносахаридів. Практично нерозчинні у воді, окремі представники утворюють колоїдні розчини. Нецукроподібні полісахариди: крохмаль, глікоген, інулін, клітковина (целюлоза). Крохмаль і глікоген мають α -глікозидні зв'язки, карбоновий ланцюг глікогену більше розгалужений, ніж у крохмалю. У клітковині залишки глюкози сполучені β -глікозидними зв'язками, ланцюг не має розгалужень.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Дослід 1. Спостереження за явищем мутаротації.

Моносахариди – безбарвні кристалічні речовини, добре розчинні у воді, солодкі на смак. Це оптично активні сполуки завдяки асиметричним атомам карбону, а тому здатні повертати площину плоскополяризованого світла. Моносахариди під час розчинення у воді перетворюються у свої стереоізомери. За цим перетворенням можна спостерігати, якщо помістити свіжий розчин моносахариду (наприклад глюкози) у поляриметр.

Розрізняють α - та β -циклічні таутомерні форми глюкози. Кожна з них повертає площину плоскополяризованого світла вправо на певний кут: α -форма - на $+119,6^\circ$, а β -форма – на $+19^\circ$. При розчиненні кристалічна глюкоза із циклічної α -глюкопіранозної форми переходить у розкрити альдегідну форму, яка далі ізомеризується в β -форму. Процес триває до встановлення динамічної рівноваги між цими двома формами. При цьому на α -форму припадає до 36%, на β -форму – до 64% і на відкриту – біля 0,02%, а кут повертання плоскополяризованого світла становить $+52,3^\circ$. Зміну значення кута повертання поляризованого світла в розчині називають *явищем мутаротації*. Вимірюють величину кута за допомогою пристрою поляриметра.

Матеріал, посуд, реактиви: поляриметр, колбочка об'ємом 100 мл – 1 шт., годинник, глюкоза кристалічна, вода дистильована.

Хід роботи. У скляній колбочці готують 40 мл розчину глюкози довільної концентрації (від 2 до 20%), заповнюють ним поляриметричну трубку і

спостерігають в поляриметрі за кутом повертання протягом 40 хвилин. Початкові і кінцеві результати записують.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 2. Визначення концентрації глюкози в розчині за кутом відхилення поляризованого проміння.

За величиною кута повертання площини плоскополяризованого світла можна визначити концентрацію глюкози в розчині.

Матеріали, посуд, реактиви: поляриметр, глюкоза $C_6H_{12}O_6$, дистильована вода, пробірка – 1 шт..

Хід роботи. У пробірку наливають 8–10 мл розчину глюкози, виготовленого в роботі 1, і кип'яють 1–2 хв. Після охолодження заповнюють розчином поляриметричну трубку, знаходять кут відхилення і вираховують концентрацію глюкози за формулою:

$$C = \frac{a \cdot 100}{[a]^{20} \cdot D \cdot L}$$

C — концентрація глюкози;

a — знайдений кут відхилення досліджуваного розчину;

$[a]^{20} \cdot D$ — питома поворотність (для глюкози $52,5^\circ$);

L — довжина трубки, дм;

— жовта натрієва смуга спектру, що пропускає хвилі довжиною 5880 Å.

Порівнюють дані першого визначення без кип'ятіння. Отримана різниця вказує на те, що в розчинах проходить мутаротація.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Хімічні властивості вуглеводів

(якісні реакції на моносахариди, дисахариди і полісахариди)

Дослід 3. Вплив сильних основ на цукри. Викривання цукру в сечі.

Матеріали, посуд, реактиви: розчин цукру, 33% розчину натрію гідроксиду (NaOH).

Хід роботи. У пробірку наливають 1–2 мл розчину цукру, додають стільки ж

33% розчину натрію гідроксиду і обережно нагрівають. Що спостерігають? Результати записують. Реакцію повторюють із сечею.

Основні спостереження в експерименті _____

Дослід 4. Реакція на виявлення декількох гідроксильних груп у молекулі глюкози.

При взаємодії розчину глюкози з купрум (II) гідроксидом утворюється внутрішньокмплесна сполука купрум (II) глюконат, забарвлена в інтенсивно синій колір. Це якісна реакція на багатоатомні спирти та сполуки з двома (і більше) гідроксильними групами у молекулі.

Матеріал, посуд, реактиви: 10%-ний розчин купрум(II) сульфату, 10%-ний розчин натрій гідроксиду, 0,5%-ний розчин глюкози, пробірка – 1 шт.

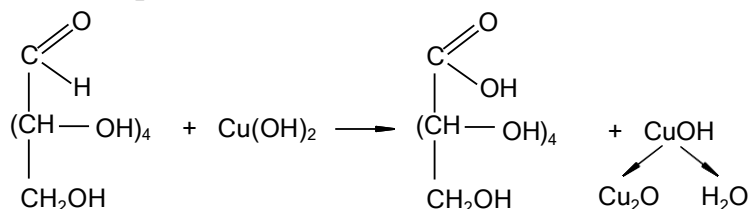
Хід роботи. У пробірку внести 2 краплі 10%-ного розчину купрум(II) сульфату, 4 краплі 10%-ного розчину натрій гідроксиду та додати 0,5%-ний розчин глюкози.

Спостерігати за розчиненням голубого драглистого осаду купрум(II) гідроксиду та появою яскраво-синього забарвлення розчину.

Дослід 4 Виявлення глюкози за допомогою купрум(II) гідроксиду (проба Троммера).

Реакцію використовують в хімічному аналізі для виявлення моносахаридів у розчинах. Моносахариди відновлюють йони Cu^{2+} до Cu^+ і самі окиснюються до альдонових кислот. При нагріванні глюкози з купрум (II) гідроксидом утворюється купрум (I) гідроксид (осад жовтого кольору), який при подальшому нагріванні перетворюється в купрум (I) оксид (осад цегляно-червоного кольору). Фруктоза в лужному середовищі частково перетворюється у глюкозу завдяки кетоенольній таутомерії і тому також реагує з купрум(II) гідроксидом.

Схема реакції:



Глюкоза

Глюконова кислота

Матеріал, посуд, реактиви: розчин глюкози — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 0,5–1 мл 10% розчин натрію гідроксиду — NaOH і 10% розчин купрум сульфату — CuSO_4 .

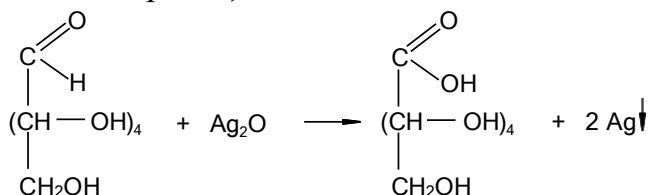
Хід роботи. У пробірку наливають 2–3 мл водного розчину глюкози, 0,5–1 мл 10% розчину натрію гідроксиду і 1–2 краплі 10% розчину міді сульфату. Повільно нагрівати. Досліди повторюють з розчинами фруктози, сахарози, лактози, крохмалю. Результати записують.

Основні спостереження в експерименті

Дослід 5. Окиснення глюкози амоніачним розчином аргентум нітрату (проба Толленса, або реакція “срібного дзеркала”).

У цій реакції проявляються відновні властивості вуглеводів, що мають альдегідну чи “потенційну” альдегідну групу. Відновлене срібло осідає на стінках пробірки у вигляді „срібного дзеркала” або утворюється чорний осад металічного срібла.

Рівняння реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: розчин аргентум нітрату (AgNO_3), 10% розчин натрію гідроксиду (NaOH), 10%-ний розчин аміаку ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 0,5%-ний розчин глюкози ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), пробірка – 1 шт.

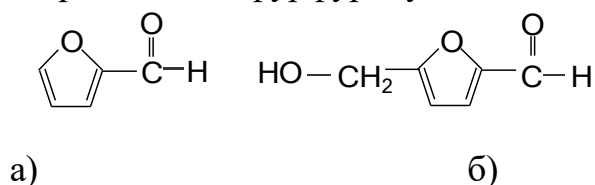
Хід роботи. У пробірку налити 2–3 краплі розчину срібла нітрату і 1 краплю 10% розчину натрію гідроксиду. Постійно помішуючи, додати краплями розчин аміаку до розчинення осаду срібла окису. До суміші долити 2 мл розчину глюкози і легко нагрівати. Вміст пробірки спочатку буріє, а потім темніє. У місці підігріву пробірки срібло осідає на стінках пробірки у вигляді срібного дзеркала. Можна спостерігати випадіння чорного осаду металічного срібла, що також є позитивним тестом. Результати і спостереження записують і пояснюють.

Основні спостереження в експерименті _____

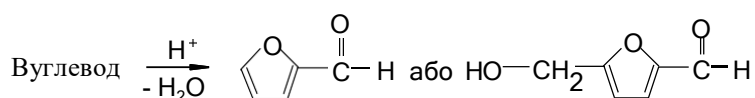
Висновки _____

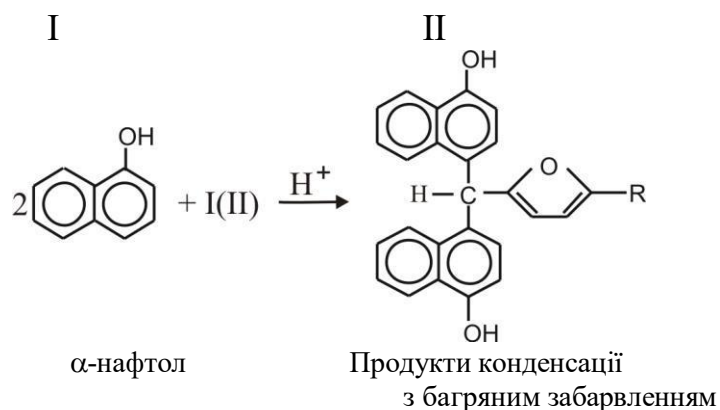
Дослід 6. Якісна реакція на цукри з α -нафтолом.

Реакцію використовують для виявлення пентоз та гексоз. Реакція базується на здатності моносахаридів до кислотно-каталітичної дегідратації з утворенням а) фурфуролу та б) 5-гідроксиметилфурфуролу:



Дисахаради і полісахариди дають позитивний тест лише при гідролізі, внаслідок якого утворюються пентози або гексози. При взаємодії утворених моносахаридів зі спиртовим розчином α -нафтолу виникає багряне забарвлення:





де: R = —H чи —CH₂OH

Поява багряного забарвлення зумовлена продуктами конденсації α -нафтолу з фурфуролом чи 5-оксиметилфурфуролом. Останній утворюється при дії сильної кислоти на вуглеводи.

Матеріал, посуд, реактиви: розчин цукру, розчин α -наф-толу, концентрована сульфатна кислота, пробірки.

Хід роботи. У пробірку наливають 1-2 мл розчину цукру та 1-2 краплі (не більше) розчину α -нафтолу. Змішують і підшаровують піпеткою 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Спостерігають за утворенням кольорового кільця (продукту конденсації) в зоні стикання обох рідин.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 7. Реакції на фруктозу.

7.1. Реакція Селіванова.

Реакція базується на тому, що під час нагрівання розчину фруктози з концентрованою хлоридною кислотою утворюється оксиметилфурфурол, який з резорцином дає продукт конденсації, забарвлений в інтенсивний вишнево-червоний колір.

Матеріали, посуд, реактиви: концентрована хлоридна кислота (HCl), резорцин, розчин фруктози (C₆H₁₂O₆), розчин глюкози (C₆H₁₂O₆).

Хід роботи. У дві пробірки налити по 1–2 мл концентрованої соляної кислоти і додати по декілька кристаликів резорцину. У першу пробірку додати 2–3 мл розчину фруктози, а до другої стільки ж розчину глюкози. Нагрівати у киплячій водянній ванні. Спостерігати за змінами під час короточасного нагрівання.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

7.2 Виявлення фруктози в сахарозі.

Матеріали, посуд, реактиви: концентрована хлоридна кислота — HCl,

резорцин, розчин сахарози ($C_{12}H_{22}O_{11}$, водяна ванна.

Хід роботи. До пробірки наливають 2 мл концентрованої хлоридної кислоти. Кидають декілька кристаликів резорцину і доливають 2 мл розчину сахарози. Змішують вміст пробірки і ставлять у кип'ячу водяну ванну.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 8. Карамелізація сахарози.

Матеріали, посуд, реактиви: сахароза — $C_{12}H_{22}O_{11}$, дистильована вода.

Хід роботи. У пробірку насипають біля 0,5 г сахарози і нагрівають на слабкому полум'ї пальника до появи світло-коричневого кольору. До розчину додають 5 мл дистильованої води і виконують пробу Тромера.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 9. Перевірка відновних властивостей дисахаридів.

Сахароза може розщепитись у кислому середовищі і дати позитивну реакцію Тромера.

Матеріали, посуд, реактиви: розчин сахарози — $C_{12}H_{22}O_{11}$, 25% сульфатна кислота — H_2SO_4 , водяна ванна, 10% розчин натрію гідроксиду — NaOH.

Хід роботи. У дві пробірки наливають по 2 мл розчину сахарози. В одну з них додають 6 крапель 25% сульфатної кислоти, кип'ятять 1 хв у водяній ванні. Після кип'ятіння кислоту нейтралізують 10% розчином натрію гідроксиду. З вмістом обох пробірок виконують реакцію Тромера.

Реакцію виконують також з розчином мальтози. Результати записують і пояснюють. У чому суть мальтозного та трегалозного типу зв'язку в дисахаридах?

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 10. Кольорова реакція з йодом на крохмаль.

Матеріали, посуд, реактиви: розчин крохмалю, розчин йоду.

Хід роботи. До 1 мл розчину крохмалю додати 1 краплю розчину йоду. Спостерігають за зміною забарвлення під час нагрівання пробірки і після охолодження.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 11. Кислотний гідроліз крохмалю

Матеріали, посуд, реактиви: розчин крохмалю, розчин йоду,

концентрована соляна (хлоридна) кислота — HCl.

Хід роботи. У колбочку налити 25 мл крохмалю і додати 1 мл концентрованої соляної кислоти. Перемішати. З цієї суміші взяти по 5 мл розчину до 5 пробірок і поставити їх в киплячу водяну ванну. Через 3 хв. вийняти першу пробірку, через 5 хв. — другу, через 8 хв. — третю, через 12 хв. — четверту і через 20 хв. — п'яту. Після цього поділити вміст кожної пробірки на дві рівні частини і з однією робити пробу на наявність крохмалю з краплею йоду, а з другою виконати пробу Тромера на глюкозу.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки:

1. Класифікація вуглеводів.
2. Які види ізомерії характерні для моносахаридів? Хімічні властивості моносахаридів.
3. Як утворюються циклічні форми моносахаридів?
4. Що таке оптична активність вуглеводів і від чого вона залежить?
5. Які дисахариди належать до відновних і невідновних?
6. Уміти пояснити поняття: моносахарид, дисахарид, полісахарид.
7. Уміти писати розкриті ланцюгові та циклічні формули моносахаридів, лінійні проекції Фішера, проекційні формули Хеуорса. Знати суть явища мутаротації та особливості різних видів ізомерії.
8. Вивчити способи добування та хімічні властивості моносахаридів.
9. Знати роль вуглеводів як сполук життя.

Дата « » 20 р.

ТЕМА 9. АМІНОКИСЛОТИ. БІЛКИ.

Амінокислоти — це похідні карбонових кислот, у радикалі яких один або більше атомів гідрогену заміщені аміногрупами. Амінокислоти розділяють на ациклічні і циклічні. Залежно від кількості амінних і карбоксильних груп амінокислоти поділяють на: моноаміномонокарбонові, моноамінодикарбонові, діаміномонокарбонові.

Циклічні амінокислоти розділяють на гомоциклічні (ароматичні) і гетероциклічні.

Внаслідок присутності в молекулі амінокислот одночасно карбоксильної і амінної груп вони мають амфотерні властивості, тобто можуть утворювати солі, як з лугами, так і з кислотами. Подібно до карбонових кислот можуть утворювати ефіри, амід, галогенангідриди і подібно до амінів розкладаються під дією азотистої кислоти. *Білки* — високомолекулярні органічні речовини колоїдної природи, які в основному складаються з амінокислот, сполучених між собою пептидними зв'язками.

Матеріали, посуд, реактиви: розчин білка, реактив Мілона.

Хід роботи. До пробірки наливають 1 мл розчину білка і додають 1 мл реактиву Мілона (розчин ртуті в нітратній кислоті). Нагрівають до кипіння.

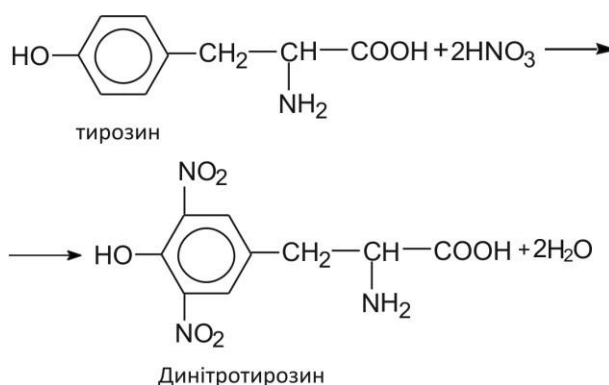
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 4. Ксантопротейнова реакція.

Реакція обумовлена нітруванням бензенового кільця ароматичних амінокислот з утворенням нітросполук жовтого кольору.

Схема реакції:



Матеріал, посуд, реактиви: розчин білка, концентрована нітратна кислота, 10%- ний розчин натрій гідроксиду, пробірка – 1 шт.

Хід роботи. До пробірки наливають 1 мл розчину білка. Додають 1–2 мл концентрованої нітратної кислоти і нагрівають до кипіння.

Основні спостереження в експерименті _____

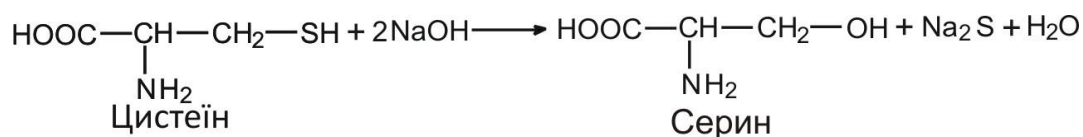
Висновки _____

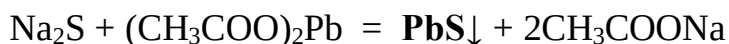
Дослід 5. Реакція на наявність в складі білка. сульфурвмісних амінокислот.

Сульфурвмісні амінокислоти в білках можна визначити за допомогою реакції перетворення SH-групи сульфуру до неорганічного сульфідіду при дії лугів.

Утворений в результаті реакції сульфід-іон S^{2-} виявляють за допомогою плюмбум (II) ацетату (утворюється чорний осад плюмбум (II) сульфідіду).

Схема реакції:





Матеріал, посуд, реактиви: 2%-ний розчин білка, 10%-ний розчин натрій гідроксиду, 10%-ний розчин плюмбум (II) ацетату, пробірка – 1 шт.

Хід роботи. У пробірку вносять 1 мл 2%-ного розчину білка і додають 2–3 краплі 10%-ного розчину натрій гідроксиду. Суміш нагрівають до кипіння і додають декілька крапель 10%-ного розчину плюмбум (II) ацетату. Відмічають утворення сіро-чорного осаду плюмбум(II) сульфід.

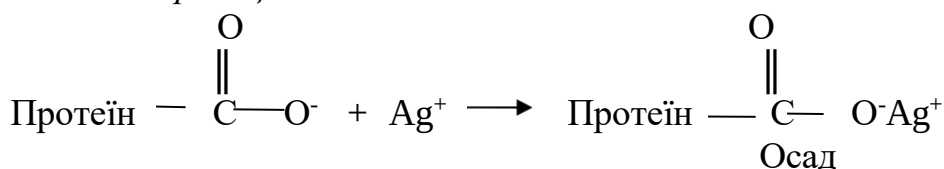
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 6. Взаємодія білків з солями важких металів.

Йони важких металів, таких як Hg^+ , Ag^+ , Pb^{2+} реагують з вільними карбоксильними групами білків з утворенням нерозчинних солей. Протимікробні властивості розчинів AgNO_3 та HgCl_2 є результатом осадження білків в бактеріях.

Схема реакції:



Матеріал, посуд, реактиви: 2%-ний розчин желатину, 2%-ний розчин яєчного білка, 2%-ний розчин казеїну, 5%-ний розчин HgCl_2 , 5%-ний розчин AgNO_3 , пробірки – 3 шт., піпетка.

Хід роботи. У три мічені пробірки внести: у першу - 1 мл 2%-ного розчину желатину, у другу - 1 мл 2%-ного яєчного альбуміну, у третю – 1 мл 2%-ного казеїну. В кожну пробірку піпеткою додати по 1 мл 5%-ного розчину HgCl_2 . Записують спостереження та результати. Повторюють досліди з 5%-ними розчинами аргентум нітрату чи плюмбум(II) нітрату з новими зразками желатину, білка і розчину казеїну.

Основні спостереження в експерименті

Висновки _____

Питання для самопідготовки

1. Написати і назвати функціональні групи, які мають амінокислоти?
2. Як класифікують амінокислоти? Навести приклади.
3. Напишіть формули амінокислот:
 - а) серин, в) триптофан, д) валін, є) цистеїн; б) аспарагінова кислота;
 - г) гліцин; е) тирозин.
4. методи одержання амінокислот.

5. Перелічити якісні реакції, які використовують для виявлення:
 - а) пептидних зв'язків у молекулах білків; б) ароматичних амінокислот;
 - в) вільних аміногруп в білках.
6. За допомогою якої реакції викривають сірковмісні амінокислоти?
7. Пояснити суть біуретової і ксантопротеїнової реакцій на білки?
8. Загальні поняття про будову білків.
9. Пояснити терміни:
 - а) пептидний зв'язок; в) поліпептид б) дипептид;
10. Описати чотири структурні рівні молекул білків (первинна, вторинна, третинна і четвертинна структура білків) .
11. Пояснити, як відрізняється денатурація білка від коагуляції

Дата «___» _____ 20___ р.

ТЕМА 10. АРОМАТИЧНІ СПОЛУКИ

До ароматичних сполук належать **ароматичні вуглеводні**, або **арени** та їхні **похідні**, які містять в своїй будові бензенове ядро: ароматичні спирти, феноли, ароматичні альдегіди і кетони, ароматичні кислоти та їх похідні.

Арени включають **бензен** і його гомологи, Характерними реакціями для аренів є реакції заміщення гідрогену бензенового кільця на: а) нітрогрупу (реакція нітрування); б) сульфогрупу (реакція сульфування); в) галогени. Заміщення галогенами проходить також і в бокових ланцюгах (радикалах). За допомогою цих реакцій одержують нітро-, сульфо- і галогенопохідні ароматичних вуглеводнів, які використовують для синтезу різноманітних сполук.

Феноли — ароматичні сполуки, які мають гідроксильні групи, зв'язані безпосередньо з бензеновим ядром. Сполуки, які мають гідроксильну групу в боковому ланцюзі, називаються *ароматичними спиртами*.

Ароматичні альдегіди, кетони і кислоти мають відповідні функціональні групи: альдегідну, карбонільну, карбоксильну на ароматичних радикалах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

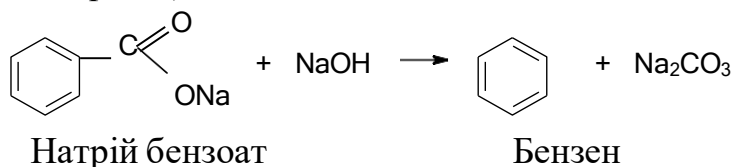
І. Ароматичні вуглеводні (арени)

Бензен C_6H_6 — безколірна рідина зі своєрідним неприємним запахом, практично нерозчинний у воді, Ткип - $80^{\circ}C$, Тпл. - $5,5^{\circ}C$. *Отруйний!*

Дослід 1. Одержання бензену.

Одержують бензен в лабораторії декарбоксилюванням натрієвої солі бензойної кислоти (аналогічно одержанню алканів сплавлянням солей аліфатичних кислот з лугами).

Схема реакції:



Матеріал, посуд, реактиви: пробірка з газовідвідною трубкою, фарфорова ступка, натрій бензоат, натронне вапно.

Хід роботи. У фарфорову ступку насипати 2 г натрій бензоату, додати 4 г натронного вапна, суміш подрібнити, помістити у суху пробірку, закрити корком з газовідвідною трубкою і закріпити в штативі з легким нахилом. Кінець газовідвідної трубки спрямовують в пробірку-приймач, вміщену в посудину з льодом. Суміш натрій бензоату і натронного вапна обережно нагріти. Відмічають появу специфічного запаху бензену.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 2. Екстракція бромів із бромної води.

При змішуванні бензену з бромною водою бром переходить у верхній шар бензену, який забарвлюється у жовтий колір. Нижній шар при цьому знебарвлюється (бром краще розчиняється у бензені, ніж у воді).

Матеріал, посуд, реактиви: пробірки – 1 шт., бромна вода, бензен, C_6H_6 .

Хід роботи. а) У пробірку налити по кілька крапель бензену і бромної води. Збовтують і спостерігають за появою забарвлення через деякий час з утворенням двох шарів – бензену (верхнього) і бромної води (нижнього). Відмічають жовте забарвлення верхнього шару внаслідок того, що частина бромів екстрагується бензеном.

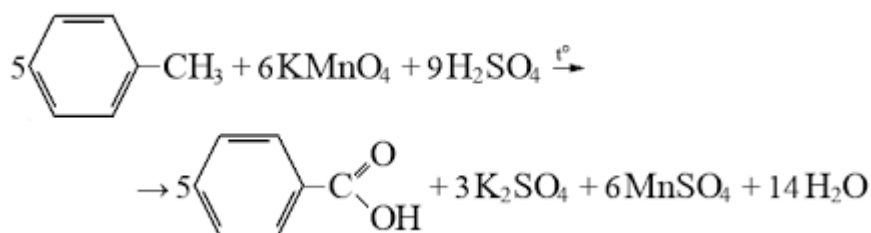
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 3. Вивчення взаємодії бензену і толуену з калій перманганатом.

Гомолог бензену, **толуен**, або метилбензен, $C_6H_5CH_3$, за багатьма властивостями нагадує бензен. На відміну від бензену, під дією сильних окисників, таких як калій перманганат та калій дихромат в кислому середовищі окиснюється бічна група $-CH_3$ до групи $-COOH$. При взаємодії алкіларенів з цими окисниками незалежного від довжини алкільного залишку продуктом окиснення завжди є **бензойна кислота**. Більш м'які окисники (MnO_2 , $CrOCl_2$) окиснюють метильну групу до альдегідної. Бензен в цих умовах не окиснюється.

Схема реакції:



Хід роботи. У дві пробірки налити по 3 краплі 0,02 н розчину калій перманганату і 1н. розчину сульфатної кислоти. Тоді в одну пробірку додати 2 краплі бензену, в другу - 2 краплі толуену. Енергійно збовтати і нагрівати. Спостерігають за забарвленням розчинів в пробірках.

Висновки

Аренам властиві реакції *електрофільного заміщення*, з яких найлегше протікає реакція нітрування (легше з гомологами, важче – з бенzenом). При нагріванні бензену з нітруючою сумішшю (містить концентровані сульфатну та нітратну кислоти у співвідношенні 2:1) до 60⁰С одержують нітробензен, який можна відділити від бензену фракційною перегонкою. Нітробензен, C₆H₅NO₂ – блідо-жовта рідина з характерним запахом *гіркою мигдалю*.

$$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_{3(\kappa)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_{4(\kappa)}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

бензен нітробензен

Хід роботи. У сухій пробірці готують нітруючу суміш, що складається з 0,5 мл концентрованої нітратної і 1 мл концентрованої сульфатної кислот. До охолодженої нітруючої суміші обережно доливають 0,5 мл бензену і вміст пробірки збовтують впродовж 3 хв. Виникає однорідна суміш, яку виливають у колбу з водою, де вона добре розчиняється. Має вигляд тяжких жовтих крапель або твердої речовини; *отруйна!*

Висновки

II. Феноли

Феноли – ароматичні сполуки, що мають одну, дві чи три гідроксильні групи, які зв'язані з бензеновим ядром!. Хоча гідроксильна група зумовлює деяку подібність властивостей фенолів та спиртів, проте неподільна пара електронів атома кисню цієї групи у фенолів перебуває у спряженні з π -електронами бензенового ядра. Це збільшує рухливість атома гідрогену групи -ОН і полегшує дисоціацію з відщепленням гідрогену. Тому феноли у водних розчинах поведуть себе як слабкі кислоти. Феноли реагують з лужними металами (подібно до спиртів), а також лугами, утворюючи *феноляти* - солеподібні сполуки, які добре розчиняються у воді.

Дослід 1. Утворення та розклад феноляту.

Кислотні властивості фенолів виражені дуже слабо і тому під впливом кислот (вже навіть слабких) феноляти розкладаються з виділенням фенолів. Фенол погано розчиняється у воді, з невеликою кількістю води утворює каламутну емульсію. Розчин натрій феноляту, навпаки, прозорий, тому за зміною фізичних характеристик при виконанні дослідів роблять висновок про утворення феноляту. Феноляти лужних металів легко гідролізують, що зумовлює лужний характер середовища.

А) Утворення феноляту. Фенол проявляє слабкокислотні властивості при взаємодії з основами

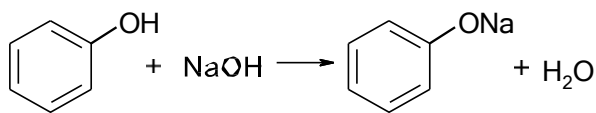
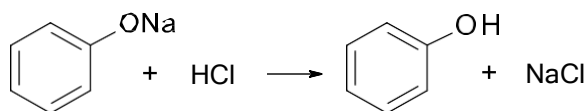


Схема реакції:

Фенол

Натрій фенолят

Б) Розклад феноляту. Фенолят натрію розкладається при дії сильнішої кислоти.



Фенолят натрію

Фенол

Матеріали, посуд, реактиви: фенол - C_6H_6 , 1н розчин натрій гідроксиду NaOH, 1н розчин хлоридної кислоти (HCl).

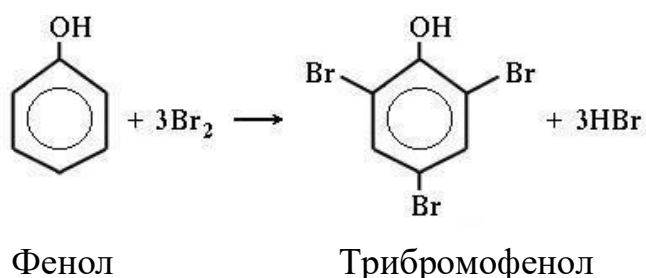
Хід роботи. У пробірку наливають кілька крапель емульсії фенолу і додають 2–3 краплі 1н розчину натрію гідроксиду. Що спостерігається? Чому? До суміші додають 2–3 краплі 1н розчину соляної кислоти і спостерігають, що при цьому відбувається.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 2. Утворення трибромфенолу.

Атоми гідрогену у молекулі фенолу заміщуються на атоми галогену в о- і п-положеннях (гідроксильна група — замісник першого порядку).



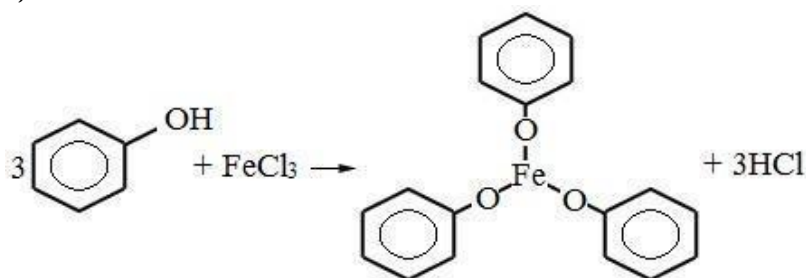
Матеріали, посуд, реактиви: розчину фенолу — C_6H_5OH , бромна вода (розчин Br_2 у воді).

Хід роботи. У пробірку наливають 2–3 краплі розчину фенолу і кілька крапель бромної води. Спостерігають за утворенням осаду.

Дослід 3. Кольорові реакції фенолів з розчином ферум (III) хлориду.

Феноли утворюють кольорові комплекси феноляту трьохвалентного феруму.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: розчини фенолу, резорцину, гідрохінону, саліцилової кислоти, пробірки 4 шт.

Хід робот. Беруть чотири пробірки. У першу наливають 3–4 краплі 1% розчину фенолу, в другу — 3–4 краплі 1% розчину гідрохінону, в третю — 3–4 краплі 1% розчину саліцилової кислоти, в четверту — 3–4 краплі 1 % розчину резорцину. У кожену пробірку доливають по 2-3 краплі 1% розчину ферум (III) хлориду. Відмічають появу специфічного забарвлення у кожній пробірці.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 4. Дія фенолу на білки.

Суміш фенолу з водою при кімнатній температурі – рідина. Водний розчин фенолу (карболова кислота) — сильний антисептик, його використовують для дезінфекції. Фенол осаджує білок.

Матеріали, посуд, реактиви: розчини білка та фенолу.

Хід роботи. До 1 мл розчину білка додають 0,5 мл насиченого водного розчину фенолу.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

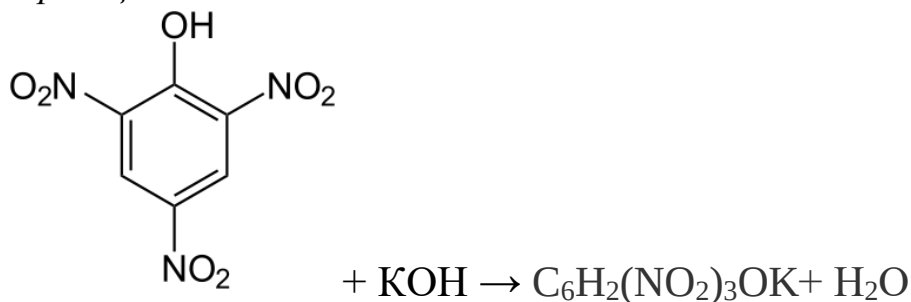
III. Ароматичні нітро- та аміносполуки.

Дослід 1. Властивості пікринової кислоти.

1.1. Утворення пікрату калію.

Кислотні властивості цієї ароматичної сполуки підтверджують в реакції з калій гідроксидом. Адже при цьому гідроген гідроксильної групи заміщається на метал.

Схема реакції:



Пікринова кислота

Пікрат калію

Матеріали, посуд, реактиви: спиртовий розчин пікринової кислоти, 10% розчин калій гідроксиду — KOH.

Хід роботи. До 1 мл насиченого спиртового розчину пікринової кислоти додають кілька крапель 10% розчину калію гідроксиду. Світло-жовте забарвлення переходить у темно-оранжеве.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 2. Властивості аніліну.

2.1. Утворення солей аніліну

Анілін (феніламін) - органічна сполука з формулою $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, найпростіший ароматичний амін. Це результат впливу бензенового кільця на аміногрупу.

Являє собою безбарвну маслянисту рідину з характерним запахом, трохи важчу за воду й погано у ній розчинну, добре розчиняється в органічних розчинниках. На повітрі анілін швидко окислюється й набуває червоно-бурого забарвлення. Отруйний. Анілін впливає на центральну нервову систему, спричиняє кисневе голодування організму за рахунок утворення в крові метгемоглобіну, гемолізу й дегенеративних змін еритроцитів.

Отже, анілін застосовується переважно як напівпродукт у виробництві барвників, вибухових речовин і лікарських засобів (сульфаніламідні препарати).

Анілін є більш слабкою основою, ніж амоніак і насичені аміни. Але в реакціях аніліну з кислотами підтверджується його основний характер.

Як якісну для виявлення аніліну використовують реакцію з концентрованою сірчаною (сульфатною) кислотою (схема 2). При нагріванні до 180°C утворюється сульфанілова кислота, яка є структурним елементом

антибактеріальної дії:

Схема реакції:

1.



2.



Матеріали, посуд, реактиви: водна емульсія аніліну, 2н розчин хлоридної (соляної) кислоти (HCl), 2н розчин сульфатної (сірчаної) кислоти (H₂SO₄).

Хід роботи. У дві пробірки наливають по 1 мл водної емульсії аніліну. До однієї з них додають декілька крапель 2н розчину соляної кислоти, а до другої кілька крапель 2н розчину сірчаної кислоти.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

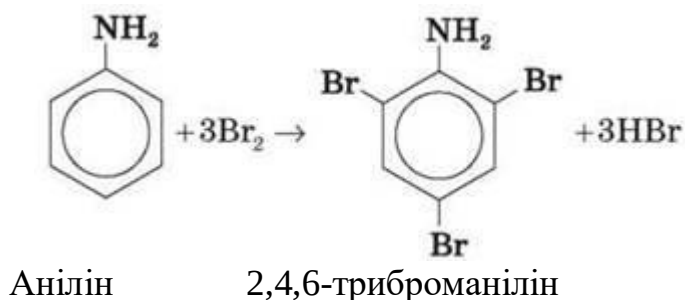
2.2. Бромовання аніліну

Заміщення атомів гідрогену в молекулі аніліну проходить в орто- і пара- положеннях (аміногрупа — замісник першого порядку).

Матеріали, посуд, реактиви: водна емульсія аніліну, бромна вода.

Хід роботи. У пробірку наливають 2 мл водної емульсії аніліну і кілька крапель бромної води.

Схема реакції:



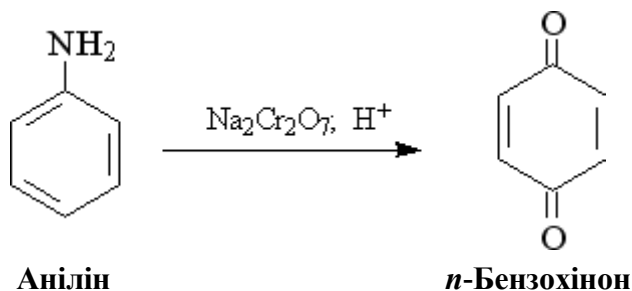
Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

2.3. Окиснення аніліну

Під час окиснення аніліну утворюються різні складні забарвлені сполуки (чорний анілін), які містять хіноїдну групу.

Схема реакції:



Реакції окиснення аніліну лежать в основі одержання барвників. Як змінюється колір? Чому?

Матеріали, посуд, реактиви: водна емульсія аніліну, 10% розчин сульфатної кислоти (H₂SO₄, 0,5н розчин калію дихромату (KMnO₄).

Хід роботи. У пробірку наливають 1 мл водної емульсії аніліну і по кілька крапель 10% розчину сульфатної кислоти і 0,5н розчину калію дихромату.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

2.4. Кольорова реакція солей аніліну з лігніном

Солянокислий анілін взаємодіє з лігніном, який є в низьких сортах паперу (газета), утворюючи жовто-оранжеву пляму. Кращі сорти паперу (ватман, фільтрувальний папір) не містять лігніну, тому при взаємодії з солянокислим аніліном жовто-оранжеве забарвлення не появляється.

Матеріали, посуд, реактиви: солянокислий анілін, папір.

Хід роботи. Кілька крапель солянокислого аніліну нанести на папір.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки

1. Які сполуки називаються ароматичними?
2. Які характерні реакції для бензену?
3. Правила заміщення в бензеновому ядрі.
4. Перелічити замісники першого і другого порядку

Дата «___» _____ 20___р.

ТЕМА 11. ТЕРПЕНИ

Терпени — природні сполуки, молекули яких побудовані з ізопренових фрагментів. До терпенів належать вуглеводні та деякі оксигеновмісні похідні, зокрема, спирти, альдегіди, кетони. Терпени є складовою частиною ефірних олій рослинного походження (трояндова, цитринова, м'ятна, лимонна, гвоздична тощо), смоли хвойних дерев (скипидар).

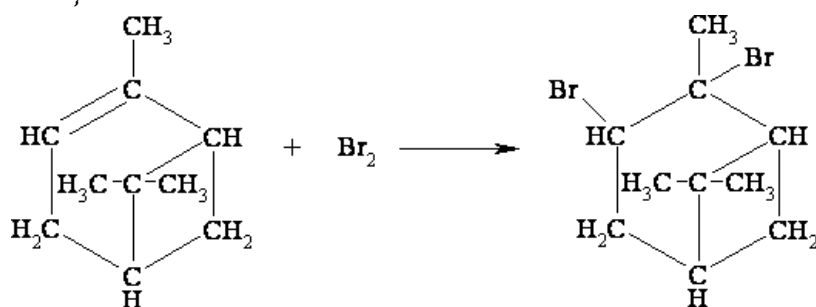
Терпени поділяються на моноциклічні, біциклічні, трициклічні. До основних моноциклічних терпенів належать похідні повністю або частково гідрованого *n*- цимолу: ментан, лімонен, терпінени, ментол тощо. За правилами IUPAC найпростішим циклічним терпенам надаються напівсистематичні назви з фіксованою нумерацією атомів карбону циклу. У зв'язку з громіздкістю таких назв здебільшого вживаються емпіричні назви.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. Властивості α -пінену скипидару.

Скипидар, добутий з живиці, складається в основному з α -пінену. Дослідження наявності π -зв'язків у молекулі скипидару проводять за допомогою реакцій з бромною водою і калій перманганатом.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: скипидар, бромна вода (розчин Br_2 у воді), розчин калій перманганату (KMnO_4 , пробірки 2 шт).

Хід роботи. У дві пробірки внести по 5–6 крапель скипидару. У першу пробірку додати 0,5 мл бромної води, у другу — 0,5 мл розчину калій перманганату. Пробірки струсити.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

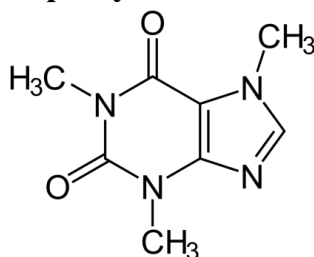
Дата «___» _____ 20__ р.

ТЕМА 12. ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ

Гетероциклічними називаються такі сполуки, в кільцях яких, крім атомів карбону, є атоми інших елементів (нітрогену, кисню, сульфуру). Гетероциклічні сполуки є у складі багатьох важливих природних речовин (вітамінів, нуклеїнових кислот, алкалоїдів), серед яких є лікарські препарати.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. Одержання кофеїну з чаю.



Кофеїн (1,3,7-триметилксантин)

Матеріали, посуд, реактиви: скляна пластинка — 2 шт., чай.

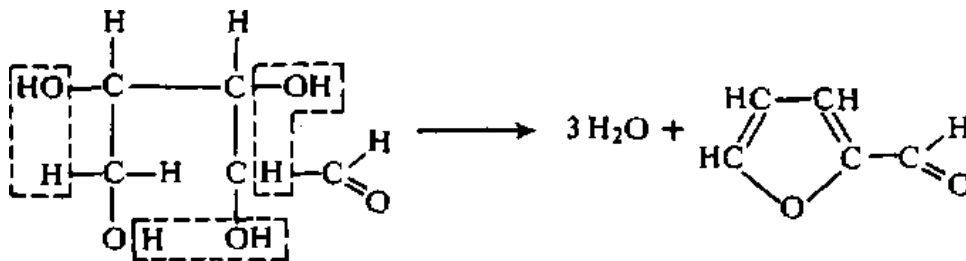
Хід роботи. На скляну пластинку помістити близько 3 г чаю, накрити іншою пластинкою й обережно нагріти. Спочатку спостерігати виділення пари води, а потім — сублімацію блискучих безбарвних кристалів кофеїну — 1,3,7-триметилксантину.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 2. Одержання фурфуролу

Схема реакції:



Рибоза

Фурфурол

Матеріал, посуд, реактиви: тирса або солома, сульфатна кислота — H_2SO_4 , розчин ферум (III) хлориду FeCl_3 , колба Вюрца.

Хід роботи. У пробірку помістити щіпку суміші рослин (висота шару повинна бути 3–5 мм), 5 крапель концентрованої сульфатної кислоти і 2 краплі ферум (III) хлориду. Вміст пробірки перемішати скляною паличкою і обережно нагріти 1–2 хв. в полум'ї пальника. Потім отвір пробірки закрити пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої опустити в порожню пробірку-приймач, охолоджену крижаною водою і продовжувати нагрівати пробірку з реакційною

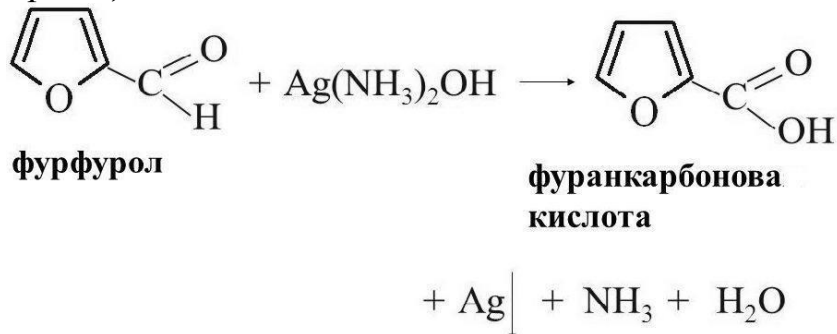
сумішню. Спостерігають появу рідини у пробірці-приймачі. Одержаний водний розчин фурфуролу використати для досліду 3.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 3. Окиснення фурфуролу.

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: одержаний в досліді 2 водний розчин фурфуролу, розчин аргентум нітрат — AgNO_3 , розчин аміаку NH_3 .

Хід роботи. У пробірку внести 10–15 крапель розчину аргентум нітрату, додати 10–15 крапель розчину аміаку, перемішати і додати 10–15 крапель розчину фурфуролу. Суміш нагріти на водяній бані 2–3 хв.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Дослід 4. Властивості сечової кислоти.

4.1. Взаємодія сечової кислоти з натрій гідроксидом

Сечова кислота існує у двох таутомерних формах: кето- (лактамна) й енольній (лактимна). Під час взаємодії з лугами утворюються двозаміщені солі урати, які добре розчиняються у воді:

Схема реакції:



Матеріали, посуд, реактиви: кристали сечової кислоти, розчин натрій гідроксиду (NaOH), вода.

Хід роботи. До декількох кристалів (0,01 г) сечової кислоти додати води і суміш нагріти. Звернути увагу на розчинність кислоти. Після охолодження

суміші додати до неї розчин натрій гідроксиду.

Основні спостереження в експерименті _____

Висновки _____

Питання для самопідготовки

1. Гетероциклічні сполуки. Їх характеристика і класифікація.
2. П'яти- та шестичленні гетеросполуки з одним гетероатомом. Пірол, пірідин та їх похідні. Поширення в природі, біологічне значення.
3. Будова індолу, індоксилу та індиану.
4. Будова п'ятичленних гетероциклічних сполук з двома гетероатомами.
5. Піримідин, тимін, цитозин і урацил, їх поширення.
6. Нуклеотиди і нуклеозиди. Написати структуру уридинмонофосфату.
7. Пуринові основи — аденін і гуанін.
8. Оксипурини і їх похідні: гіпоксантин, ксантин, сечова кислота, кофеїн.
9. Нуклеїнові кислоти. Будова ДНК і РНК.
10. Поняття про алкалоїди. Будова нікотину.

Рекомендована література

1. Воронов С.А., Дончак В.А. Органічна хімія. Львів, 2021. 488с.
2. І.О. Журавель, Л.А. Шемчук, О.А. Бризицька. Органічна хімія. Харків, 2023. 238с.
3. Б.С. Зіменковський, В.А.Музиченко, І.В. Ніженковська. Біоорганічна хімія. Львів: Медицина, 2022. 272с.
4. Мурликіна Н. В. Органічна хімія. Лабораторний практикум. Вправи і завдання : навч. посібник / Н. В. Мурликіна, О. І. Упатова, О. Г. Уклеїна. Харк. держ. ун-т. харч. та торгівлі. — Харків : ДУХТ, 2014. — 211 с. ISBN 978-966-405-342-3
5. Л. Н. Богацька, К.Н. Веремеєнко, М. М. Епштейн і ін. Практикум з біологічної та органічної хімії. К., «Здоров'я», 1987.
6. А.В. Домбровський, В.М. Найдам «Органічна хімія». — К., «Вища школа», 1992.
7. О.І. Кононський. «Органічна хімія». — К., "Сільгоспосвіта", 1994. 8.
- Ю.О. Ластухін, С.А. Воронова. «Органічна хімія». — 2001.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

- Теорія будови органічних сполук О.М. Бутлерова.
- Типи хімічних зв'язків в органічних сполуках (sp , sp^2 , sp^3 - гібридизація, особливості π - та σ - зв'язків). Електронна будова атома.
- Явище ізомерії, види ізомерії. Ізомерія, обумовлена розгалуженням вуглецевого ланцюга і положенням функціональних груп. Цис- і транс-ізомерія та дзеркальна ізомерія (привести приклади).
- Вуглеводні. Будова, класифікація і поширення в природі.
- Насичені вуглеводні. Гомологічний ряд метану. Радикали.
- Основні правила побудови назв вуглеводнів за міжнародною і раціональною номенклатурами.
- Добування насичених вуглеводнів.
- Хімічні властивості насичених вуглеводнів.

- Галогенопохідні насичених вуглеводнів. Хлороформ, йодоформ, гексахлоретан.
- Ненасичені вуглеводні ряду етилену. Номенклатура етиленових вуглеводнів. І зомерія ненасичених вуглеводнів ряду етилену.
- Способи добування вуглеводнів ряду етилену.
- Хімічні властивості ненасичених вуглеводнів ряду етилену.
- Дієнові вуглеводні. Каучук.
- Ацетиленові вуглеводні. Номенклатура і способи добування.
- Хімічні властивості ацетилену.
- Спирти. Класифікація. Навести приклади. Номенклатура спиртів. Способи добування спиртів.
- Номенклатура спиртів.
- Способи добування спиртів.
- Хімічні властивості спиртів.
- Первинні, вторинні, третинні спирти. Написати рівняння реакцій окислення первинного і вторинного спиртів, назвати продукти.
- Що таке прості і складні ефіри? Написати реакції утворення диетилового і метилоцтового ефірів.
- Гліцерин, його фізичні та хімічні властивості.
- Багатоатомні спирти. Окремі представники. Якою реакцією можна відрізнити багатоатомні спирти від одноатомних?
- Спиртове бродіння. Етиловий спирт та його властивості.
- Етиленгліколь та його властивості.
- **Альдегіди і кетони.** Електронна будова карбонільної групи.
- Номенклатура альдегідів.
- Способи добування альдегідів.
- Хімічні властивості альдегідів.
- Мурашиний та оцтовий альдегіди, добування і застосування.
- Номенклатура кетонів.
- Способи добування кетонів.
- Хімічні властивості кетонів.
- Ацетон. Добування та застосування.
- Ацетон. Хімічні властивості ацетону.
- Карбонові кислоти та їх класифікація.
- Монокарбонові кислоти. Класифікація і номенклатура.
- Способи добування карбонових кислот.
- Хімічні властивості карбонових кислот.
- Представники карбонових кислот. Написати формули: оцтової, пропіонової, масляної, пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот.
- Дикарбонові кислоти. Номенклатура та способи добування.
- Дикарбонові кислоти. Хімічні властивості та окремі представники.
- Оксикислоти, їх хімічні властивості. Молочна, яблучна та винна кислоти.
- Кетокислоти. Хімічні властивості.
- Структура піровиноградної, щавелевооцтової і α -кетоглутарової кислот.
- Альдегідокислоти і їх хімічні властивості.
- Ліпіди. Класифікація та розповсюдження в природі.

- Нейтральні жири. Будова і номенклатура.
- Тверді та рідкі жири. Написати структури твердого та рідкого жиру.
- Хімічні властивості жирів. Омилення жирів. Продукти омилення.
- Хімічні властивості жирів. Гідрогенізація, прогіркання.
- Високомолекулярні жирні кислоти, мила.
- Фізичні властивості жирів.
- Будова фосфоліпідів. Лецитин.
- Стерини і стериди. Будова холестерину і холестериду.
- Написати структури тригліцеридів: олеодистеарину і пальмітостеароолеїну.
- **Вуглеводи**. Класифікація і розповсюдження в природі.
- Моносахариди. Класифікація і номенклатура.
- Способи добування моносахаридів.
- Ізмерія моносахаридів.
- Хімічні властивості моносахаридів. Рівняння реакцій окиснення і відновлення глюкози та утворення фруктозо-1,6-дифосфату, глюкозо-6-фосфату.
- Пентози. Структура рибози, дезоксирибози і їх розповсюдження в природі.
- Тріози і тетрози. Написати структури гліцеринового альдегіду, діоксиацетону та еритрози.
- Гексози. Написати структури глюкози, галактози та фруктози.
- Структура сахарози і її розповсюдження в природі.
- Структура лактози, її відновлюючі властивості.
- Відновні та невідновні дисахариди. Навести приклади та пояснити чому полягає їх відмінність.
- Полісахариди. Крохмаль, клітковина, глікоген їх будова та розповсюдження в природі.
- Аміни. Класифікація і номенклатура.
- Способи добування амінів.
- Хімічні властивості амінів.
- Аміди кислот, сечовина. Добування та хімічні властивості сечовини.
- Амінокислоти. Будова амінокислот їх класифікація. Приклади.
- Способи добування амінокислот.
- Хімічні властивості амінокислот.
- Будова та класифікація білків.
- Фізико-хімічні властивості білків. Їх амфотерні властивості. Ізoeлектричний стан білків.
- Первинна, вторинна, третинна і четвертинна структура білків.
- **Бензен**. Особливості електронної будови. Ізмерія двохзаміщених бензену.
- Хімічні властивості бензену. Реакції нітрування та сульфування.
- Правила заміщення на бензеновому ядрі.
- Феноли. Класифікація та хімічні властивості.
- Одно-, дво- і трьохатомні феноли. Будова та хімічні властивості.
- Ароматичні спирти. Подібність та відмінність у будові і хімічних властивостях ароматичних спиртів та фенолів.
- Ароматичні альдегіди, кислоти і кетони. Будова і їх хімічні властивості.
- Ароматичні оксикислоти. Будова саліцилової кислоти, аспірину (ацетилсаліцилової кислоти) і салолу (фенілсаліцилової кислоти).

- Конденсовані ароматичні сполуки. Нафталін, будова і властивості. Нафтохінон.
- Будова фенантрону, пергідрофенантрону і циклопентанпергідрофенантрону.
- Гетероциклічні сполуки. Їх характеристика і класифікація.
- П'яти та шестичленні гетеросполуки з одним гетероатомом. Пірол, пірідин та їх похідні.
- Будова індолу, індоксилу та індикану.
- Будова п'ятичленних гетероциклічних сполук з двома гетероатомами. Піримідин, тимін, цитозин і урацил, їх поширення.
- Нуклеотиди і нуклеозиди. Написати структуру уридинмонофосфату.
- Будова пурину. Пуринові основи — аденін і гуанін.
- Оксипурини і їх похідні: гіпоксантин, ксантин, сечова кислота, кофеїн.
- Нуклеїнові кислоти. Будова ДНК і РНК.
- Будова нуклеотиду аденозинмонофосфату.
- Поняття про алкалоїди. Будова нікотину.

ЗМІСТ

—Передмова	3
—Правила роботи і техніка безпеки в хімічній лабораторії.....	4
—Перша допомога при нещасних випадках	6
—Тема 2. Очищення органічних речовин і визначення фізичних констант	7
—Тема 3. Якісний елементний аналіз органічних сполук.....	12
—Тема 4. Вуглеводні та їх галогенопохідні.....	20
—Тема 5. Спирти, етери та естери	26
—Тема 6. Альдегіди і кетони.....	34
—Тема 7. Карбонові кислоти і жири	40
—Тема 8. Вуглеводи.....	49
—Тема 9. Амінокислоти. Білки	56
Тема 10. Ароматичні сполуки.....	60
—Тема 11. Терпени	68
—Тема 12. Гетероциклічні сполуки	69
—Рекомендована література.....	71
—Екзаменаційні питання.....	71