МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних робіт
з навчальних дисциплін

«ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія та 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології)

та **«ОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ ДОВКІЛЛЯ»**

(для студентів 1–2 курсів денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія та 183 – Технології захисту навколишнього середовища)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2021

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальних дисциплін «Органічна хімія» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія та 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) та «Органічні забруднювачі довкілля» (для студентів 1–2 курсів денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія та 183 – Технології захисту навколишнього середовища) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : І. С. Зайцева, Т. Д. Панайотова, О. О. Мураєва. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 64 с.

Укладачі: канд. хім. наук І. С. Зайцева,
канд. хім. наук Т. Д. Панайотова,
канд. хім. наук О. О. Мураєва

Рецензент

С. В. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою хімії, протокол № 3 від 28.10.2016.

ЗМІСТ

Загальні зауваження..... 4
Загальні правила роботи й техніка безпеки……..... 5
Лабораторна робота 1 Методи очищення та виділення органічних сполук……..... 9
Лабораторна робота 2 Якісний аналіз органічних сполук…….....12
Лабораторна робота 3 Насичені гідрогенкарбони – алкани…….....14
Лабораторна робота 4 Ненасичені гідрогенкарбони – алкени, алкіни……...16
Лабораторна робота 5 Спирти та етери…….....18
Лабораторна робота 6 Альдегіди й кетони……..... 20
Лабораторна робота 7 Одноосновні карбонові кислоти…….....22
Лабораторна робота 8 Естери карбонових кислот та жири…….....24
Лабораторна робота 9 Вуглеводи. Властивості моносахаридів…….....27
Лабораторна робота 10 Властивості низькомолекулярних полісахаридів. Дисахариди (біози)……..... 29
Лабораторна робота 11 Властивості високомолекулярних полісахаридів……..... 31
Лабораторна робота 12 Білкові речовини…..... 33
Лабораторна робота 13 Ароматичні гідрогенкарбони.....36
Лабораторна робота 14 Властивості фенолів…..... 39
Лабораторна робота 15 Ароматичні альдегіди, кетони, кислоти, оксикислоти…..... 41
Лабораторна робота 16 Хроматографія.....44
Лабораторна робота 17 Якісний аналіз суміші речовин за допомогою вимірювання електронного спектру…..... 48
Лабораторна робота 18 Кількісний аналіз в спектрофотометрії. Визначення вмісту індігокарміну в препараті фотометричним методом……... 49
Лабораторна робота 19 Визначення неіоногенних поверхнево-активних речовин (НПАР) у воді…..... 52
Лабораторна робота 20 Ідентифікація речовини методом рефрактометрії. Екстракційно-рефрактометричне визначення нафтопродуктів у воді…..... 56

ЗАГАЛЬНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Вивчення дисциплін «Органічна хімія» та «Органічні забруднювачі довкілля» неможливо без проведення лабораторних робіт. Лабораторні роботи – форма навчального заняття, в процесі якого студент під керівництвом викладача особисто проводить хімічні досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень і, відповідно, більш глибокого засвоєння теоретичного матеріалу. При цьому студент набуває навичок роботи з лабораторним обладнанням та реактивами, вміння узагальнювати і аналізувати отримані результати, виконувати хімічні розрахунки, опановує методику експериментальних досліджень. Правильно поставлені досліди дозволяють простежити закономірності хімічних процесів, дослідити вплив різних чинників на перебіг тієї чи іншої хімічної реакції, експериментально підтвердити властивості хімічних речовин, а також закласти основи хімічного мислення.

На початку кожної лабораторної роботи наведені контрольні запитання і вправи, відповідь на які дозволяють студентам удосконалити своє розуміння теоретичних і практичних знань з відповідних тем дисципліни. Самостійне опрацювання рекомендованого матеріалу дозволить студенту свідомо виконувати кожну лабораторну роботу.

Студентам слід заздалегідь готуватися до лабораторного заняття. Виконанню лабораторної роботи передує співбесіда з викладачем. Підготовку необхідно починати з вивчення теоретичного матеріалу, виконання завдань, які наведені перед лабораторною роботою. Перед виконанням роботи слід зрозуміти мету роботи, ознайомитися з методикою проведення дослідів.

Звіт про виконану лабораторну роботу студент повинен оформити в лабораторному журналі. Звіт повинен містити такі відомості:

– назва роботи та дата її виконання;

– мета роботи;

– номер і назва досліду;

– короткий опис ходу роботи із зазначенням умов проведення досліду;

– хімічні рівняння, розрахунки, таблиці, спостереження;

– висновки.

Загальні правила роботи й техніка безпеки

Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно суворо дотримуватися таких загальних правил безпеки:

1. Студенти обов'язково повинні працювати в халатах, вони зобов'язані підтримувати чистоту й порядок на робочому місці в лабораторії.
2. Слід точно дотримуватись порядку й послідовності операцій, вказаних у даних методичних вказівках. Не дозволяється приступати до виконання лабораторної роботи доти, доки студент не опанує всієї техніки її проведення.
3. Склянки з реактивами загального користування повинні знаходитись на визначеному місці; забороняється їх переносити на робочі столи. Слідкуйте за тим, щоб на всіх банках з реактивами були етикетки з написом назви речовини та її концентрації. Перед і після використання скляного посуду, його слід ретельно вимити.
4. Працювати в лабораторії слід обережно, не проливати і не просипати реактиви. Надлишки реактивів **суворо забороняється** зсипати чи зливати назад у склянку з чистими реактивами.
5. Досліди з легкозаймистими, леткими, вогненебезпечними, токсичними речовинами, або речовинами, які мають неприємний запах, слід проводити подалі від відкритого полум'я і у витяжній шафі.
6. Забороняється зливати в раковину залишки кислот, лугів, вогненебезпечні рідини й рідини з сильним запахом; їх треба зливати в спеціальні склянки.
7. Категорично забороняється пробувати на смак або запах хімічні речовини, або пити воду з хімічного посуду.
8. Забороняється під час нагрівання рідин і твердих речовин у пробірках спрямовувати їх отвором на себе, або в бік студентів, які знаходяться поряд; забороняється нахилятись над склянками, або заглядати в пробірку зверху, щоб уникнути нещасного випадку в разі можливого викиду нагрітої речовини або уламків скла.
9. Прилади, які необхідно нагрівати, або з яких будуть виділятися гази не слід залишати закритими.
10. Категорично забороняється вмикати без дозволу викладача будь-які прилади й рубильники.
11. При всіх роботах, коли можливе розбризкування їдких речовин (переливання кислот, лугів, або подрібнення чи розтирання в ступках, сплавлення та ін.) необхідно одягати захисні окуляри.
12. Для попередження бурхливого закипання і викиду рідини, яка нагрівається до кипіння, необхідно користуватись «кипілками» (шматочками

подрібненого фарфору). «Кипілки» забороняється додавати в нагріту до кипіння рідину, їх слід вносити тільки в холодну рідину.

13. Під час розведення концентрованих кислот, особливо сульфатної, слід лити її у воду, а не навпаки.

14. У разі виникнення непорозумінь стосовно виконання дослідів лабораторної роботи необхідно припинити роботу й звернутися до викладача.

15. На робочому місці категорично забороняється вживати їжу та пити воду. Після закінчення роботи необхідно як слід вимити руки.

16. По закінченню роботи необхідно привести в порядок своє робоче місце.

17. У разі нещасного випадку слід негайно звернутися до викладача.

Техніка безпеки при роботі з газовими пальниками

Підчас використання газових пальників, слід пам'ятати, що газ є отруйною і вибухонебезпечною речовиною. Неправильне й неохайне поводження з газовими пальниками може спричинити отруєння, пожежу, вибух. Потрібно спершу запалити сірник, а потім відкрити кран надходження газу. **Слідкуйте за тим, щоб газ не проскочив у середину пальника.** Якщо газ або зникає, або стає подовженим і горіння супроводжується свистінням, то це означає, що горіння відбувається всередині гумової трубки, що може привести до її займання. В цьому випадку негайно закрийте кран, зачекайте, поки пальник охолоне, і лише після цього знову запалюйте його, попередньо зменшивши приток повітря. ***В разі появи запаху газу в лабораторії негайно повідомте про це керівника практики, загасіть вогонь, відчиніть двері й вікна, вийдіть з лабораторії!!!***

Допомога при термічних і хімічних опіках

У разі **термічного** опіку (полум'ям пальника або нагрітими предметами) уражене місце необхідно негайно протерти ватою, намоченою етиловим спиртом або розчином перманганату калію. В разі сильного опіку потрібно накласти стерильну пов'язку або накрити обпечене місце чистою тканиною і обов'язково звернутись до лікаря.

Концентровані кислоти (хлоридна, сульфатна, нітратна тощо) та луги (їдкий натр, їдкий калій) при потраплянні на шкіру або в очі можуть завдати дуже тяжкі **хімічні** опіки. При опіках шкіри кислотою уражене місце слід негайно промити великою кількістю води, потім 3–5 % розчином питної соди (натрій гідрокарбонатом) і знову ретельно промити водою. При потраплянні кислот або кислотної пари в очі, або до ротової порожнини, треба багаторазово промити їх струменем води, потім розчином питної соди та знову водою.

При опіках шкіри їдкими лугами слід добре промити вражене місце водою (до зникнення відчуття слизькості), а потім 3–5 % розчином оцтової (або борної) кислоти. В разі опіку очей лугом треба їх промивати під струменем води не менше 15 хвилин і негайно звернутися до лікаря.

Прилади та посуд

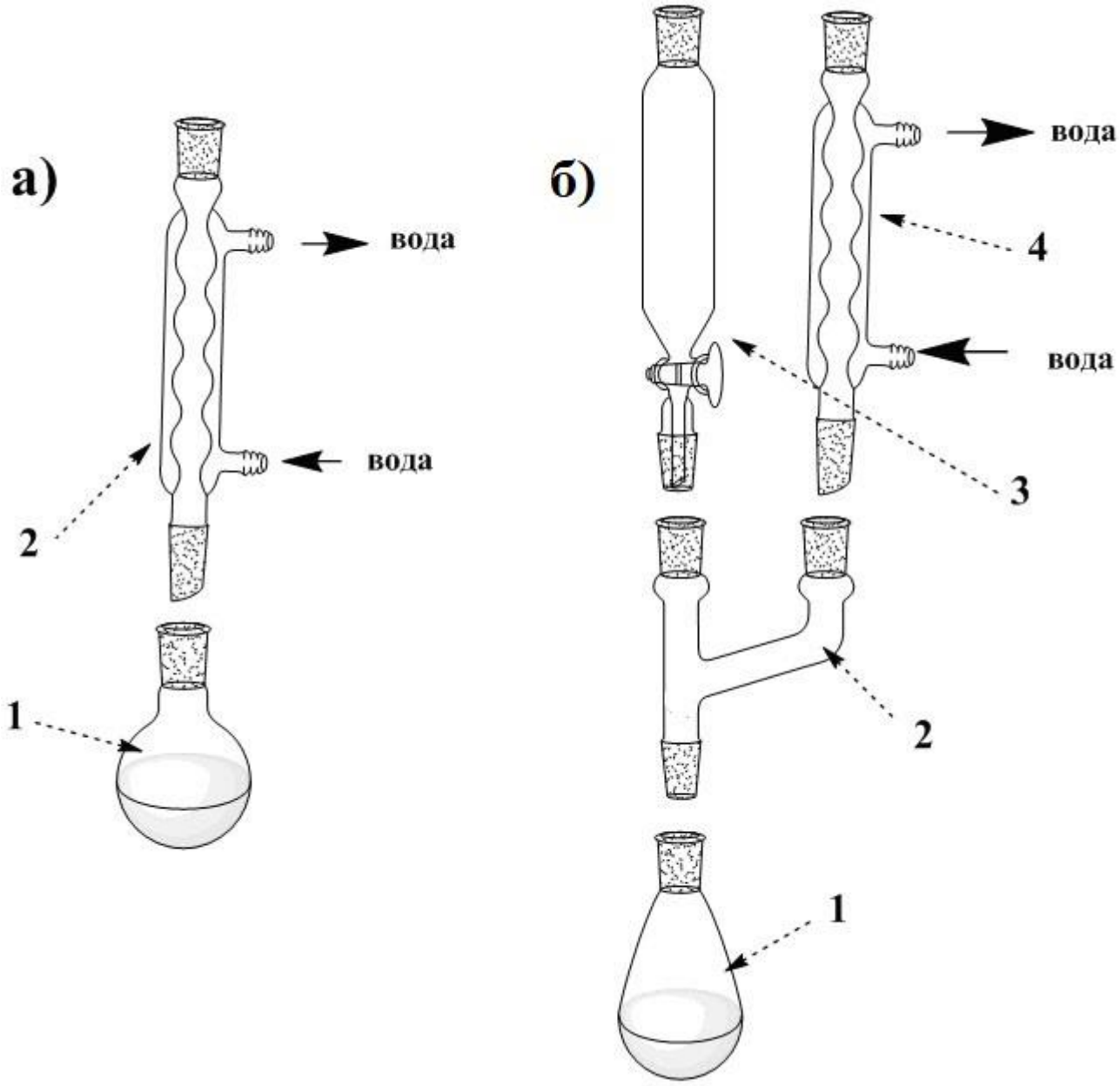


Рисунок 1 – Прилади для органічного синтезу:
а) нагрівання зі зворотним холодильником:
1 – круглодонна колба; 2 – зворотний холодильник;
б) синтез із поступовим додаванням компоненту у реакційну суміш:
1 – грушовидна колба; 2 – дворогий форштос; 3 – крапельна (ділильна) лійка;
4 – зворотний холодильник

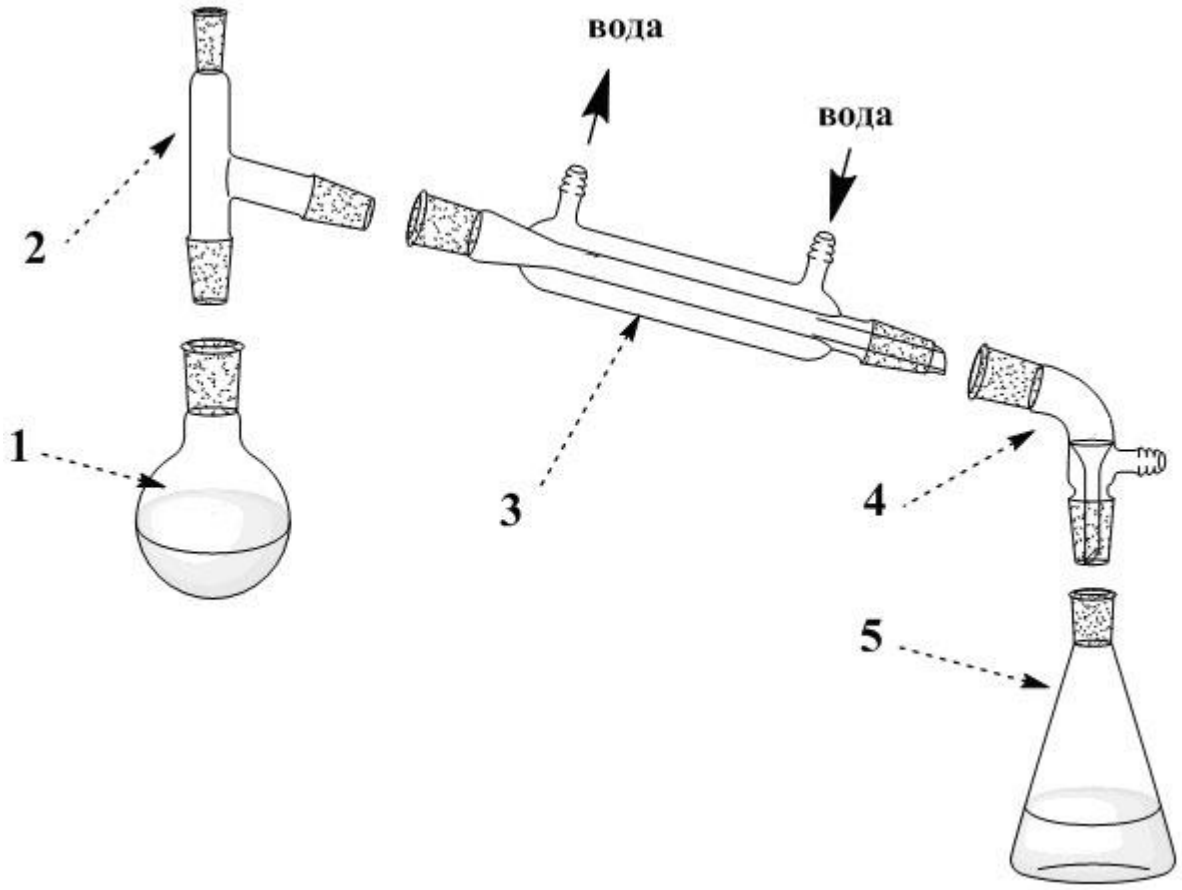


Рисунок 2 – Прилад для перегонки:
1 – круглодонна колба; 2 – насадка Вюрца; 3 – холодильник Лібіха;
4 – алонж; 5 – конічна колба

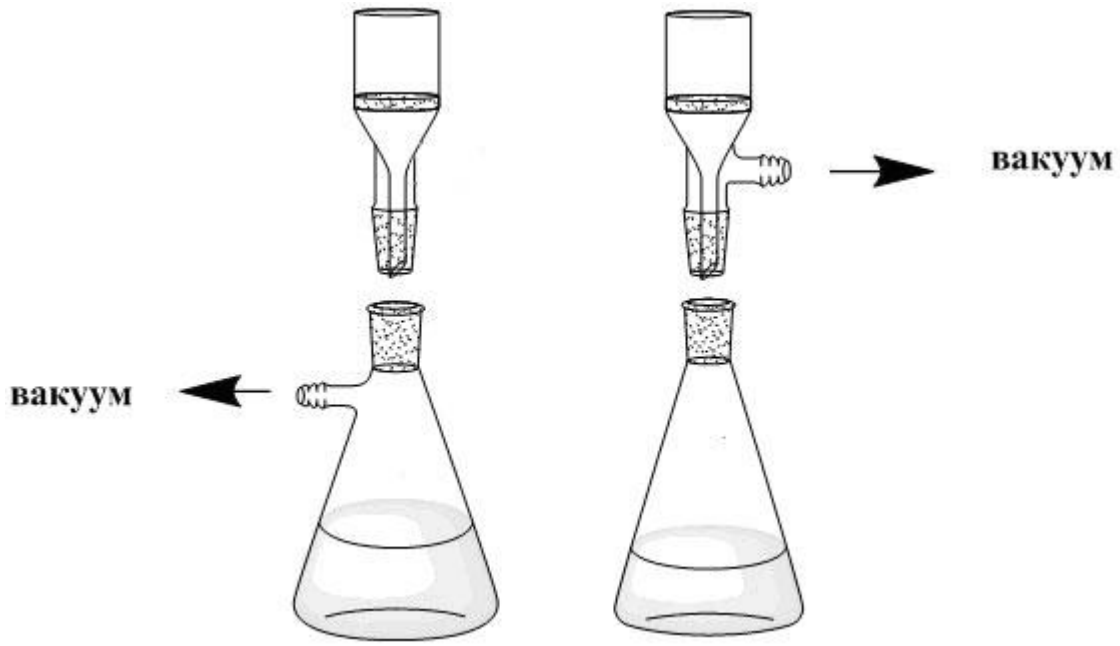


Рисунок 3 – Прилади для фільтрування: колба Бунзена та лійка Бюхнера

Лабораторна робота № 1

МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: очищення органічних речовин: фільтрування, кристалізація, проста і фракційна перегонка, сублімація, екстракція. Основні сировинні джерела добування органічних речовин. Особливості органічних сполук. Ізомерія.

ІІ Виконати вправи

1. Знайдіть емпіричну формулу сполуки складу: С – 58,5 %; Н – 4,4 %; N – 11,4 %; залишок – оксиген.

2. Вивести молекулярну формулу сполуки складу: С – 85,7 %; Н – 14,3 %. Густина за воднем D = 14.

3. Напишіть можливі структурні формули сполук з молекулярними формулами: C_3H_8 ; C_3H_8O; C_3H_9N.

ІІІ Робота в лабораторії

Отримані за допомогою органічного синтезу речовини, як правило, містять домішки вихідних і побічних сполук, розчинники тощо. Для їх очищення та виділення застосовують багато методів, різноманітність яких залежить від агрегатного стану отриманої органічної речовини.

Дослід 1 Кристалізація

Кристалізація – це процес утворення кристалів із розчинів, розплавів або газового середовища. Цим методом очищують кристалічні речовини. Він базується на різній розчинності органічних речовин та їх домішок у воді або іншому розчиннику за різних температур.

У склянку ємкістю 50–100 мл кладуть невелику кількість забрудненої кристалічної речовини і додають воду в такій кількості, щоб отримати при нагріванні насичений розчин цієї речовини, наприклад, 1 г бензойної кислоти і 50 мл води; 2 г щавлевої кислоти і 5 мл води. Отриманий розчин бензойної або щавлевої кислоти (ще гарячий) швидко фільтрують з використанням приладу для фільтрування (рис. 3). Одну частину гарячого розчину наливають у пробірку і швидко занурюють у холодну воду. Другу частину фільтрату залишають охолоджуватися повільно (20–30 хвилин). Бензойна або щавлева кислота випадають з розчину у вигляді кристалів.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, відмічають різницю в розмірах кристалів, що утворилися при швидкому й повільному охолодженні розчинів.

Дослід 2 Сублімація *(дослід виконують у витяжній шафі!!)*

Сублімація або возгонка пов'язані з переходом кристалічної речовини, нагрітої нижче її температури плавлення, до пароподібної фази (минаючи рідку фазу) і далі після охолодження – знову до твердого стану.

У склянку об'ємом 100 мл насипають речовину, яку будуть сублімувати (нафтален, бензойна кислота, тощо), у такій кількості, щоб висота шару була не менша 0,5 см.

Накривають склянку годинниковим склом або круглодонною колбою, попередньо заповненою водою, і обережно починають нагрівати до появи пари сублімованої речовини. Після цього нагрівання припиняють і залишають склянку охолоджуватися до припинення випаровування (сублімації). Спостереження і висновки занотовують до лабораторного журналу.

Дослід 3 Екстракція

Дослід 3.1 Екстракція бензойної кислоти

Екстракція (виділення) ґрунтується на різній розчинності речовин у двох рідинах, що не змішуються. У пробірку кладуть 0,15 г натрій бензоату наливають 1,5 мл води і збовтують суміш до розчинення кристалів солі. Після цього додають до розчину 2–3 краплі концентрованої хлоридної кислоти – утворюється осад бензойної кислоти. Пробірку охолоджують у холодній воді, додають 2,5 мл діетилового етеру, закривають пробкою і обережно збовтують до зникнення осаду. Дають відстоятися до чіткого розшарування рідин. При цьому утворюються два шари рідини: нижній шар вода, верхній – розчин бензойної кислоти в діетиловому етері. Далі занурюють до дна пробірки піпетку з вузьким кінчиком, затиснувши її зверху вказівним пальцем; пробірку при цьому тримають другою рукою на рівні очей. При послабленні натискання піпетка, внаслідок гідростатичного тиску, починає поступово заповнюватися рідиною нижнього (водяного) шару. Коли весь нижній шар буде відібраний, знову щільно затискують піпетку і виймають її. Відібраний водяний розчин відкидають. Розчин бензойної кислоти в діетиловому етері, що залишився в пробірці, виливають у фарфорову чашку і обережно випарюють етер на водяній бані (якнайдалі від вогню!!). У чашці залишаються кристали бензойної кислоти, що була екстрагована етером з водного розчину.

Спостереження і висновки занотовують до лабораторного журналу.

Дослід 3.2 Екстракція йоду

У ділильну лійку (рис. 1, б) на 100 мл налити приблизно 30 мл розчину йоду в калій йодиді (I_2 в KI), а потім додати 10 мл гексану, закрити лійку пробкою та енергійно струсити. Перевернути лійку краном догори і обережно відкрити його – таким чином відбудеться вирівнювання тиску. Повторити процес декілька разів. Упродовж процесу екстракції йод переходить в органічний розчинник.

Закріпити лійку в штативі, дати суміші відстоятися. Після чіткого розділення шарів нижній шар злити через кран, а верхній – розчин йоду в гексані – вилити крізь верхній отвір до сухої колби.

Дослід 4 Перегонка (дистиляція) за атмосферного тиску

Зібрати прилад для перегонки (рис. 2). У круглодонну колбу на 1/2 об'єму налити рідини для перегонки, вкинути 2–3 кип'ятильних камінці, надіти насадку Вюрца з термометром, приєднати холодильник Лібіха, алонж і розпочати нагрівати. Початком перегонки вважати момент надходження до конічної колби-приймача перших крапель дистиляту. У цей самий момент зазначити і записати температуру кипіння рідини.

Контрольні запитання

1. Які особливості органічних сполук?
2. Поясніть, для яких речовин можна використовувати метод кристалізації та сублімації для очищення від домішок.
3. У чому суть очищення органічних речовин методом перегонки та екстракції?
4. Наведіть основні положення теорії хімічної будови органічних сполук А. М. Бутлерова?

Лабораторна робота № 2

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: якісний та кількісний методи аналізу органічних сполук. Природа зв'язку в органічних сполуках. Механізм хімічних реакцій органічних сполук. Класифікація органічних сполук.

ІІ Виконати вправи

1. Наведіть структурні формули ізомерів пентану (C_5H_{12}).
2. Зобразіть чотири-, три- та двокоординований атом Карбону.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Встановлення наявності Карбону та Гідрогену в органічних сполуках

У ступці або на годинниковому склі ретельно змішують 1–2 г заздалегідь висушеного купрум(II) оксиду з 0,3–0,4 г крохмалю або цукрової пудри (або іншої органічної речовини). Отриману суміш переносять до сухої пробірки і зверху присипають невеликою кількістю купрум(II) оксиду. Пробірку закривають пробкою з газовідвідною трубкою і закріплюють у штативі під невеликим кутом (майже горизонтально). Кінець трубки занурюють до іншої пробірки, у яку заздалегідь наливають 3–4 мл прозорого розчину кальцій або барій гідроксиду.

Пробірку з сумішшю нагрівають у полум'ї пальника спочатку обережно, а потім сильніше. Про присутність Гідрогену в органічній речовині свідчить поява крапель води на стінках пробірки і трубки, а Карбону – утворення вуглекислого газу (карбон(IV) оксиду) та помутніння розчину кальцій (барій) гідроксиду, внаслідок утворення осаду кальцій (барій) карбонату.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 2 Встановлення присутності галогенів в органічних речовинах

Мідний дріт, один кінець якої загнутий кільцем, а другий запаяний у скляну паличку, прожарюють у полум'ї пальника до отримання безбарвного кольору полум'я та почорніння дроту. Для забезпечення чистоти дроту перед початком досліду її можна змочити хлоридною кислотою і прожарити.

Після цього дріт охолоджують, а потім змащують загнутий в кільце кінець органічною речовиною, що містить галоген (хлоробензен, хлороцтова кислота, йодоформ, тощо) й знову вводять у найбільш гарячу верхню частину полум'я пальника. Якщо до складу органічної речовини входить галоген, то полум'я забарвлюється, внаслідок утворення летких при високих температурах галоїдних солей міді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 3 Відношення органічних речовин до прожарювання

До одного невеликого порцелянового тигля насипають 0,2–0,3 г будь-якої кристалічної органічної речовини (глюкози, крохмалю, тощо), в інший – таку ж кількість неорганічної речовини (кальцій або натрій хлориду). Обидва тиглі ставлять на сітку штативу і одночасно нагрівають у витяжній шафі у полум'ї пальника, спочатку обережно, потім сильніше.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Примітка. При прожарюванні органічної речовини, що не містить металів, вона випаровується або розкладається з виділенням кінцевих продуктів (води та вуглецевого газу). Солі ж органічних кислот, що містять метали, при прожарюванні після вигоряння вуглецю дають нелеткі оксиди або карбонати цих металів. Наприклад, кінцеві продукти при прожарюванні цукру та кальцій ацетату будуть такі:

а) $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 11\ H_2O + 12\ C$

$12\ C + 12O_2 \rightarrow 12\ CO_2$;

б) $(CH_3COO)_2\ Ca \rightarrow 3\ H_2O + CaO + 4C$

$4C + O_2 \rightarrow 4\ CO_2$

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$.

Після того, як тиглі з прожареними речовинами охолонуть, наливають 2–3 мл дистильованої води, ретельно перемішують скляною паличкою і додають краплю розчину фенолфталеїну. Занотовують спостереження, висновки.

Дослід 4 Визначення температури плавлення органічних сполук

Температуру плавлення органічних сполук визначають за допомогою капілярів. Речовину (нафтален, бензойна кислота або інша хімічно чиста речовина) висушують, подрібнюють і вводять до капіляру, для чого відкритим кінцем набирають її невелику кількість і, постукуючи, переміщують у запаяний кінець капіляру. Так повторюють до отримання на дні капіляру стовпчика речовини висотою 2–3 мм. Капіляр з речовиною закріплюють на термометрі за допомогою кільця, вирізаного з гумової трубки, таким чином щоб стовпчик

речовини знаходився на рівні середини ртутного резервуару термометра. Термометр з капіляром вставляють у чисту суху пробірку (на відстані 0,5–1 см вище дна) за допомогою пробки з отвором. Пробірку з термометром закріплюють вертикально в лапці штативу і підводять під неї склянку з водою, якщо температура плавлення досліджуваної речовини не вище 100 ^{0}C. Склянка повинна знаходиться на вкритому азбестовою сіткою кільці штативу. Рівень води у склянці повинен бути вищим за верх ртутного резервуару термометра у пробірці, а пробірка – вищою за дно склянки не менше ніж на 1 см.

Зібраний прилад повільно нагрівають на слабкому вогні пальника, перемішуючи паличкою воду в стакані. Спостерігають за підвищенням температури і станом стовпчика досліджуваної речовини в капілярі (зміна кольору, злипання, намокання). Коли стовпчик речовини почне помітно спадати й мокнути, нагрівання припиняють. Початком плавлення вважають появу першої рідкої краплини в капілярі, а закінченням – зникнення останніх кристалів.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Контрольні запитання

1. Як визначають вміст в органічних сполуках Карбону та Гідрогену?
2. Дайте визначення, що таке σ- і π-зв’язки.
3. Класифікація органічних сполук.

Лабораторна робота № 3

НАСИЧЕНІ ГІДРОГЕНКАРБОНИ – АЛКАНИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: гомологічний ряд алканів; ізомерія та номенклатура. Способи добування, властивості. Природні джерела алканів.

ІІ Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів гексану і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. Скільки грамів вуглекислого газу (карбон(IV) оксиду) і води можна добути при спалюванні 0,2340 г гідрогенкабону складу $C_{10}H_{22}$?
3. Які гідрогенкарбони утворюються при дії металевого натрію на сполуки: а) йодистий метил і йодистий етил; б) бромометан і 2-хлоропропан?
4. Виведіть структурні формули ізомерів бутилу.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Одержання метану, бромування, окиснення, горіння

Дослід 1.1 Одержання метану

У ступці розтирають ≈2 г безводного натрій ацетату (CH_3COONa) з подвійною кількістю натронного вапна (суміш NaOH + CaO), переносять у суху пробірку і закривають пробкою з газовідвідною трубкою. Пробірку закріплюють майже горизонтально у штативі. Суміш у пробірці розподіляють по стінці рівномірним шаром.

Дослід 1.2 Вивчення властивостей метану – окиснення, бромування, горіння

Вивчення дії галогенів і окисників за звичайних умов, а також горіння (окиснення при дії високої температури): в одну пробірку наливають 1–2 мл підкисленого розчину калій перманганату; в другу пробірку – 1–2 мл бромної води.

Після цього починають нагрівати пробірку з реакційною сумішшю в полум'ї пальника (спочатку обережно, а потім сильніше). З газовідвідної трубки спочатку виділяється, витиснуте утвореним метаном, повітря, а потім – метан. Кінець газовідвідної трубки, з якої виходить метан, по черзі занурюють в першу й другу пробірки з розчинами. Не припиняючи нагрівання суміші в пробірці, підпалюють газоподібний метан, що утворився, біля кінця газовідвідної трубки.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 2 Окиснення та бромування рідких насичених гідрогенкарбонів

В одній пробірці змішують 3–4 краплі рідкого алкану з 1–2 краплями бромної води, у другій – таку ж кількість рідкого алкану з 2–3 краплями розчину калій перманганату, заздалегідь підкисленого розведеним розчином сульфатної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке гомологічний ряд, гомологічна різниця?
2. Який тип зв'язку в етані? Яка довжина та енергія С-С зв'язку?

Лабораторна робота № 4

НЕНАСИЧЕНІ ГІДРОГЕНКАРБОНИ – АЛКЕНИ, АЛКІНИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: алкени, гомологічний ряд; ізомерія та номенклатура; природа π-зв'язку; природні джерела алкенів і засоби їх добування; властивості алкенів; якісні реакції на подвійний зв'язок; реакції полімеризації; ацетиленові гідрогенкарбони – алкіни; гомологічний ряд, будова, ізомерія, номенклатура; способи добування; властивості; дієнові гідрогенкарбони.

ІІ Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів гідрогенкарбонів C_5H_{10}, дайте назви за систематичною номенклатурою.

2. При нагріванні 3-бромо-2-метилпентану в присутності спиртового розчину лугу було отримано ненасичений гідрогенкарбон. Напишіть рівняння реакції, дайте назву одержаній речовини.

3. Розрахуйте молекулярну масу алкену, якщо до 7 г його приєднується 16 г брому за подвійним зв'язком.

4. Який гідрогенкарбон утворюється, якщо спочатку на пропен подіяти бромом, а потім одержану сполуку обробити спиртовим розчином лугу? Напишіть відповідні реакції.

5. Якою реакцією можна відрізнити 3-метилбут-1-ин від пент-2-ину?

6. Напишіть структурну формулу 1,3-гексадієну і подійте на нього: а) Cl_2; б) HBr.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Добування та вивчення властивостей етилену

Добування етилену. Добування етилену здійснюють методом дегідратації етилового спирту. У пробірці змішують 1 мл етилового спирту і **(обережно)** 3 мл концентрованої сульфатної кислоти та невелику кількість піску; пробірку закріплюють майже горизонтально у штативі. Закривають пробкою з газовідвідною трубкою і **(обережно!)** нагрівають суміш у полум'ї пальника. Виділений газ підпалюють (рівняння реакції). Далі добутий газ використовують у подальших дослідах.

Дослід 2 Хімічні властивості алкенів – якісні реакції на подвійний зв'язок

Дослід 2.1 Окиснення етилену розчином $KMnO_4$ в нейтральному середовищі (реакція Вагнера)

Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1), занурюють кінець газовідвідної трубки в іншу пробірку, до якої налито 5 краплин 0,1 н розчину калій перманганату.

Дослід 2.2 Бромування етилену

Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1), занурюють кінець газовідвідної трубки в пробірку з 5 краплинами бромної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3 Взаємодія рідких алкенів з галогенами та окисниками

Дослід 3.1 Бромування рідких алкенів

У пробірці змішують 5–6 краплин рідких алкенів з 1–2 краплинами бромної води (насичений розчин), вміст пробірки перемішують скляною паличкою. Якщо жовтий колір розчину не зникає, то пробірку нагрівають у полум'ї пальника.

Дослід 3.2 Окиснення рідких алкенів

У пробірці змішують 3–4 краплини рідких алкенів з 2–3 краплинами 0,1 н розчину калій перманганату, вміст збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 4 Добування та вивчення властивостей алкінів

Дослід 4.1 Добування ацетилену

Примітка: *Дослід треба проводити у витяжній шафі, бо неочищений ацетилен, здобутий з кальцій карбіду, містить шкідливі речовини з різким запахом!*

Суху пробірку майже горизонтально закріплюють у штативі. До пробірки вносять маленький шматочок кальцій карбіду, додають 2–3 краплини води і затикають пробкою з газовідвідною трубкою.

Газ, що виділяється з газовідвідної трубки, підпалюють.

Добутий ацетилен використовують у подальших дослідах.

Дослід 4.2 Бромування ацетилену

Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 4.1) занурюють у пробірку з 4–5 краплями бромної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Дослід 5 Утворення арґентум ацетиленіду

У пробірку вміщують 3 краплини 0,2 н розчину арґентум нітрату і додають 1 краплину концентрованого розчину амоніаку. Утворюється бурий осад. При додаванні ще 2–3 краплин розчину амоніаку осад розчиняється з утворенням амоніачного розчину арґентум(I) оксиду. Крізь цей розчин пропускають ацетилен. У пробірці утворюється розчин арґентум ацетиленіду.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть якісні реакції на подвійний зв’язок.
2. Поясніть механізм приєднання до подвійного зв’язку.
3. Поясніть, чому продукт приєднання однієї молекули брому до етину має транс-конфігурацію?

Лабораторна робота № 5

СПИРТИ ТА ЕТЕРИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: гомологічний ряд насичених одноатомних спиртів; класифікація; ізомерія та номенклатура; способи одержання; фізичні та хімічні властивості; етери; номенклатура, одержання, властивості; двоатомні та триатомні спирти; одержання, властивості, використання в харчовій промисловості.

ІІ Виконати вправи

1. Виведіть ізомери амілового спирту складу $C_5H_{11}OH$ і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
2. З 2-метилпропан-1-олу отримайте: а) натрій алкоголят; б) галогенпохідне; в) етер; г) естер. Дайте назву всім речовинам.
3. Напишіть рівняння реакцій окиснення спиртів: а) етилового спирту; б) етандіолу.

4. Напишіть можливі рівняння реакцій (залежно від температури й співвідношення компонентів), що перебігають при нагріванні пропанолу-2 з сульфатною кислотою.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Розчинність спиртів

У 3–4 пробірки вміщують по 2–3 краплини різних спиртів (етилового, бутилового, амілового тощо), додають до кожної дистильовану воду. До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 2 Встановлення наявності води у спирті

У суху пробірку вміщують невелику кількість кристалів безводного купрум(ІІ) сульфату (кристали білого кольору) і додають 4–5 крапель етилового спирту. Суміш добре збовтують і трохи нагрівають. Якщо спирт не містить води, розчин залишається безбарвним, а якщо в спирті міститься вода, розчин набуває забарвлення. До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Примітка. Безводний купрум(ІІ) сульфат (готує лаборант) одержують при нагріванні кристалогідрату купрум(ІІ) сульфату $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ блакитного кольору в фарфоровій чашці або тиглі в полум'ї пальника з одночасним перемішуванням кристалів скляною паличкою. Нагрівання продовжують до повного знебарвлення кристалів і закінчення виділення водяної пари. Зневоднений купрум(ІІ) сульфат зберігають у щільно закритій склянці в ексикаторі, щоб запобігти контакту з вологою повітря.

Дослід 3 Відношення спиртів до індикаторів

1. Випробування розчинів спиртів на лакмус. У водні розчини спиртів різної будови (1:1) занурюють лакмусовий папір. Занотовують спостереження.

2. Встановлення pH водних розчинів спиртів. У пробірку з водним розчином етилового спирту вміщують універсальний індикаторний папір. За шкалою знаходять pH водного розчину спирту. Роблять висновки про індивідуальні властивості спиртів.

Дослід 4 Одержання купрум гліцерату

У пробірку наливають 1 мл 1 М розчину купрум(ІІ) сульфату і 1 мл 2 М розчину натрій гідроксиду. До осаду, що утворився, додають декілька крапель гліцерину.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

Дослід 5 Окиснення спиртів

У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сульфатної кислоти (2 н розчин) і 4 краплини калій біхромату (4 н розчин). Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають у полум'ї пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Дослід 6 Одержання діетилового етеру

У суху пробірку **(обережно, по стінках!!!)** вміщують послідовно по 4 краплі етилового спирту і концентрованої сульфатної кислоти. Записують спостереження. Потім вміст пробірки **(обережно!!!)** нагрівають у полум'ї пальника до побуріння розчину, після чого нагрівання припиняють. **Обережно** додають ще 4 краплі етилового спирту **(не нахилятись над пробіркою!!!)**.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Контрольні запитання

1. Опишіть промислові способи добування етилового спирту та гліцерину.
2. Вкажіть за допомогою яких реакцій можна відрізнити первинні спирти від вторинних і третинних.
3. За допомогою якої реакції можна виявити гліцерин?

Лабораторна робота № 6

АЛЬДЕГІДИ Й КЕТОНИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: будова, ізомерія та номенклатура альдегідів і кетонів; добування альдегідів, їх фізичні та хімічні властивості; полімеризація та конденсація альдегідів; якісні реакції на альдегіди.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть усі можливі структурні формули альдегідів і кетонів складу $C_5H_{10}O$. Дайте їм назву за систематичною номенклатурою.

2. Який альдегід і яким способом можна отримати з 2-метилпропанолу-1?

3. Напишіть схеми реакцій взаємодії пропіонового альдегіду з ціанідною кислотою.

4. Напишіть схеми реакцій одержання бутан-2-ону: а) із вторинного спирту; б) реакцією Кучерова.

5. Напишіть рівняння реакцій приєднання водню до: а) 2-метилпропаналю; б) бутан-2-ону. Дайте назви отриманим сполукам.

III Робота в лабораторії

Дослід 1 Одержання альдегідів зі спиртів

1. У полум'ї пальника розжарюють спіраль з мідного дроту довжиною 3–4 см **(тримаючи її тигельними щипцями!!!)** до почервоніння, охолоджують її на повітрі. Процес розжарювання спіралі виконують декілька разів, перемежаючи його з процесом охолодження до моменту утворення на поверхні спіралі достатньо товстого шару купрум(II) оксиду чорного кольору.

Розжарену спіраль (після останнього нагрівання) швидко занурюють у пробірку зі спиртом **(не нахилятись над пробіркою!!!)** і одразу нещільно закривають корком. При цьому спирт бурхливо закипає, з'являється запах альдегіду, змінюється колір мідної спіралі.

Примітка. Коли бурхливе кипіння спирту закінчиться, корок вставляють щільніше й охолоджують пробірку в стакані з холодною водою. Після охолодження спіраль виймають, а вміст пробірки переливають до іншої пробірки і додають до неї приблизно рівну кількість дистильованої води. Отриманий водно-спиртовий розчин оцтового альдегіду використовують для подальших дослідів.

2. У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину сульфатної кислоти (2 Н розчин) і 4 краплини калій біхромату (2 Н розчин). Спостерігають вихідне забарвлення розчину. Після цього пробірку нагрівають у полум'ї пальника до зміни забарвлення. Одночасно фіксують появу характерного запаху альдегіду.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

Дослід 2 Якісні реакції альдегідів

Дослід 2.1 Реакція «срібного дзеркала» – окиснення альдегідів амоніачним розчином арґентум(I) оксиду

У знежирену розчином лугу і промиту спочатку холодною, а потім гарячою водою пробірку вміщують 4 краплі 0,2 М розчину арґентум нітрату і 2 краплі 2 М розчину амоніаку. Утворений бурий осад арґентум(I) оксиду

розчиняють, у надлишку (2–4 краплі) 2 М розчину амоніаку. Потім додають 2 краплі 40 %-вого розчину формальдегіду або оцтового альдегіду (отриманого в досліді 1), обережно й повільно нагрівають пробірку у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження і висновки.

Дослід 2.2 Окиснення альдегідів купрум(II) гідроксидом

У пробірку вміщують 5 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду, додають 5 крапель дистильованої води і 3 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. До утвореного осаду купрум(II) гідроксиду додають 2 краплі 40 % розчину формальдегіду, збовтують. Верхній шар розчину нагрівають полум'ям пальника до кипіння, а нижній шар залишають для порівняння холодним.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3 Альдольна конденсація

У пробірку вміщують послідовно по 4 краплі оцтового альдегіду (див. дослід 1) і 2 М розчину натрій гідроксиду. Обережно нагрівають пробірку полум'ям пальника. Рідина поступово буріє, з'являється різкий запах. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. Який механізм реакцій приєднання по карбонільній групі?
2. Які речовини (за класифікацією) отримують при взаємодії альдегідів і кетонів з відновниками й окисниками?
3. У чому відміна в хімічних властивостях альдегідів і кетонів?

Лабораторна робота № 7

ОДНООСНОВНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: ізомерія та номенклатура одноосновних карбонових кислот; будова карбоксильної групи; добування та властивості насичених одноосновних кислот; вищі жирні насичені й ненасичені карбонові кислоти: будова, властивості.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули таких кислот: 2-метилмасляної, оцтової, α-бромпропіонової. Дайте їм назву за систематичною номенклатурою.

2. Напишіть рівняння реакцій перетворення первинного пропілового спирту в бутанову кислоту.

3. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кислоти з формулою $C_5H_{11}COOH$ і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.

4. Наведіть ряд перетворень з етиловим спиртом, як вихідною речовиною, діючи послідовно PCl_5, KCN та водою.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Розчинність у воді одноосновних карбонових кислот

Дослід проводять послідовно з мурашиною, оцтовою, масляною, стеариновою та іншими карбоновими кислотами.

В окремі пробірки вміщують по 5–6 крапель різних рідких кислот або по декілька кристалів твердих кислот. Додають до всіх пробірок по 10–12 крапель води і добре збовтують їх вміст. До лабораторного журналу занотовують спостереження.

Якщо будь-яка з вищезгаданих кислот не розчиняється, пробірку з нею нагрівають. Гарячі розчини кислот охолоджують і відмічають зміни, які в них мали місце.

Якщо якась кислота (наприклад, стеаринова) не розчиняється навіть при нагріванні, то до пробірки додають 5–6 крапель розведеного розчину лугу до повного розчинення кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій взаємодії кислоти з лугом і висновки.

Дослід 2 Кислотні властивості карбонових кислот

1. У три пробірки вміщують по 2–4 краплі 0,1 М розчину оцтової кислоти. До першої додають 1 краплю метилового жовтогарячого, до другої – краплю фенолфталеїну; до третьої занурюють універсальний індикаторний папір і за шкалою визначають pH розчину оцтової кислоти.

2. У пробірку вміщують 2–4 краплі 0,1 М розчину оцтової кислоти і додають невеликий шматочок магнію. До отвору пробірки підносять запалену скіпу.

3. У пробірку вміщують 3–4 краплі 0,1 М розчину оцтової кислоти і додають 0,1–0,2 г натрій карбонату. До отвору пробірки підносять запалену скіпу.

4. У пробірку вміщують невелику кількість кристалів натрій ацетату і додають 2–4 краплі розбавленої (1 М) сульфатної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3 Різниця в окиснюваності мурашиної кислоти та її гомологів

1. У одну пробірку вміщують декілька кристалів натрій форміату, додають 2 краплі 0,1 н розчину калій перманганату та 3 краплі 1 М розчину сульфатної кислоти. Отвір пробірки закривають корком з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють до іншої пробірки з баритовою водою (насичений розчин $Ba(OH)_2$). Вміст першої пробірки нагрівають у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

2. Аналогічно проводять дослід з 0,1 М розчином оцтової кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження та висновки.

Контрольні запитання

1. У чому виявляються кислотні властивості карбонових кислот?
2. Які характерні властивості має мурашина кислота?
3. Які речовини утворюються при гідруванні олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот?
4. Поясніть, чому при додаванні розчину натрій пальмітату до водопровідної води випадає осад?

Лабораторна робота № 8

ЕСТЕРИ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ ТА ЖИРИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: одержання та властивості естерів; естери багатоатомних спиртів; жири, їх склад і будова; хімічні перетворення жирів; мила; миюча дія мил.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть схеми реакцій одержання естерів: пропілметаноату, бутилацетату, тригліцериду олеїнової кислоти.
2. Напишіть схему реакції лужного гідролізу тригліцериду олеїнової, пальмітинової і стеаринової кислот.

3. Напишіть рівняння реакції гідрування естеру гліцерину та лінолевої кислоти.

4. Напишіть схему реакції гідролізу тригліцериду пальмітинової кислоти з наступною дією соди.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Одержання етилового естеру етанової кислоти

У суху пробірку вміщують приблизно 20 краплин (~ 1 мл) крижаної етанової кислоти, додають 50–60 краплин (~ 1,5 мл) етилового спирту та 8–10 краплини концентрованої сульфатної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають до появи запаху естеру.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій.

Дослід 2 Одержання ізоамілового естеру етанової кислоти

У суху пробірку вміщують приблизно 20 краплин (~ 1 мл) крижаної етанової кислоти, додають 30–36 краплин (~ 0,9 мл) ізоамілового спирту (3-метилбутан-1-олу) та 5 краплин концентрованої сульфатної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають до побуріння розчину та появи запаху естеру.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 3 Порівняння розчинності рослинних масел у рідких розчинниках. Екстрагування масел з фільтрувального паперу

Беруть 3–4 клаптика фільтрувального паперу (залежно від кількості розчинників) розміром 3,5 × 3,5 см і змочують центральну частину кожного папірця соняшниковою олією так, щоб утворилася масна пляма розміром близько 6 мм у діаметрі.

Беруть декілька капілярів, заповнюють їх різними розчинниками (етиловий спирт, бензол, гексан, тощо). Тримаючи капіляр перпендикулярно до поверхні папірця, на масну пляму наносять розчинник таким чином, щоб утворилася пляма діаметром 18–20 мм. Повторюють ці дії з кожним розчинником. Дають усім розчинникам випаруватися. Якщо олія розчиняється у певному розчиннику то, після випарування останнього, у центрі залишиться кружальце чистого знежиреного паперу, внаслідок екстрагування розчинником олії з паперу, а олія, що залишилася, розташується на периферії плями у вигляді розпливчастих концентричних кіл.

Якщо розчинник погано або зовсім не розчиняє соняшникову олію (наприклад, спирт), то після випаровування розчинника масна пляма залишиться майже без змін – екстрагування олії не відбувається.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 4 Омилення жирів

Дослід 4.1 У широку пробірку вміщують 2 г жиру (свинячий, баранячий, тощо) і додають 6 мл 15 % розчину лугу. Суміш перемішують скляною паличкою і нагрівають на водяній бані до початку кипіння. Омилення ведуть 3–5 хвилин, доки розчин не стане однорідним.

Для визначення кінця омилення декілька крапель нагрітої суміші відбирають у пробірку; додають 4–5 мл дистильованої води і нагрівають при збовтуванні в полум'ї пальника. Омилення можна вважати повним, коли суміш розчиняється у воді повністю, без виділення крапель жиру. За наявності крапель жиру суміш продовжують нагрівати на водяній бані ще деякий час.

До отриманої густої рідини додають 6–7 мл попередньо підігрітого насиченого розчину кухонної солі. Рідина мутніє і на поверхні утворюється шар мила. Пробірку охолоджують під струменем холодної води. Мило твердіє і його відокремлюють.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, схему реакції омилення жиру (тригіцериду стеаринової кислоти) та висновки.

Дослід 4.2 Готують концентрований розчин лугу: до пробірки обережно додають приблизно 0,6 г натрій гідроксиду та розчиняють у 1,6 мл дистильованої води. Потім у широку пробірку вміщують 4,8 г соняшникової олії додають концентрований розчин лугу, суміш обережно збовтують і нагрівають на водяній бані. Омилення ведуть приблизно 30 хвилин.

Дослід 5 Гідроліз мила

У пробірку наливають 5–10 мл дистильованої води і додають 2–3 краплини фенолфталеїну. Універсальним індикаторним папером за шкалою визначають pH.

До тієї ж пробірки додають ~ 0,5–1 г подрібненого мила, ретельно збовтують. Фіксують, яким стає забарвлення розчину мила, визначають за шкалою pH.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

Контрольні запитання

1. Назвіть найважливіші способи добування естерів.
2. Які речовини утворюються у процесі лужного гідролізу естеру? Наведіть приклади.
3. Які речовини утворюються у процесі лужного гідролізу твердих жирів гідроксидами натрію і калію?
4. Як відбувається гідрогенізація рослинних олій?
5. Чому природна тверда вода знижує миючу дію мила?

Лабораторна робота № 9

ВУГЛЕВОДИ. ВЛАСТИВОСТІ МОНОСАХАРИДІВ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: класифікація, будова та ізомерія вуглеводів; моносахариди, їх класифікація, номенклатура, ізомерія; альдегідна й напівацетальна форми; фізичні та хімічні властивості моносахаридів; окремі представники моносахаридів.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули (ациклічна й напівацетальна форми) глюкози та фруктози. Визначить, скільки асиметричних атомів карбону мають ці моносахариди?
2. Наведіть проекційні формули α- та β-глюкози, α- та β-фруктози.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Проба Моліша – взаємодія моносахаридів з α- нафтолом (доведення присутності вуглеводів)

У декілька пробірок послідовно вміщують наявні моносахариди (глюкоза, фруктоза, тощо) і додають 8–12 крапель дистильованої води до повного розчинення. До отриманих розчинів моносахаридів додають 2–4 краплі свіже приготовленого 10 % спиртового розчину α-нафтолу. Суміш мутніє, внаслідок виділення важкорозчинного у воді α-нафтолу. Далі **(обережно!!!)** по стінках пробірок додають 6–10 крапель концентрованої сульфатної кислоти, важкий шар якої осідає на дно пробірки, майже не змішуючись з водою. На межі розподілу утворюється характерне фіолетове забарвлення у вигляді кільця або при збовтуванні в усьому об’ємі розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Дослід 2 Доведення наявності спиртових (гідроксильних) груп в глюкозі

У пробірку послідовно вміщують 2–3 краплі 1 % розчину глюкози, 10–12 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду та 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. Вміст пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції утворення сахарату міді, висновки.

Дослід 3 Доведення наявності альдегідної групи в глюкозі – відновлення солей міді

У пробірку вміщують 2–3 краплі 5 % розчину глюкози 10–12 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду, додають та 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. Вміст пробірки збовтують. Нагрівають полум'ям пальника до кипіння. Спостерігають утворення жовтогарячого забарвлення, а при подальшому нагріванні – червоного осаду Cu_2O.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4 Окиснення моносахаридів амоніачним розчином арґентум(I) оксиду – реакція «срібного дзеркала»

У ретельно вимиту пробірку послідовно вміщують 2 краплі 0,2 М розчину арґентум нітрату та краплями 2 М розчин амоніаку до розчинення утвореного на початку осаду арґентум(I) оксиду (надлишок амоніаку в розчині знижує чутливість реакції). Додають 2 краплі 5 % розчину глюкози й обережно нагрівають пробірку до початку почорніння розчину. Далі реакція йде без нагрівання.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції окиснення глюкози й одержання одноосновної оксикислоти.

Примітка:

$2AgNO_3 + 2NH_4OH \rightarrow Ag_2O\downarrow + 2NH_4NO_3 + H_2O$;

$Ag_2O\downarrow + 4NH_4OH \rightarrow 2[Ag(NH_3)_2]OH + 3H_2O$.

Кетози (наприклад, фруктоза) в таких м'яких умовах не окиснюються.

Дослід 5 Окиснення моносахаридів розчином Фелінга (якісна реакція на альдегідну групу)

У дві пробірки вміщують по 6 крапель 5 % розчинів глюкози й фруктози і додають по 2 краплі реактиву Фелінга (суміш рівних об'ємів 7 % розчину купруму(II) сульфату, 34,6 % розчину сегнетової солі і 10 % розчину натрій гідроксиду), збовтують. Обидві пробірки вміщують до киплячої бані, де нагрівають упродовж 4–5 хвилин до появи червоного осаду Cu_2O.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Наведіть схему таутомерного перетворення карбонільної форми глюкози в напівацетальну.

Дослід 6 Реакція Селіванова – взаємодія моносахаридів з резорцином (якісна реакція на кето-групу)

У пробірку вміщують декілька кристалів резорцину, 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти й 2 краплі 5 % розчину фруктози. Вміст пробірки нагрівають до початку кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміну забарвлення розчину), висновки.

Контрольні запитання

1. Які функціональні групи містяться в молекулах моносахаридів глюкози та фруктози?
2. З якими речовинами і за яких умов глюкоза взаємодіє в ациклічній формі?
3. Який гідроксил має назву напівацетального?
4. Як довести присутність у молекулі глюкози гідроксильних груп?

Лабораторна робота № 10

ВЛАСТИВОСТІ НИЗЬКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ. ДИСАХАРИДИ (БІОЗИ)

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: класифікація дисахаридів; відновлюючі і невідновлюючі дисахариди; будова лактози, мальтози, цукрози; інверсія цукрози; поширення дисахаридів у природі.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакцій гідролізу цукрози (структурні формули).
2. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна розпізнати цукрозу й мальтозу.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Доведення наявності гідроксильних груп у цукрозі

У пробірку послідовно вміщують 2 краплі 1 % розчину цукрози, 10 крапель 10 % розчину натрій гідроксиду, 8–10 крапель дистильованої води і

1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. Колір розчину стає синім, унаслідок утворення комплексної сполуки.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 2 Кислотний гідроліз цукрози

У пробірку вміщують 2 краплі 1 % розчину цукрози, 2 краплі 2 М розчину хлоридної кислоти, 6 крапель дистильованої води. Пробірку вміщують до киплячої водяної бані і нагрівають упродовж 15–20 хвилин до повного гідролізу цукрози. Після цього гідролізований розчин порівну розливають у дві пробірки.

До першої пробірки з гідролізованою цукрозою додають 4–5 крапель лугу (до лужної реакції на лакмус), 3–4 краплі води і 1–2 краплі 5 % розчину купрум(II) сульфату. В полум'ї пальника нагрівають верхню частину синього розчину до появи жовтогарячого забарвлення й червоного осаду Cu_2O, що свідчить про утворення глюкози.

До другої пробірки з гідролізованою цукрозою додають кілька кристалів резорцину, 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти і нагрівають до появи червоного забарвлення, що свідчить про утворення фруктози.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції гідролізу сахарози, висновки.

Дослід 3 Взаємодія цукрози з розчином Фелінга

У пробірку вміщують 8–10 крапель 1 % розчину цукрози, додають до нього 10–12 крапель розчину Фелінга, збовтують. Пробірку вміщують до киплячої водяної бані, де нагрівають протягом 3–4 хвилин.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Контрольні запитання

1. Які властивості притаманні дисахаридам та моносахаридам?
2. Чому мальтоза відновлює амоніачний розчин арґентум(I) оксиду, а цукроза – ні?
3. Яка причина розчинення купрум(II) гідроксиду в розчині сахарози?
4. Які продукти утворюються при гідролізі мальтози?

Лабораторна робота № 11

ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ ПОЛІСАХАРИДІВ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: вищі полісахариди, їх поширення в природі; склад і будова полісахаридів; крохмаль, його будова й властивості; гідроліз клітковини.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули фрагментів крохмалю.
2. Напишіть структурні формули фрагментів клітковини.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Реакція крохмалю з йодом

У пробірку вміщують 2–3 краплі 2 % розчину крохмального клейстеру і 1 краплю 0,05 М розчину йоду. Спостерігають зміну забарвлення розчину. Отриманий розчин нагрівають до кипіння. При цьому спостерігають зникнення забарвлення при кипінні та його виникнення при охолоджуванні розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 2 Гідроліз крохмалю кислотами

У сім пробірок вміщують по 4 краплі розбавленої йодної води (розчин йоду в 0,1 М розчині йодиду калію) і встановлюють їх у штатив. У окрему пробірку вміщують 10–12 крапель 2 % крохмального клейстеру, 3–4 краплі 1 М розчину сульфатної кислоти, збовтують і вміщують пробірку до киплячої водяної бані.

Кожні 30 с відбирають піпеткою з капіляром одну краплю розчину і додають її послідовно до кожної з семи пробірок з йодною водою. Спостерігається поступова зміна забарвлення розчинів. Усі зміни занотовують до таблиці:

№ проби	**Забарвлення**
перша	
друга	
третя	
четверта	
п’ята	
шоста	
сьома	Світло-жовте (забарвлення йодної води)

Розчин, що залишився в пробірці, охолоджують, додають 2–3 краплі фенолфталеїну і нейтралізують розчином лугу до малинового забарвлення, додають 1–2 краплі розчину Фелінга, нагрівають. З'являється жовтогаряче забарвлення, що свідчить про утворення глюкози.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, що до поступової зміни забарвлення розчину, схему гідролізу крохмалю від розчинного крохмалю до кінцевого продукту – глюкози.

Дослід 3 Утворення декстрину з крохмалю

У пробірку вміщують 0,15–0,20 г сухого крохмалю і обережно нагрівають до початку пожовтіння порошку. Згодом вміст пробірки охолоджують і додають до отриманого декстрину 2–3 мл холодної дистильованої води і енергійно збовтують протягом 1–2 хвилин. До отриманої суміші додають 1–2 краплі розчину йоду.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 4 Кислотний гідроліз клітковини

У пробірку вміщують невеликий шматочок фільтру і додають 4 краплі концентрованої сульфатної кислоти (ρ = 1,82 г/мл), перемішують скляною паличкою до утворення безбарвного густого розчину. Пробірку на 3–5 хвилин вміщують до киплячої водяної бані (для повного гідролізу клітковини). Потім у другу пробірку піпеткою відбирають 2 краплі розчину гідролізованої клітковини, додають 8 крапель 2 М розчину натрій гідроксиду, 1 краплю реактиву Фелінга, збовтують і нагрівають до появи забарвлення розчину.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, схему гідролізу клітковини.

Контрольні запитання

1. Вкажіть, чим відрізняється будова крохмалю від будови клітковини?
2. За допомогою якої якісної реакції можна довести присутність крохмалю?

Лабораторна робота № 12

БІЛКОВІ РЕЧОВИНИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: будова, ізомерія та номенклатура амінокислот; добування, фізичні й хімічні властивості амінокислот; окремі представники амінокислот; поліпептиди; білки: загальна характеристика, якісні реакції; будова білків: первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка; значення білків.

ІІ Виконати вправи

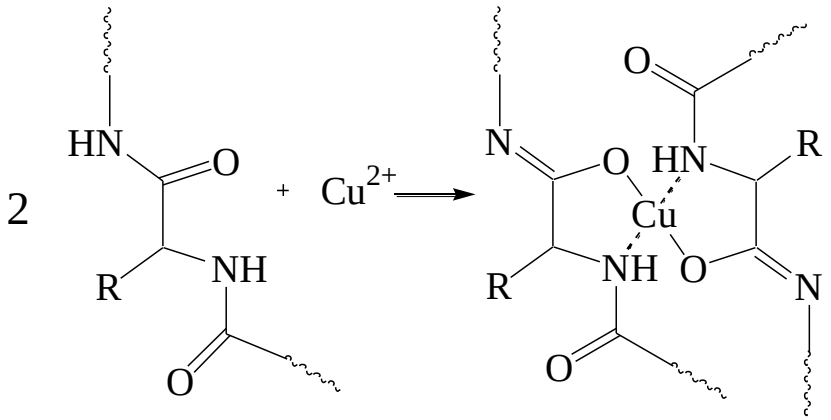
1. Напишіть рівняння реакції взаємодії амінооцтової та β-амінопропіонової кислот з хлоридною кислотою й етиловим спиртом.

2. Напишіть рівняння реакції добування трипептидів з гліцину (аміно-оцтова кислота) та аланіну (α-амінопропіонова кислота) з різною послідовністю залишків амінокислот.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Якісні реакції білків

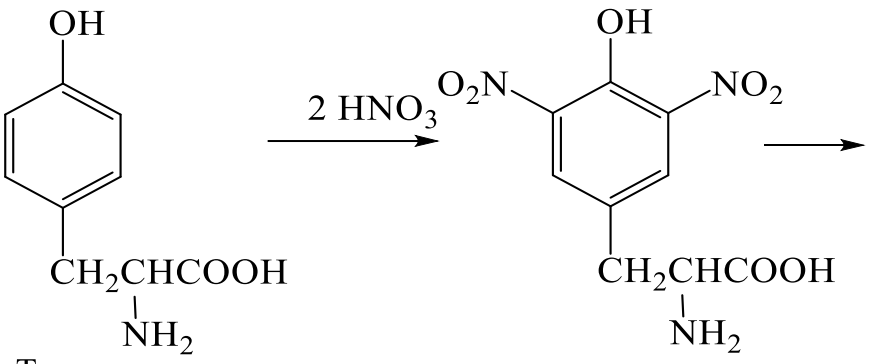
1. Біуретова реакція. При дії на білки розчинами солей міді (мідного купоросу) в лужному середовищі з'являється фіолетове забарвлення, зумовлене утворенням комплексу білку з йонами Cu^{2+}.



У пробірку вміщують 4 краплі розчину білку, по 2 краплі 20 % розчину натрій гідроксиду та 5 % розчину купрум(ІІ) сульфату.

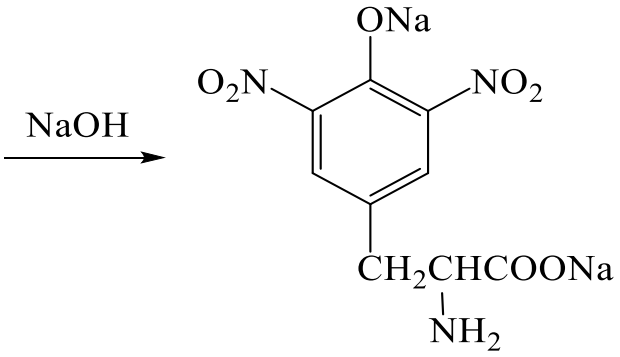
До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

2. Ксантопротеїнова реакція. Цією реакцією виявляють наявність у білка ароматичних ядер.



Тирозин

3-(4-гідрокси-3,5-динітрофеніл)-аланін



натрієва сіль
3-(4-гідрокси-3,5-динітрофеніл)-аланіну

У пробірку вміщують 6 крапель водного розчину білка та 2 краплі концентрованої нітратної кислоти. Пробірку нагрівають полум'ям пальника до появи жовтого кольору, внаслідок нітрування залишків ароматичних амінокислот білкової молекули з утворенням полінітросполук. Далі вміст пробірки охолоджують і додають 2–4 краплі натрій гідроксиду.

До лабораторного журналу занотовують спостереження й висновки.

3. Реакція на Сульфур. При кип'ятінні 30 % лужного розчину білка з розчином плюмбум(II) ацетату випадає коричнево-чорний осад плюмбум(II) сульфіду. Ця реакція дає можливість виявляти в білковій молекулі залишки амінокислот, що містять Сульфур-цистин, цистеїн, метіонін.

Примітка. ***Розчини білків готують таким чином:***

Розчин яєчного білка. Білок одного курячого яйця змішують із 120–150 мл дистильованої води в склянці при сильному збовтуванні. Суміш фільтрують крізь змочений водою клаптик випраного полотна. У фільтрат переходить яєчний альбумін з невеликими домішками глобуліну, а на полотні залишається головна частина глобуліну.

Дослід 2 Оборотне висаджування білків з розчинів (висолювання білків)

Оборотне висаджування білків, тобто осаджування без зміни структури молекули білка, відбувається при додаванні до них солей лужних металів, магнію, амонію. Добуті осади білків знову легко розчиняються у воді або в розведених водних розчинах солей.

У пробірку вміщують по 4 краплі розчину білка й насиченого розчину амоній сульфату, збовтують. Занотовують спостереження. Далі 2–3 краплі каламутного розчину вміщують у другу пробірку та додають 3–4 краплі дистильованої води, збовтують.

До журналу занотовують спостереження та висновки.

Дослід 3 Денатурація (зсідання) білків

1. Зсідання білків при нагріванні. В пробірку вміщують 8 крапель розчину білка і нагрівають полум'ям пальника до закипання. Занотовують спостереження. Вміст пробірки охолоджують, додають 2 краплі 2 н розчину амоній сульфату і знову нагрівають до кипіння. Занотовують спостереження і висновки.

2. Зсідання білків під дією важких металів. У дві пробірки вміщують по 6 краплин розчину білка. До однієї пробірки додають 2 краплі насиченого розчину купрум(II) сульфату, до другої – 2 краплі 2 н розчину плюмбум(II) ацетату.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

3. **Зсідання білків під дією концентрованих мінеральних кислот.** В пробірку вміщують 4 краплі концентрованої нітратної кислоти, обережно по стінці, попередньо нахиливши пробірку, додають 4 краплі розчину білка. Пробірку встановлюють у штативі і спостерігають, що відбувається на межі розподілу розчину білка й кислоти. Потім збовтують вміст пробірки і занотовують спостереження та висновки до лабораторного журналу.

Дослід 4 Відкриття амонійного нітрогену в білках

В пробірку наливають 4 краплі розчину білка і додають 8 крапель концентрованого розчину лугу. Суміш нагрівають полум'ям пальника та кип'ятять 2–3 хвилини. У результаті розкладу білка лугом виділяється амоніак, який можна зафіксувати за запахом, а також за допомогою вологого рожевого лакмусового паперу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 5 Виділення казеїну з молока

Молоко містить специфічний білок казеїн, що містить фосфор. Вміст цього білка в молоці становить 80 % від загальної кількості білків. Казеїн має кислотні властивості й міститься в молоці у вигляді розчинної кальцієвої солі. При підкисленні білок випадає в осад у вигляді білих пухких пластівців, що легко відфільтровуються.

В хімічний стакан на 50 мл наливають 3 мл молока, доливають 7 мл дистильованої води і при інтенсивному перемішуванні додають краплями 1 % розчин хлоридної кислоти (10–15 крапель) до утворення пухкого осаду. Витримують суміш протягом 5 хвилин, і додають 10 мл дистильованої води, потім витримують протягом інших 5 хвилин. Через 5 хвилин фільтрують суміш крізь паперовий фільтр.

Невелику кількість осаду переносять у колбу, додають 6 мл 10 % розчину натрій гідроксиду і кип'ятять на піщаній бані 1 годину. Після цього колбу охолоджують, додають краплями нітратну кислоту (10–30 крапель) до кислої реакції. При цьому утворюється осад високомолекулярних продуктів неповного гідролізу білка. Суміш фільтрують.

Фільтрат ділять на 2 частини: з першою проводять біуретову реакцію (див. дослід 1), до другої частини додають 10 крапель молібденової рідини і нагрівають (з метою виявлення фосфору в складі казеїну).

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Контрольні запитання

1. Які кольорові реакції білків Вам відомі?
2. Що таке первинна, вторинна, третинна та четвертинна структура білка?
3. Що є остаточним продуктом гідролізу білків?
4. У чому виявляються труднощі вивчення і синтезу білків?

Лабораторна робота №13

АРОМАТИЧНІ ГІДРОГЕНКАРБОНИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: будова бензену, сучасні електронні уявлення, джерела ароматичних сполук; способи добування гомологів бензену; властивості бензену та його гомологів; правила заміщення в бензольному ядрі; окремі представники ароматичних гідрогенкарбонів, їх застосування.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть структурні формули всіх ізомерів ароматичних гідрогенкарбонів з молекулярною формулою C_9H_{12}, дайте їм назву.
2. Напишіть реакцію хлорування о-нітротолуену (в присутності каталізатора).
3. Напишіть рівняння реакції окиснення етилбензену та п-метилетилбензену.
4. Вкажіть способи добування всіх ізомерів нітрохлоробензену із бензену за допомогою реакцій заміщення.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Властивості бензену

Дослід 1.1 Розчинність бензолу в різних розчинниках

У три пробірки наливають по 3 краплі бензену. До однієї додають 9 крапель води, до другої – 9 крапель спирту, до третьої – 9 крапель діетилового етеру. Вміст кожної пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 1.2 Горіння бензену

Дослід проводять у витяжній шафі! В порцелянову чашку вміщують 1–2 краплі бензену, підпалюють. Занотовують спостереження, висновки.

Дослід 1.3 Дія бромної води на бензен

У пробірку вміщують 3 краплі бромної води і 2 краплі бензену. Вміст пробірки збовтують і дають відстоятися. Нижній шар (бромна вода) знебарвлюється або світлішає, а верхній шар (бензол) забарвлюється в брунатно-жовтий колір. Це пов’язано з екстракцією, тобто з тим, що бром краще розчинюється в бензолі, ніж у воді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Дослід 1.4 Дія калій перманганату на бензен

У пробірку вміщують 6 крапель води та по 2 краплі 0,1 н розчину калій перманганату і 2 н розчину сульфатної кислоти. До отриманого розчину додають 2 краплі бензену і збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

Дослід 2 Окислення толуену

У пробірку вміщують 5 крапель води та по 2 краплі 0,1 н розчину калій перманганату та 2 н розчину сульфатної кислоти. Далі додають 2–3 краплі толуену і збовтують 2–3 хвилини.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 3 Нітрування бензену

У суху пробірку вміщують 2 краплі концентрованої нітратної кислоти та 3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Отриману нітруючу суміш охолоджують і додають 3 краплі бензену. Пробірку на 2–3 хвилини вміщують до водяної бані, нагрітої до 55–60 °С, та постійно збовтують. Після цього виливають реакційну суміш у пробірку з водою.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

Дослід 4 Нітрування толуену

У суху пробірку вміщують 2 краплі концентрованої нітратної кислоти і 3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. До охолодженої нітруючої суміші додають 3 краплі толуену, енергійно збовтують. Через 1–2 хвилини реакційну суміш виливають у пробірку з холодною водою.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 5 Сульфування бензену

У пробірку вміщують 3 краплі бензену і 5 крапель концентрованої сульфатної кислоти. Вміст пробірки нагрівають на киплячій водяній бані, при безперервному збовтуванні. Останнє необхідно для утворення емульсії гідрогенкарбону з кислотою. Після того, як утвориться однорідний розчин, його виливають у пробірку з 10 краплями дистильованої холодної води. Якщо сульфування закінчилося повністю, утворюється прозорий розчин, бо сульфокислоти добре розчиняються у воді.

До журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Контрольні запитання

1. За допомогою яких реакцій можна відрізнити бензен від етиленових гідрогенкарбонів?
2. Скільки ізомерів має триетилбензен?
3. Як одержати бензен з ацетилену?

Лабораторна робота № 14

ВЛАСТИВОСТІ ФЕНОЛІВ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: будова, ізомерія та номенклатура фенолів; добування фенолів; властивості фенолів: утворення фенолятів, алкілування і ацилування фенолів, дія галогенів, нітратної та сульфатної кислот, каталітичне гідрування; фенол, його застосування в промисловості; синтетичні смоли на основі фенолу; двохатомні та трьохатомні феноли; ароматичні спирти.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть рівняння реакцій взаємодії о-крезолу з оцтовим ангідридом, метиловим спиртом, бромною водою та нітратною кислотою. Дайте назву отриманим сполукам.
2. Напишіть схему нітрування фенолу та дайте назву отриманим речовинам.
3. Напишіть схеми послідовних реакцій взаємодії гідрохінону з лугом і йодистим метилом.
4. Напишіть рівняння реакції взаємодії резорцинату натрію з хлористим ацетилом.
5. Напишіть рівняння реакції добування бензилового спирту.
6. Напишіть рівняння реакції взаємодії бензилового спирту з металічним натрієм, оцтовою кислотою і метиловим спиртом.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Розчинність фенолу у воді

У пробірку послідовно вміщують по 6 крапель рідкого фенолу і дистильованої води, збовтують. Утворюється емульсія фенолу. Вмісту пробірки дають відстоятися. Спостерігається поступове розшарування емульсії: верхній шар – розчин фенолу у воді, нижній – розчин води в фенолі.

Вміст пробірки обережно нагрівають. Утворюється прозорий однорідний розчин. При охолодженні утворюється каламутна рідина. Вміст пробірки залишають для наступних дослідів.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

Примітка. Фенол – безбарвна кристалічна речовина з характерним запахом. Температура плавлення фенолу 43 °С. Але ця температура сильно знижується при наявності домішок води (в 100 частинах фенолу може

розчинятися 8 частин води), тому при звичайній температурі фенол залишається рідким, утворюючи, так званий, рідкий фенол.

Дослід 2 Розчинність і кислотні властивості фенолів

У три пробірки послідовно вміщують по 0,05 г пірокатехіну, резорцину та гідрохінону. До кожної пробірки додають по 10 крапель води. Отримані суміші енергійно збовтують. Якщо розчинення якогось фенолу не відбувається, то суміш нагрівають до кипіння, а потім охолоджують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження відповідно розчинності фенолів у воді та висновки.

На синій лакмусовий папір наносять краплями кожний з розчинів фенолів, у тому числі розчин простого фенолу (дослід 1) і визначають реакцію середовища досліджуваних фенолів. Занотовують спостереження та висновки.

Отримані розчини фенолів залишають для наступних дослідів.

Дослід 3 Утворення та розкладання натрій феноляту

У пробірку послідовно вміщують по 2 краплі рідкого фенолу (з досліду 1) і води. До отриманої емульсії фенолу у воді додають 2 краплі 2 М розчину натрій гідроксиду, збовтують. Занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

До отриманого прозорого розчину натрій феноляту додають 2–3 краплини 2 М розчину хлоридної кислоти.

Занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 4 Реакція фенолів з ферум(III) хлоридом

У різні пробірки вміщують по 3 краплі розчинів фенолів – простого фенолу (з досліду 1), пірокатехіну, резорцину, гідрохінону (з досліду 2). У кожну пробірку додають 1–2 краплі 0,1 н розчину ферум(III) хлориду.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (забарвлення кожного розчину), висновки.

Дослід 5 Добування трибромофенолу

У пробірку послідовно вміщують по 2 краплі водного розчину фенолу (з досліду 1) і насиченого розчину бромної води. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 6 Сульфування фенолу

У пробірку вміщують декілька кристалів фенолу **(шпателем**!), додають 3 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Збовтують вміст пробірки – кристали фенолу розчиняються.

Реакційну суміш нагрівають на киплячій водяній бані 2–3 хвилини. Вміст пробірки охолоджують і виливають в іншу пробірку з 10 краплями холодної води. Утворюється однорідний розчин, що майже не має запаху фенолу.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій утворення о- і п-фенолсульфокислоти, висновки.

Контрольні запитання

1. Поясніть кислотні властивості фенолів.
2. Яким чином у фенолі виявляється взаємний вплив бензольного ядра та гідроксильної групи?
3 Як з фенолу добувають полімери?
4. Скільки ізомерів мають двох- і трьохатомні феноли?

Лабораторна робота № 15

АРОМАТИЧНІ АЛЬДЕГІДИ, КЕТОНИ, КИСЛОТИ, ОКСИКИСЛОТИ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: будова, ізомерія та номенклатура ароматичних альдегідів і кетонів; класифікація; способи добування; фізичні та хімічні властивості; окремі представники; будова, ізомерія та номенклатура ароматичних карбонових кислот; способи добування та властивості; двохосновні ароматичні карбонові кислоти; ароматичні карбонові кислоти з карбоксильною групою в боковому ланцюзі; ароматичні оксикислоти; саліцилова кислота та її похідні; танін; дубильні речовини.

ІІ Виконати вправи

1. Напишіть схеми окиснення двох ізомерних альдегідів – п-метилбензойного і фенілоцтового. Дайте назву одержаним сполукам.
2. Напишіть рівняння реакцій двох способів добування фенілоцтового альдегіду.
3. Напишіть рівняння реакції взаємодії метил-п-толілкетону з гідроксиламіном. Дайте назву продукту реакції.
4. Напишіть схему реакції взаємодії бензойного альдегіду з натрій гідрогенсульфітом.
5. Напишіть схему реакції взаємодії п-метилбензойного альдегіду з концентрованим розчином їдкого натру.

6. Напишіть рівняння реакції взаємодії оцтового та бензойного альдегідів у лужному середовищі. Дайте назву отриманій речовині.

ІІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Взаємодія бензойного альдегіду з натрій гідрогенсульфітом

У пробірку вміщують 6 крапель бензойного альдегіду, додають 10 крапель насиченого розчину натрій гідрогенсульфіту, суміш енергійно збовтують. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції утворення гідросульфітної сполуки.

До отриманої суміші додають 12 крапель дистильованої води і вміщують пробірку в гарячу водяну баню на декілька хвилин до розчинення кристалів і появи на поверхні розчину маслянистих плям з характерним запахом бензальдегіду. Занотовують спостереження, рівняння реакції розкладу гідросульфітної сполуки та висновки.

Дослід 2 Взаємодія бензойного альдегіду з розчином лугу

У пробірку вміщують 5 крапель бензойного альдегіду, додають при збовтуванні 3 краплі свіжо виготовленого 10 % розчину калій гідроксиду. Із розчину осаджуються кристали калій бензоату.

Занотовують спостереження (випадіння кристалів солі), рівняння реакції взаємодії двох молекул бензойного альдегіду під впливом концентрованого розчину лугу з утворенням бензилового спирту і калієвої солі бензойної кислоти.

Вміст пробірки з калій бензоатом переносять до центрифужної пробірки та центрифугують 5 хвилин. Прозорий розчин, що містить бензиловий спирт, зливають у мікрохімічну пробірку, додають 1 краплю концентрованої сульфатної кислоти і 2 краплі 0,5 н розчину калій біхромату, обережно нагрівають до кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (зміна забарвлення, скаламутнення), рівняння реакцій окиснення бензилового спирту в бензойний альдегід і далі в бензойну кислоту, висновки.

Дослід 3 Окиснення бензойного альдегіду киснем повітря

На предметне скло вміщують 2 краплі бензойного альдегіду і залишають на повітрі. Через деякий час з’являються кристали бензойної кислоти, які важко розчиняються в холодній воді.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

Дослід 4 Порівняння ступеня іонізації бензойної та саліцилової кислот

Для виконання цього досліду необхідно:

1) Послідовно в різних ступках розтерти невеликі кількості бензойної та саліцилової кислот.

2) Готують розчини натрій карбонату, натрій ацетату та натрій форміату, для чого 0,2 г кожної солі розчиняють у пробірці з 12 краплями води, безупинно збовтують. Натрій карбонат залишається частково не розчиненим, унаслідок малої розчинності у воді. Отримані розчини ділять на 2 частини: відбирають з кожної пробірки по 6 крапель і вміщують їх в інші три пробірки. Всі 6 пробірок (по два розчина кожної солі) розміщують у штативі.

3) У три пробірки з розчинами натрій карбонату, ацетату та форміату додають мікрошпателем невелику кількість порошку бензойної кислоти.

Вміст кожної пробірки збовтують і спостерігають, у якому розчині солі відбулося розчинення бензойної кислоти;

4) До інших трьох пробірок, з розчинами тих же солей, додають кристали саліцилової кислоти і також спостерігають, в якому розчині солі саліцилова кислота розчинюється.

До лабораторного журналу занотовують спостереження (виділення газу, поява запаху, тощо), рівняння реакцій, висновки.

Дослід 5 Дія на бензойну і саліцилову кислоти ферум(III) хлориду та бромної води

В одну пробірку вміщують невелику кількість розтертого порошку бензойної кислоти, у другу – таку ж кількість порошку саліцилової кислоти. В обидві пробірки додають по 10–12 крапель води, збовтують. Утворюються насичені розчини (на дні пробірок кристали) кислот. Піпеткою відбирають по 2–3 краплі цих розчинів і вміщують їх у чисті пробірки так, щоб утворилося по дві пари насичених розчинів кожної кислоти:

До першої пари насичених розчинів обох кислот додають по 1 краплі 0,1 н розчину ферум(III) хлориду.

До другої пари насичених розчинів обох кислот додають по 4 краплі насиченого розчину бромної води.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

Дослід 6 Дія окисників на бензойну та саліцилову кислоти

В одну пробірку вміщують 3 краплі насиченого розчину бензойної кислоти, у другу – таку ж кількість насиченого розчину саліцилової кислоти

(з досліду 5). До обох пробірок додають рівні об’єми розчинів соди і калій перманганату, збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження та висновки.

Контрольні запитання

1. У чому різниця хімічних властивостей альдегідів жирного й ароматичного ряду?
2. Як добувають ароматичні альдегіди і кетони?
3. Назвіть кислоти з карбоксильними групами в бензольному ядрі та боковому ланцюзі.
4. Назвіть найважливіших представників оксикислот ароматичного ряду.

Лабораторна робота № 16

ХРОМАТОГРАФІЯ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: хроматографія як метод розділення суміші речовин як метод якісного аналізу, види хроматографії, межі застосування різних видів хроматографії.

ІІ Робота в лабораторії

Дослід 1 Приготування екстракту хлорофілу

Кілька промитих і висушених листів шпинату (вага приблизно 2 г) розтирають у ступці, додають суміш 3 мл етанолу та 6 мл петролейного ефіру і знову розтирають суміш. Суміш переносять у пробірку, додають рівний об’єм насиченого водного розчину натрій хлориду, збовтують, дають відстоятися і відділяють нижній прозорий водний шар. Повторюють процедуру промивання екстракту розчином натрій хлориду кілька разів для видалення спирту – до тих пір, поки промивний розчин не стане прозорим (приблизно три рази).

Дослід 2 Розділення рослинних барвників за допомогою колонкової хроматографії

До хроматографічної колони, наповненої адсорбентом – цукровою пудрою (10–12 см по висоті), додають 3 мл отриманого екстракту хлорофілу, а одразу після всмоктування – обережно невелику кількість елюента – ксилену (суміш ізомерів). Спостерігають переміщення забарвлених речовин вздовж адсорбенту. Не допускаючи повного всмоктування елюента і потрапляння

бульбашок повітря у адсорбент (це може знизити ефективність розділення), додають ще елюента на повну довжину колони. Через певний час спостерігають розділення забарвлених компонентів суміші – різні речовини по-різному утримуються адсорбентом і, відповідно, переміщуються з різною швидкістю (рис. 4). При задовільному результаті на виході колони можна спостерігати два або три забарвлених шари – один жовтий (каротин) та один або два зелених (два види хлорофілу – А та В). Замінюючи склянку-приймач, збирають окремо розчини забарвлених компонентів; кожний розчин виливають на чашку Петрі і висушують.

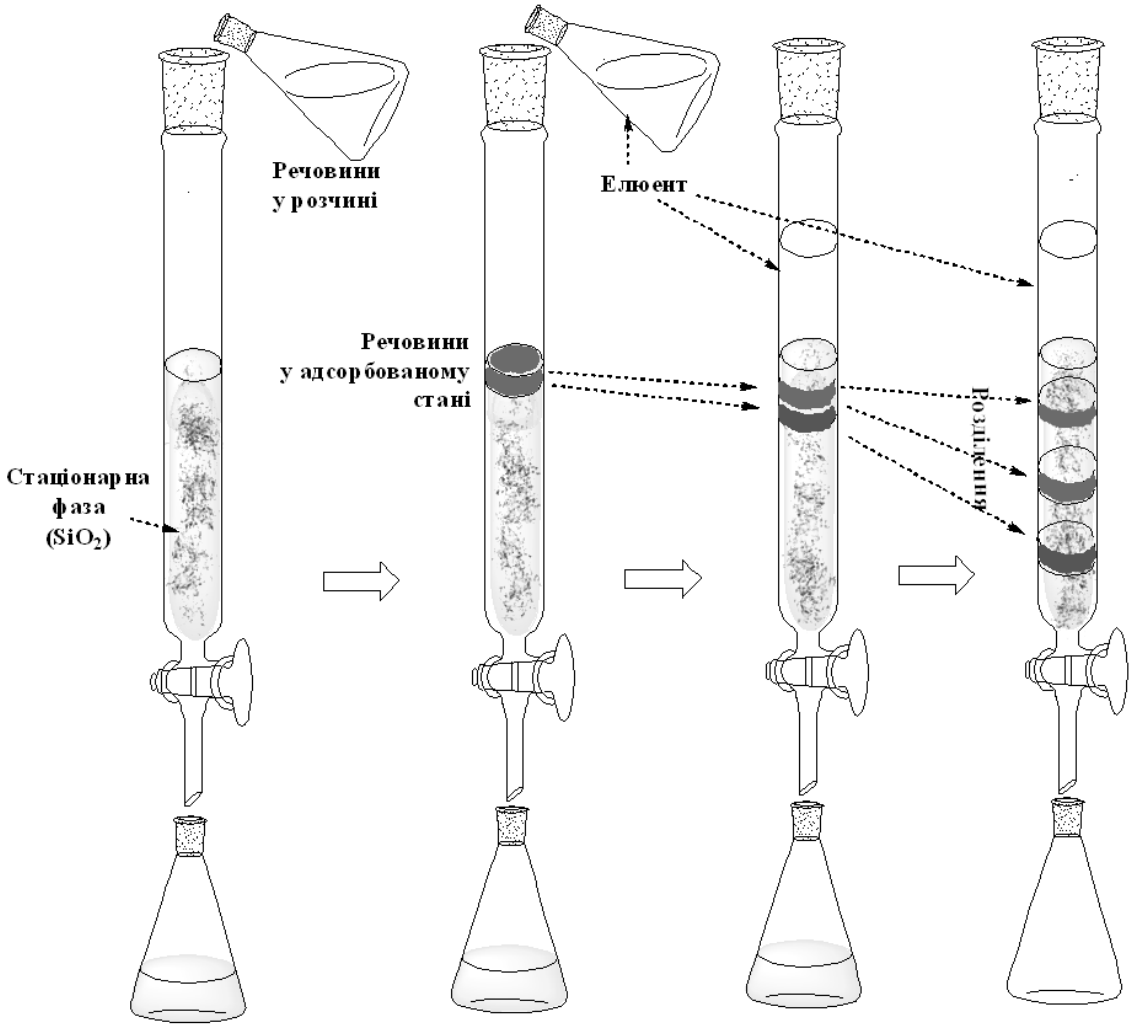


Рисунок 4 – Розділення речовини за допомогою колоночної хроматографії

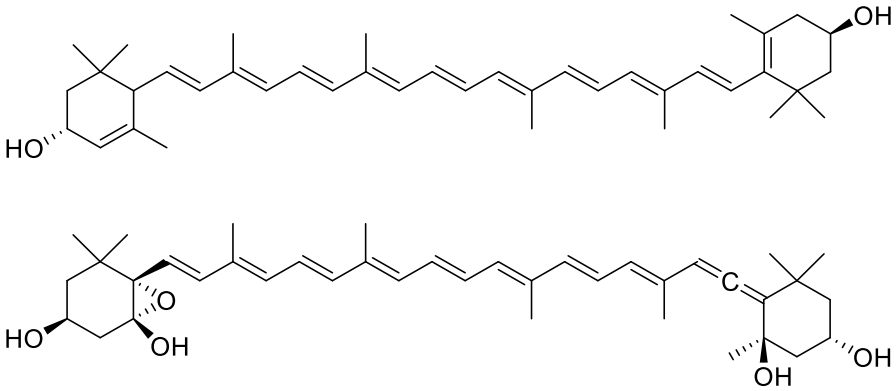
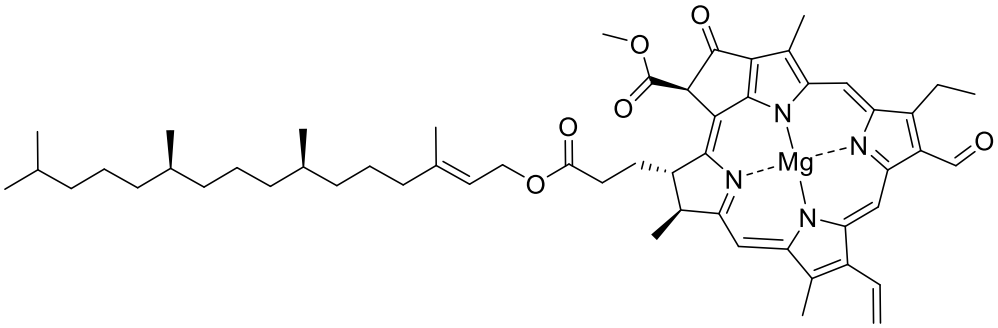
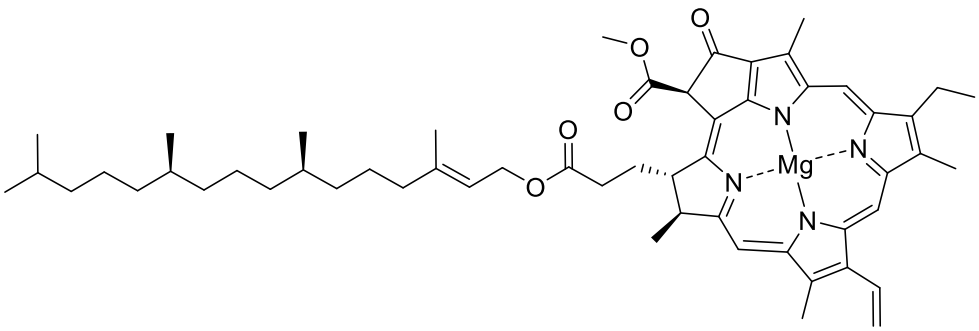
Дослід 3 Якісний аналіз рослинних барвників за допомогою тонкошарової хроматографії

На смугу спеціальної хроматографічної пластини Sorbfil UV-254 (алюмінієва поверхня з закріпленим шаром адсорбента – силікагелю з домішкою барвника з люмінесценцією при УФ-опроміненні 254 нм) за допомогою капіляра на уявну стартову лінію (1 см від краю) наносять

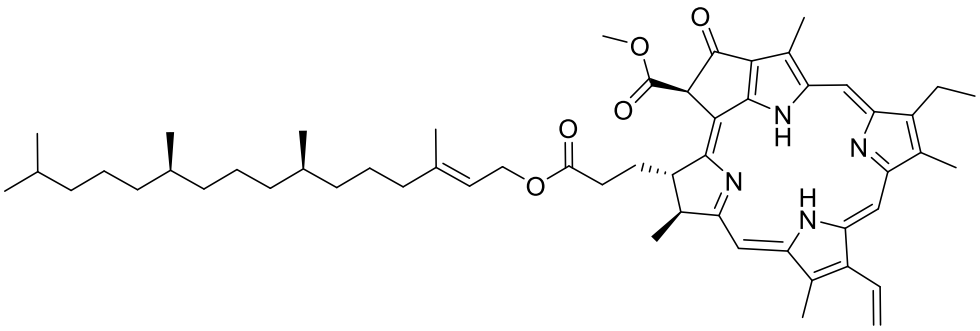
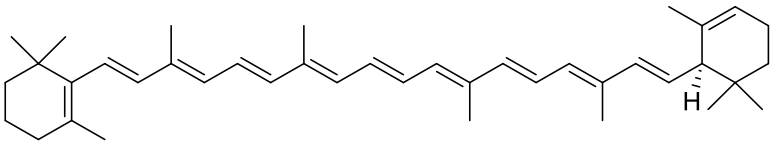
мінімальну кількість отриманого екстракт хлорофілу (бажано, щоб розмір плями не перевищував 3 мм). Пляму висушують і за необхідності (для більшої видимості) повторюють процедуру нанесення). Після висушування пластину ставлять у хроматографічну камеру, в якій налито елюент – суміш петролейний ефір : ацетон 3:1 на 0,5 см висоти камери. Камеру закривають і залишають, поки елюент не підніметься вздовж пластини, залишивши до краю приблизно 2 см. Далі пластину витягують, швидко відмічають олівцем фінішну лінію елюента і висушують. Зазвичай вдається розгледіти п’ять плям – для кожної визначають величину R_f – відстань від плями до стартової лінії поділеної на відстань від фінішної лінії до стартової.

Порівняти результати з наведеними в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад зеленого пігменту хлорофілу

R_f	Колір	Речовини
0,56	жовтий	Лютеїн, неоксантин 
0,61	світло-зелений	Хлорофіл B 
0,67	темно-зелений	Хлорофіл A 

Продовження таблиці 1

0,84	сірий	Феофітин 
0,95	жовтий	Каротин 

Дослід 4 Якісний аналіз суміші синтетичних барвників за допомогою паперової хроматографії

Обирають водорозчинні харчові барвники з супермаркету різних кольорів і готують з них водні розчини; розчини мають бути достатньо сильно забарвлені. На смузі фільтрувального паперу розміром близько 5×15 см малюють олівцем стартову лінію, на яку потім наносять за допомогою скляних капілярів отримані розчини барвників. Після ретельного (!) висушування смугу вводять у хроматографічну камеру з водою в якості елюента приблизно на 0,5 см висоти. Спостерігають підйом елюента вздовж смуги паперу і одночасне розділення компонентів кожного барвника (у випадку, якщо барвник складається з кількох компонентів). Процес продовжують, поки до кінця смуги не залишиться близько 2 см, після чого хроматограму виймають, відмічають лінію фінішу і висушують. Зробити висновки: 1) скільки забарвлених компонент містить кожний обраний барвник? 2) чи мають обрані барвники спільні компоненти?

Порівняти відповіді з наведеною інформацією на обкладинці кожного барвника, ідентифікувати плями на отриманій хроматограмі за кольором. Визначити величину R_f для кожної індивідуальної компоненти барвників.

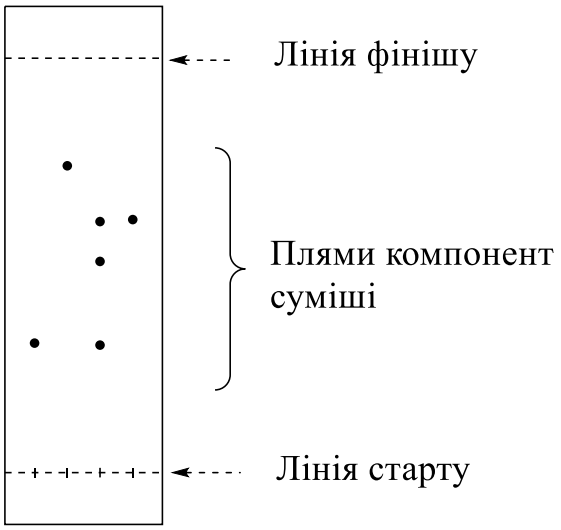


Рисунок 5 – Паперова хроматограма

Контрольні запитання

1. Які види хроматографії Вам відомі?
2. Для чого використовують різні види хроматографії?

Лабораторна робота № 17

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ СУМІШІ РЕЧОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО СПЕКТРУ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: спектр речовини, спектральні діапазони електромагнітного випромінювання, кон'югована π-система молекули, електронні рівні молекули, електронний спектр, основні параметри електронного спектру:оптична густина D, довжина хвилі λ, частота ν, коефіцієнт екстинкції ε.

ІІ Робота в лабораторії

Під керівництвом викладача ознайомитись з принципами спектрофотометра Shimadzu UV1800.

Дослід 1 Вимірювання електронних спектрів індивідуальних речовин

Приготувати водні розчини індивідуальних речовин – індигокармін, тартразин, азорубін, діамантовий блакитний.

Здійснити вимірювання електронних спектрів в інтервалі 220–680 нм. Величина оптичної густини D в максимумах поглинання має потрапляти в

інтервал 0,1–1,0. За необхідності розбавляють розчин або навпаки збільшують концентрацію.

Визначають величини λ_{max} для кожного барвника.

Дослід 2 Вимірювання електронного спектру невідомої речовини або суміші речовин та ідентифікація компонентів

Готують водний розчин запропонованого зразка – харчового барвника із супермаркету, і вимірюють його електронний спектр. Визначають величини λ_{max} та порівнюють з раніше виміреними спектрами відомих речовин, роблять висновки про якісний склад запропонованої суміші. Отримані дані порівнюють з даними обкладинки барвника.

Контрольні запитання

1. Які спектральні діапазони Ви знаєте?
2. Як здійснити ідентифікацію речовини за електронним спектром?

Лабораторна робота № 18

КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ В СПЕКТРОФОТОМЕТРІЇ. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ІНДІГОКАРМІНУ В ПРЕПАРАТІ ФОТОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: фотоколориметричний метод аналізу; фізичний сенс величин, що входять в рівняння закону Бугера – Ламберта – Бера; інтервал значень оптичної густини рекомендований для вимірювань у фотоколориметричному методі.

ІІ Виконати вправи

1. Молярний коефіцієнт поглинання комплексу $Fe(SCN)^{2+}$ при 580 нм дорівнює 6 000. Розрахуйте оптичну густина $3 \cdot 10^{-5}$ М розчину комплексу, виміряну при 580 нм у кюветі товщиною 2,0 см. Чому дорівнює пропускання цього розчину?

2. Переведіть дані вимірювання пропускання в оптичну густину: а) 25,2%; б) 52,5%; в) 0,79.

Загальні відомості

Визначення базується на використанні закону Бугера – Ламберта – Бера, який описує зменшення інтенсивності світла, що проходить крізь забарвлений розчин:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon cl},$$

де I_0 – інтенсивність падаючого світла;

I – інтенсивність світла, що пройшло крізь шар поглинаючої речовини;

ε – молярний коефіцієнт поглинання або молярний коефіцієнт екстинкції, л/моль см, що характеризує індивідуальні властивості речовини поглинати світло певної довжини хвилі, залежить від природи речовини, довжини хвилі, температури і не залежить від концентрації;

c – молярна концентрація поглинаючої речовини, моль/л;

l – товщина поглинаючого шару (товщина кювети), см.

У логарифмічній формі рівняння має вигляд:

$$\lg \frac{I}{I_0} = -\varepsilon cl;\ \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon cl.$$

Здатність розчинів пропускати монохроматичне світло характеризується **коефіцієнтом пропускання** або просто **пропусканням (*T*)** і розраховується як

$$T = \frac{I}{I_0} \text{ (у долях) або } \tau = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}_0} \cdot 100\% \text{ (у відсотках).}$$

Здатність розчинів поглинати світло характеризується **оптичною густиною** (*D*) і розраховується як

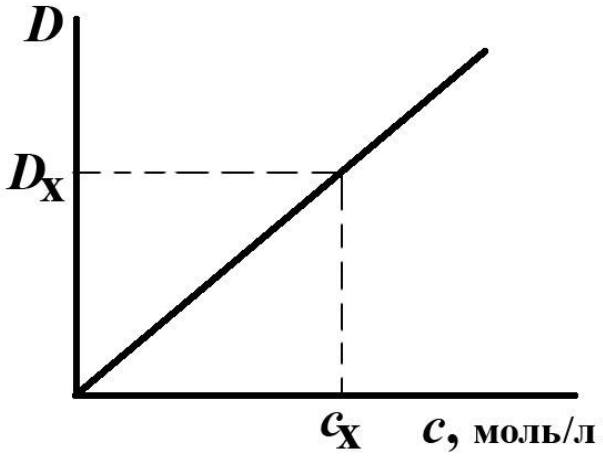
$$D = -\lg T = \lg \frac{I_0}{I}.$$

Рівняння закону Бугера – Ламберта – Бера у формі, що придатна для практичного застосування

$$D = \varepsilon cl.$$

Закон Бугера – Ламберта – Бера: **оптична густина розчину з певною товщиною поглинаючого шару прямо пропорційна концентрації речовини в розчині**.

Графічно залежність D від c має вигляд прямої, що проходить через початок координат:



Таким чином, вимірюючи оптичну густину досліджуваного розчину, можна визначити концентрацію забарвленої речовини.

III Робота в лабораторії

Прилади, посуд і реактиви

1. Колориметр фотоелектричний концентраційний КФК 2.
2. Мірні колби місткістю 100 мл та 250 мл.
3. Бюретка місткістю 25 мл.
4. Піпетка місткістю 25 мл.
5. **Вихідний розчин індигокарміну**, що вміщує 0,5 г індигокарміну в 0,5 л розчину.

Дослід 1 Приготування стандартних розчинів

Для приготування серії стандартних розчинів використовують робочий розчин індигокарміну з концентрацією розчиненої речовини 0,1 г/л. Робочий розчин готують з вихідного розведенням в колбі на 250 мл.

Стандартні розчини готують у мірних колбах на 100 мл шляхом розведення робочого розчину в співвідношеннях 1:3; 1:4; 1:5; 1:7; 1:9; 1:13; 1:19. Таким чином одержують 7 стандартних розчинів.

Розчини фотометрують у 10 мм кюветі відносно кювети порівняння (дистильована вода), довжина хвилі 590 нм.

Отримані дані τ, *D і C* занотовують до таблиці 2.

Таблиця 2 – Дані фотоколориметричних вимірювань

C, г/л	τ	*D*

Згідно з цими даними будують градуювальний графік у координатах *D*-*C* (мг/л).

Визначення вмісту індигокарміну здійснюють методом градуювального графіка.

Дослід 2 Визначення вмісту (%) індигокарміну в препараті

У мірну колбу на 500 мл вміщують 0,5 г препарату, що містить індигокармін, розчиняють, доводять дистильованою водою до позначки. Заповнюють одержаним розчином 10 мм кювету і вимірюють оптичну густину, відносно кювети порівняння, заповненої дистильованою водою. За потреби розводять одержаний розчин таким чином, щоб оптична густина знаходилась в інтервалі від 0,1 до 1.

Розраховують вміст (%) індигокарміну в препараті.

Контрольні запитання

1. На якому законі базується експериментальне визначення вмісту індигокарміну в препараті фотоколориметричним методом?
2. Як здійснити ідентифікацію речовини за електронним спектром?

Лабораторна робота № 19

ВИЗНАЧЕННЯ НЕІОНОГЕННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН (НПАР) У ВОДІ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: фотоколориметричний метод аналізу; фізичний сенс величин, що входять в рівняння закону Бугера – Ламберта – Бера; інтервал значень оптичної густини рекомендований для вимірювань у фотоколориметричному методі; класифікація ПАР

ІІ Виконати вправи

1. Пропускання розчину $KMnO_4$ з концентрацією 5 мкг/см^3 при 520 нм дорівнює 0,400. Розрахуйте молярний коефіцієнт поглинання $KMnO_4$, якщо товщина кювети 2 см.

2. Коефіцієнт молярного поглинання комплексної сполуки алюмінію з алізарином дорівнює $1{,}6 \cdot 10^4$ при $\lambda = 485$ нм Яку кювету потрібно взяти для фотометрування, щоб оптична густина розчину була не менше 0,32 при вмісті алюмінію 10^{-5} моль/дм^3.

Загальні відомості

Поверхнево-активні речовини (сурфактанти, детергенти (від латинського detergere – очищати)) – хімічні речовини, що знижують поверхневий натяг рідин, полегшуючи розтікання і знижуючи міжфазний натяг на межі двох рідин. Це речовини, молекули або йони яких концентруються (адсорбуються) біля поверхні розділу фаз і знижують поверхневу енергію.

Поверхнево-активні речовини зазвичай – амфіфільні органічні сполуки (термін амфіфільний означає, що вони містять як гідрофільні так і гідрофобні групи). Через таку будову вони розчиняються як у неполярних жирах і органічних розчинах, так і в полярній воді. До ПАР відносять звичайне мило (суміш натрієвих солей жирних кислот – натрій олеати, стеарати), синтетичні миючи засоби, а також спирти, карбонові кислоти, аміни та ін.

Поверхнево-активні речовини розподіляють на два класи:

1) йоногенні ПАР (катіонні ПАР, аніонні, амфотерні);

2) неіоногенні ПАР (алкілполіглюкозиди, алкілполіетоксилати).

До першого класу належать сполуки, що мають гідрофільну «голову» (одну або декілька полярних груп, наприклад, –OH, –COOH, $–SO_3H$, $–OSO_3H$, –COOMe, $–NH_2$)і гідрофобний «хвіст» (як правило аліфатичний ланцюг, який іноді включає ароматичну групу).

Аніонні ПАР – це ПАР, які у водному розчині дисоціюють з утворенням аніонів, що зумовлюють їх поверхневу активність, і неорганічних катіонів.

З усіх ПАР, які виробляють у світі, частка аніонних складає більше ніж 70 %. Серед них найбільше значення мають:

а) алкілбензолсульфонати натрію (солі сульфокислот ароматичних сполук):

$$RC_6H_4SO_3Na \rightleftarrows RC_6H_4SO_3^- + Na^+;$$

б) алкілсульфонати натрію (солі алкілсульфонових кислот):

$$RSO_3Na \rightleftarrows RSO_3^- + Na^+;$$

в) алкілсульфати натрію (солі сульфоетерів аліфатичних спиртів):

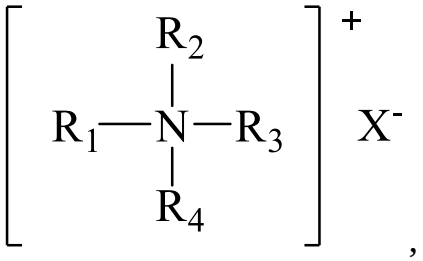
$$R\text{–}OSO_3Na \rightleftarrows R\text{–}OSO_3^- + Na^+,$$

де R – вуглеводні радикали.

Зазвичай продукти цієї групи ПАР демонструють виняткову здатність до змочування, емульгування. Крім того для них характерні високі спінюючі властивості.

Катіонні ПАР – це ПАР, які у водному розчині дисоціюють з утворенням органічних катіонів, що зумовлюють їх поверхневу активність, і неорганічних аніонів.

Об’єми виробництва катіонних ПАР значно менші, ніж аніонних. Представниками катіонних ПАР можуть бути гідроксиди або галогеніди тетраалкіламонію з різними алкільними групами:



де R_1 – гідрогенкарбоновий радикал ($C_{12} – C_{18}$);

R_2, R_3, R_4 – гідрогенкарбонові радикали ($C_1 – C_4$);

X – Cl^- , Br^- , I^- , OH^-.

Катіонні ПАР мають високі антибактеріальні й антикорозійні властивості, можуть бути використані як деемульгатори.

Неіоногенні ПАР – це ПАР, які при розчиненні у воді не іонізуються.

Неіоногенні ПАР – похідні поліоксіетеленів:

$RO(C_2H_4O)_nH$ – полігліколевий етер жирних спиртів;

$RCOO(C_2H_4O)_nH$ – полігліколевий етер жирних кислот;

$RCONH(C_2H_4O)_nH$ – полігліколевий етер амідів жирних кислот та інші.

Поліоксіетиленові етери алкілфенолів – найбільш поширена група неіоногенних ПАР (ОП-4, ОП-7, ОП-10). Частіше вони бувають рідкими або утворюють пасту. За об’ємом виробництва й споживання неіоногенні поверхнево-активні речовини стоять на другому місці після аніонних ПАР. Вони добре стабілізують піну, знімають статичну напругу на волокнах синтетичних тканин, поліпшують стан хутра, шкіряних виробів.

Унаслідок широкого використання майже в усіх галузях народного господарства і в побуті (миючі засоби, косметика, текстильна, паперова, шкіряна, харчова, лакофарбова промисловості, сільське господарство, нафтодобування, медицина та ін.) поверхнево-активні речовини зустрічаються в природних, господарсько – побутових і промислових стічних водах. Присутність ПАР у воді чинить значний негативний вплив на її фізико-біологічний стан, уповільнює відстоювання, псує органолептичні властивості. Здатність до утворення піни погіршує кисневий режим, погіршується біологічне очищення води.

III Робота в лабораторії
Фотометричне визначення неіоногенних ПАР (НПАР)

Для стічних вод, що вміщують неіоногенні ПАР (НПАР) у кількості меншій за 0,2 мг/л, застосовують метод що базується на взаємодії НПАР з йодом і барій хлоридом.

Прилади, посуд і реактиви:

1. Фотоелектроколориметр КФК-2
2. Кювети товщиною 10 мм,
3. Бюретка об'ємом 25 мл,
4. Мірні колби об'ємом 25 мл – 7 шт.

I розчин реагентів – готують шляхом розчинення 12,7 г I_2 і 25 г KI у дистильованій воді в мірній колбі на 1 л.

II розчин реагентів – готують шляхом змішування 100 мл розчину HCl (1:4) зі 100 мл 10 % розчину $BaCl_2$ у співвідношенні 1:1.

Стандартний розчин НПАР (в якості НПАР використали тритон Х-100 – поліетиленгліколь-п-(1,1,3,3-тетраметилбутил)-феніловий етер) – 1 г/л.

Порядок виконання роботи

1. Приготування робочого розчину реагентів: **I** і **II** розчини реагентів зливають у співвідношенні 1:3.
2. Приготування робочого розчину НПАР з концентрацією 0,01 г/л: 1 мл стандартного розчину НПАР з концентрацією 1 г/л розбавляють до 100 мл.
3. Приготування калібрувальних розчинів з робочого розчину: в шість мірних колб місткістю 25 мл послідовно вносять 0; 1; 3; 5; 7; 10; 12 мл робочого розчину НПАР (0,01 г/л), додають до кожної колби по 1,5 мл робочого розчину реагентів (**I** + **II**) і доводять об'єм до 25 мл. При цьому утворюються розчини з концентраціями НПАР: 0; 0,0004; 0,0012; 0,0020; 0,0028; 0,0040 і 0,0048 г/л. Через 20 хвилин вимірюють оптичну густину розчину при довжині хвилі 540 нм у кюветі з товщиною шару 10 мм відносно розчину порівняння (розчин з усіма реагентами, окрім НПАР – перша колба).
4. На основі отриманих експериментальних даних будують градуювальний графік у координатах $D - C$, г/л.
5. Визначення вмісту НПАР у воді: в мірну колбу об'ємом 25 мл піпеткою послідовно вносять 1,5 мл робочого розчину реагентів, 1–23 мл (залежно від вмісту НПАР у воді) проби досліджуваної води. Доводять до позначки дистильованою водою, перемішують. Через 20 хвилин розчин фотометрують за тих же умов (п.3). За градуювальним графіком визначають вміст неіоногенних поверхнево-активних речовин (г/л).

Гранично допустима концентрація НПАР у воді водоймищ 0,1 мг/л.

Контрольні запитання

1. На якому законі базується експериментальне визначення вмісту НПАР у стічній воді?

2. Як впливають на довкілля ПАР?

Лабораторна робота № 20

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РЕЧОВИНИ МЕТОДОМ РЕФРАКТОМЕТРІЇ. ЕКСТРАКЦІЙНО-РЕФРАКТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ У ВОДІ

І Самостійна підготовка

Засвоїти поняття і визначення: рефрактометричний метод аналізу; фізичний сенс показника заломлення; залежність показника заломлення від довжини хвилі електромагнітного випромінювання, температури, концентрації розчиненої речовини.

ІІ Виконати вправи

1. Для визначення складу водно-ацетонових розчинів були визначені показники заломлення n_D^{20} стандартних розчинів:

вміст ацетону, %	10	20	30	40	50
n_D^{20}	1,3340	1,3410	1,3485	1,3550	1,3610

Побудуйте градуйований графік і визначить вміст ацетону в суміші, якщо показник заломлювання суміші n_D^{20} = 1,3500.

2. Зважаючи, що між концентрацією розчину і показником заломлення існує лінійна залежність, розрахуйте молярну концентрацію хлориду натрію у воді, якщо відомо, що для стандартного 6% розчину NaCl n_D^{20} = 1,3433, для води n_D^{20} = 1,3330, для досліджуваного розчину n_D^{20} = 1,3382. Густина досліджуваного розчину 1,07 г/см^3.

Загальні відомості

Рефрактометричний метод аналізу – це оптичний метод аналізу, що ґрунтується на вимірюванні показника заломлення, який є сталою величиною для кожної речовини, її індивідуальною характеристикою.

При падінні променя світла (АО) на межу розподілу двох прозорих середовищ відбувається часткове відбиття світла від поверхні розподілу і часткове поширення світла в іншому середовищі (ОС) (рис. 6).

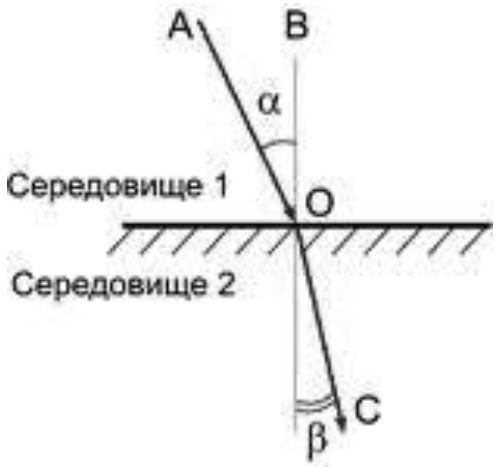


Рисунок 6 – Заломлення світла на межі двох середовищ:

I – оптично менш щільне середовище; II – оптично більш щільне середовище

Світло як електромагнітне випромінювання при проходженні крізь будь-яке середовище взаємодіє з частинками речовини і змінює свою швидкість (найбільша швидкість світла у вакуумі дорівнює $3 \cdot 10^8$ м/с). Тому напрям променя світла в іншому середовищі змінюється відповідно до ***закону заломлення світла*:**

- *падаючий на межу розділу двох оптично неоднорідних середовищ промінь, заломлений в друге середовище промінь і перпендикуляр, проведений до межі розділу в точці падіння (ОВ), лежать в одній площині (рис. 6);*
- *відношення синуса кута падіння α до синуса кута заломлення β променя є величиною сталою для двох даних середовищ, визначається відношенням швидкості V_1 поширення світла в першому середовищі до швидкості V_2 поширення світла в другому середовищі і називається* ***відносним показником заломлення*** *другого середовища відносно першого n_{21}:*

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{V_1}{V_2} \ , \qquad (1)$$

де n_1 – показник заломлення першого середовища відносно повітря;

n_2 – показник заломлення другого середовища відносно повітря.

Якщо світло переходить із середовища з більшим заломленням n_2 у середовище з меншим заломленням n_1 (наприклад, розчин-повітря або скло-розчин), то кут падіння α завжди буде менше кута заломлення β. Із зростанням кута падіння зростає кут заломлення; при цьому настає момент, коли кут заломлення досягає 90^0, тобто промінь не входить у друге середовище, а сковзає по поверхні розділу середовищ. Таке явище називають

повним внутрішнім відбиттям, а кут падіння, за якого воно спостерігається – граничним або критичним кутом φ. Тоді рівняння (1) має вигляд

$$n_2 Sin\varphi = n_1 Sin90^0 \Rightarrow n_1 = n_2 Sin\varphi \qquad (2)$$

Явище повного внутрішнього відбиття на межі рідина – скло покладено в основу роботи приладу, який називається *рефрактометром* і застосовується для вимірювання показників заломлення рідин. У більшості рефрактометрів вимірювання здійснюються при *денному світлі* або за допомогою лампи розжарювання. Ці прилади комплектуються компенсаторами дисперсії (призми Амічі), які компенсують розкладання білого світла та спрямовують світловий потік у напрямку, який співпадає з напрямком жовтого променю. Показник заломлення, виміряний у такий спосіб, збігається з величиною показника заломлення, що вимірюється у монохроматичному жовтому світлі з довжиною хвилі $\lambda = 589$ нм. Замість довжини хвилі частіше користуються літерним позначенням: n_D (де D – лінія натрію).

Зазвичай n_D вимірюють при 20 °С. Якщо вимірювання n_D проводять за іншої температури, то це слід враховувати. Емпірично встановлено, що в інтервалі температур 15–25 °С із зростанням температури на 1 °С показник заломлення зменшується на 0,0005:

$$n_D^{20} = n_D^t - (20 - t) \cdot 0,0005 \qquad (3)$$

Для багатьох розчинів спостерігається лінійна залежність показника заломлення від концентрації розчиненої речовини:

$$n = n_o + kC, \qquad (4)$$

де n_o – показник заломлення чистого розчинника;

C – концентрація речовини в розчині;

k – емпіричний коефіцієнт.

Саме залежність (4) лежить в основі визначення концентрації нафтопродуктів у воді.

Готується серія водних сумішей (емульсій) з відомою концентрацією нафтопродуктів. Далі за допомогою гексану проводять екстракцію нафтопродуктів з кожної емульсії. Утворені розчини нафтопродуктів у гексані послідовно рефрактометрують, тобто вимірюють їх показники заломлення. За визначеними даними будують градуювальний графік у координатах показник заломлення – вміст нафтопродуктів. Воду, що аналізують, піддають усім операціям, що й стандартні розчини, після чого вимірюють показник заломлення гексанової витяжки та за градуювальним графіком знаходять вміст нафтопродуктів.

III Робота в лабораторії

Прилад, посуд і реактиви

1. Рефрактометр РЛФ-22.
2. Пробірки місткістю 25–50 мл – 6 шт.
3. Циліндр місткістю на 10 мл – 1 шт.
4. Гексан (х.ч.).
5. Масло (нафтопродукт) для приготування стандартних розчинів.

Послідовність виконання роботи

1 Юстування рефрактометру

1. Перевірка і встановлення нуля (*юстування приладу*). Юстування приладу проводять за дистильованою водою. Для цього відкривають верхню кришку камери, встановлюють вимірювальну призму горизонтально, обережно протирають її спиртом і після повного його випарування, наносять декілька краплин дистильованої води. Закривають камеру. Вода повинна повністю заповнити проміжок між освітлюваною і вимірювальною призмами.

2. Встановлюють освітлюване дзеркало таким чином, щоб поле зору було повністю освітлене. Окуляр виставляють на чітке зображення візирної лінії і шкали.

3. Візирну лінію шкали встановлюють на позначку показника заломлювання дистильованої води n_D^{20}=1,333. У зорову трубку спостерігають межу світлотіні відносно точки перетинання двох візирних ліній – межа повинна чітко проходити через цю точку перетинання. Тільки за виконання цієї вимоги, можна визнати, що рефрактометр встановлено на нуль. Межу світлотіні підводять до точки перетинання за допомогою лівого маховику. Якщо при юстуванні за дистильованою водою на перетинанні двох візирних ліній отримали інше значення n_{D}^{20} води, то для всіх поточних вимірів показників заломлення здійснюють перерахунок. Наприклад, при вимірювання показника заломлювання дистильованої води отримано n_{D}^{20} = 1,335, тоді поправка (Δ) буде розраховуватися, як

$$\Delta = n_{\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{вимір.})}^{20} - n_{\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}(\text{теор.})}^{20} = 1{,}335 - 1{,}333 = 0{,}002.$$

Якщо при подальших вимірах показника заломлення якоїсь рідини знайдено, що його $n_D^{20} = 1{,}378$, то реальне значення показника заломлення буде

$$n_D^{20} = 1{,}378 - \Delta = 1{,}378 - 0{,}002 = 1{,}376.$$

Протягом роботи рефрактометра потрібно періодично перевіряти положення нульової точки!

2 Вимірювання показника заломлення

1. Відкривають камеру, встановлюють горизонтально вимірювальну призму, протирають її спиртом, витримують до повного випаровування спирту і наносять декілька краплин розчину досліджуваної речовини. Закривають камеру.

2. Лівим маховиком обертають камеру доти, доки межа світлотіні не встановиться на точці перехрестя візирних ліній. Правим маховиком (лімб дисперсії) ліквідують забарвленість (райдужність).

3. За шкалою відраховують показник заломлення розчину, що досліджують.

Дослід 1 Ідентифікація речовини методом рефрактометрії

Виміряти на рефрактометрі показники заломлення виданих сполук. Для цього кожен розчин наносять на призму приладу піпеткою (*не можна торкатися до лінзи рефрактометра руками).* Після кожного вимірювання призму очищають спиртом. Кожне вимірювання повторити 2–3 рази, щоразу на призму рефрактометра додають свіжу краплину досліджуваної рідини. Знайти середньоарифметичне значення паралельних вимірів показника заломлення. Отримані данні занотувати до таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати вимірювань показників заломлення

Номер розчину	Показник заломлення		Назва сполуки
	дослід	довідкова таблиця	
1			
2			
3			
4			
5			

Порівняти отримані результати вимірювань показника заломлення з довідковими даними (табл. 4) та ідентифікувати видані для дослідження речовини.

Таблиця 4 – Довідкові дані показників заломлення рідин n_D^{20}

Назва рідин	n_D^{20}
Ацетон	1,3591
Бензол	1,5011
Бромбензол	1,6197
Бутанол-1	1,3993
Вода	1,3330
Гексан	1,3751
Гліцерин	1,4715
Етанол	1,3628
Метанол	1,3288
Пропанол-1 (пропіловий спирт)	1,3854
Пропанол-2 (ізопропіловий спирт)	1,3776
Толуол	1,4969
Хлорбензол	1,6598

Нафтопродукти належать до поширених токсичних речовин, що забруднюють поверхневі води. Нафта і продукти її переробки – це складні суміші низько- і високомолекулярних органічних сполук, таких, як аліфатичні та ароматичні гідрогенкарбони, ненасичені гетероциклічні сполуки, смоли, асфальтени, тощо. Поняття «нафтопродукти» умовно обмежують гідрогенкарбоновою фракцією, яка становить 70–90 % від суми всіх речовин, що є в нафті і продуктах її переробки. Гідрогенкарбони, що містяться в нафтопродуктах, неполярні або малополярні речовини і тому можуть бути екстраговані з води гексаном або петролейним ефіром. Інші складові частини сирої нафти (нафтенові кислоти, феноли, тощо) не екстрагуються гексаном чи петролейним ефіром, визначаються окремо і не включаються в поняття «вміст нафтопродуктів».

Визначення вмісту олив і нафтопродуктів у воді здійснюється *екстракційно-рефрактометричним методом,* що ґрунтується на екстракції нафтопродуктів із води гексаном і вимірюванні показника заломлювання отриманої гексанової витяжки.

Дослід 2 Вимірювання показника заломлення гексану та гексанових розчинів нафтопродуктів

1. Відкривають камеру, встановлюють горизонтально вимірювальну призму, протирають її спиртом, витримують до повного випаровування спирту і

наносять декілька краплин чистого гексану або розчину нафтопродукту в гексані, що досліджують. Закривають камеру.

2. Лівим маховиком обертають камеру доти, доки межа світлотіні не встановиться на точці перехрестя візирних ліній. Правим маховиком (лімб дисперсії) ліквідують забарвленість (райдужність).

3. За шкалою відраховують показник заломлення розчину, що досліджують. Показник заломлення чистого гексану n_D^{20} = 1,3754.

Приготування і екстракція стандартних розчинів

У 5 пробірок місткістю 50 мл наливають по 25 мл дистильованої води, до кожної пробірки додають певну кількість нафтопродукту (оливи) (5, 10, 20, 30, 40 краплин). Розраховують масу нафтопродукту в кожній пробірці (маса однієї краплини відома). Пробірки закривають пробками і вміст пробірки збовтують протягом 10 хвилин. Далі проводять екстракцію нафтопродукту з води гексаном – для цього до кожної пробірки додають по 5 мл гексану і знову збовтують 15 хвилин.

При збовтуванні пробірок потрібно обережно поводитися з пробкою, притримувати її натисканням, щоб уникнути довільного викиду пробки парою органічних речовин, тиск якої при збовтуванні рідин зростає. Для зменшення тиску впродовж збовтування час від часу пробірку потрібно відкривати.

Закінчивши збовтування пробірки залишають на 30 хвилин у стані спокою з метою досягнення повного розшарування рідин. Протягом цього часу пробірки повинні бути щільно закритими, щоб уникнути випаровування гексану. Потім піпеткою із верхнього органічного шару (розчин нафтопродукту в гексані) кожної пробірки відбирають пробу, вміщують її у рефрактометр і виміряють показник заломлення. Результати занотовують до таблиці 5.

Таблиця 5 – Результати експерименту

№ пробірки	Кількість краплин нафтопродуктів	Маса однієї краплин нафтопродукту m, м	Загальна маса нафтопродукту у пробірці, $m_Н$, мг	n_D^{20}	C, мг/л
1	5				
2	10				
3	20				
4	30				
5	40				
Вода № 1					
Вода № 2					

За даними таблиці 5 будують калібрувальний графік у координатах $n_D^{20} - m_{\text{Н}}(\text{мг})$

Екстрагування нафтопродуктів із досліджуваної води

У пробірку на 50 мл наливають 25 мл досліджуваної води, додають 5 мл гексану і збовтують 5 хвилин. Далі для розшарування рідин пробірку витримують у стані спокою 30 хвилин. (пробірка повинна бути щільно закритою). Після цього піпеткою відбирають декілька крапель гексанового розчину нафтопродукту і вимірюють його показник заломлення $n_{\text{Х}}$. Вміст нафтопродуктів $C_{\text{Х}}$ (мг/л) у пробі води визначають за допомогою калібрувального графіка.

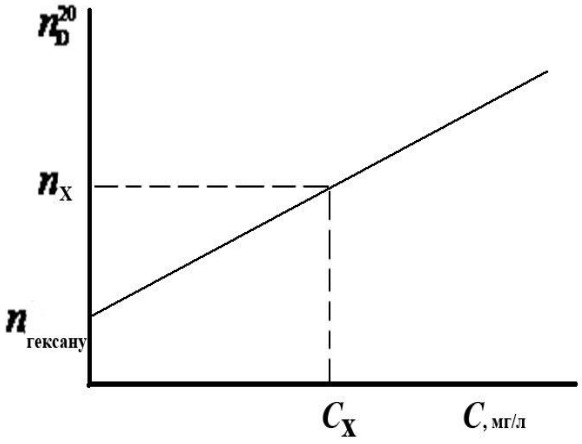


Рисунок 7 – Калібрувальний графік для визначення вмісту (C, мг/л) нафтопродуктів у воді за даними рефрактометричного аналізу

Вміст нафтопродуктів $C_{\text{Х}}$ (мг/л) у досліджуваній воді розраховують за формулою:

$$C_{\text{Х}} = \frac{m_{\text{Х}} \cdot 1000}{V},$$

де $m_{\text{Х}}$ – маса нафтопродуктів у досліджуваній воді, мг;

V – об’єм проби досліджуваної води, мл.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
з навчальних дисциплін

«ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія та 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології)

та **«ОРГАНІЧНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ ДОВКІЛЛЯ»**

(для студентів 1–2 курсів денної та заочної форм навчання, першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 – Екологія та 183 – Технології захисту навколишнього середовища)

Укладачі: **ЗАЙЦЕВА** Інна Сергіївна
ПАНАЙОТОВА Тетяна Дмитрівна
МУРАЄВА Ольга Олексіївна

Відповідальний за випуск *Т. Д. Панайотова*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *І. С. Зайцева*

План 2017, поз. 116М

Підп. до друку 14.06.2018. Формат 60 × 84/16.
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 3,7.
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.