

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ХІМІЯ. МОДУЛЬ 2»**

*(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання,  
спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія та технології)*

**Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2018**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Хімія. Модуль 2» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання, спеціальність 185 – Нафтогазова інженерія та технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. О. Мураєва, С. В. Нестеренко, Т. Д. Панайотова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 46 с.

Укладачі : О. О. Мураєва,  
С. В. Нестеренко,  
Т. Д. Панайотова

Рецензент **О. В. Ромашко**, канд. техн. наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою хімії, протокол № 3 від 28.10.2016.

## Зміст

ВСТУП .....	4
1. Лабораторна робота № 1 Методи очищення та виділення органічних сполук .....	5
2. Лабораторна робота № 2 Якісний та кількісний аналіз органічних сполук, визначення їх найважливіших констант .....	8
3. Лабораторна робота № 3 Насичені вуглеводні – алкани .....	12
4. Лабораторна робота № 4 Ненасичені вуглеводні – алкени, алкіни . . .	14
5. Лабораторна робота № 5 Ароматичні вуглеводні .....	18
6. Лабораторна робота № 6 Спирти і прості етери .....	21
7. Лабораторна робота № 7 Альдегіди і кетони .....	24
8. Лабораторна робота № 8 Одноосновні карбонові кислоти .....	28
9. Лабораторна робота № 9 Первинна перегонка нафти .....	31
10. Лабораторна робота №10 Отримання дисперсних систем .....	36
Список рекомендованих джерел .....	46

## ВСТУП

Метою цих вказівок є розвиток у студентів навичок наукового експериментування і дослідницького підходу до вивчення предмета і закріплення теоретичного матеріалу. Наведений матеріал повинен бути базою для вивчення основних спецдисциплін відповідно до програми навчання студентів за спеціальністю: 185 – Нафтогазова інженерія та технології.

Вказівки повинні сприяти формуванню у студента уявлень про витоки і сучасність теоретичних передумов хімії; досягнення міцного й свідомого засвоєння провідних хімічних понять; сприяння розвитку в студентів навичок роботи в лабораторії і постановки хімічного експерименту. Метою вивчення дисципліни є формування загально хімічних основ знань, які потрібні для вирішення практичних задач виробничої бази в нафтогазовому комплексі.

## *Лабораторна робота № 1*

### **МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ТА ВИДІЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК**

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.

#### **1.1 Самостійна підготовка**

**Проробити наступні розділи:** очищення органічних речовин: фільтрування, кристалізація, проста і фракційна перегонка, сублимація, екстракція. Основні сировинні джерела добування органічних речовин. Особливості органічних сполук. Теорія органічних сполук А. М. Бутлерова. Ізомерія.

#### ***Виконати вправи***

1. Встановити формулу газоподібного вуглеводню при спалюванні деякої кількості якого утворилось 1,5 л  $CO_2$  і 2 л водяного пара.

2. Вивести молекулярну формулу сполуки, яка містить карбону – 85,7 % та гідрогену – 14,3%. Густина за гідрогеном  $D = 14$ .

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

#### **1.2 Робота в лабораторії**

##### ***Методи очищення органічних речовин***

##### **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 склянки місткістю 50–100 мл кладуть невелику кількість забрудненої кристалічної речовини і додають воду в такій кількості, щоб отримати при нагріванні насичений розчин цієї речовини, наприклад, 1г бензойної кислоти і 50 мл води; 2 г щавлевої кислоти і 5 мл води. Отриманий розчин бензойної або щавлевої кислоти (ще гарячий) швидко фільтрують крізь маленький фільтр. 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 (минуючи рідку фазу) і далі після охолодження – знову до твердого стану.

У склянку об'ємом 100 мл насипають речовину, яку будуть сублімувати (бензойна кислота), 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 (виділення)**

**Екстракція (виділення)** ґрунтується на різній розчинності речовин у двох рідинах, що не змішуються. У пробірку кладуть 0,15 г бензойнокислого натру, наливають 1,5 мл води і збовтують суміш до розчинення кристалів солі.

Після цього додають до розчину 2-3 краплі кислоти – утворюється осад бензойної кислоти. Пробірку охолоджують у холодній воді, додають 2,5 мл ефіру, 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 ефірі. 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. Ефірний розчин бензойної кислоти, що залишився в пробірці, виливають у фарфорову чашку і обережно випарюють ефір на водяній бані (**як найдалі від вогню!!**). У чашці залишаються кристали бензойної кислоти, що була екстрагована ефіром з водяного розчину.

Спостереження і висновки занотують до лабораторного журналу.

### **Контрольні питання**

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 ТА КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК, ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ НАЙВАЖЛИВІШИХ КОНСТАНТ**

#### **2.1 Самостійна підготовка**

Проробити такі розділи: якісний та кількісний методи аналізу органічних сполук. Природа зв'язку в органічних сполуках. Уявлення про  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  – гібридизацію орбіталей атома карбону. Механізм хімічних реакцій органічних сполук. Класифікація органічних сполук.

#### ***Виконати вправи***

1. Наведіть структурні формули ізомерів пентану ( $C_5H_{12}$ ).
2. Зобразіть типи гібридизації орбіталей атома карбону й відповідні їм кути між зв'язками карбонових атомів для ординарних, подвійних і потрійних ковалентних зв'язків.

#### **2.2 Робота в лабораторії**

##### **Дослід 1 Встановлення наявності карбону і гідрогену в органічних сполуках**

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

До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

## **Дослід 2 Встановлення присутності галогенів в органічних речовинах**

Мідну проволочку, один кінець якої загнутий кільцем, а другий запаятий у скляну паличку, прокалюють у полум'ї пальника до отримання безбарвного кольору полум'я та почорніння проволочки. Для забезпечення чистоти проволочки перед початком дослідів її можна змочити хлороводневою кислотою і прокалити. Після цього проволочці дають охолонути, а потім змашують загнутий в кільце кінець органічною речовиною, що містить галоген (хлорбензол, 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.

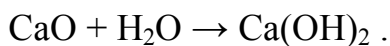
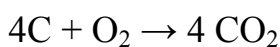
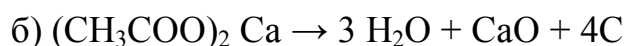
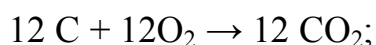
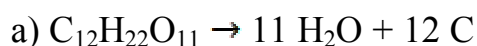
До лабораторного журналу занотують спостереження і висновки.

## **Дослід 3 Відношення органічних речовин до прокалювання**

У перший невеликий порцеляновий тигель насипають 0,2–0,3 г будь-якої кристалічної органічної речовини (глюкози, крохмалю, оцтовокислого кальцію або натру, тощо), в другий – 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 занотують спостереження і висновки.

**Примітка.** При прокалюванні 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 прокалюванні після вигорання карбону дають нелеткі оксиди або карбонати цих металів. Наприклад, кінцеві продукти при прокалюванні цукру та кальцій ацетату будуть такі:



Після того, як тиглі з прокаленими 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 (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 °С. Склянка

повинна знаходитися 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 питання**

1. Як визначають вміст в органічних сполуках карбону, гідрогену, галогенів і азоту?
2. Дайте визначення, що таке  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язки. Що таке конформація? Які конформації етану Ви знаєте?
3. Класифікація органічних сполук.

## *Лабораторна робота № 3*

### **Насичені вуглеводні – алкани**

#### **3.1 Самостійна підготовка**

**Проробити такі розділи:** гомологічний ряд алканів; ізомерія та номенклатура. Способи добування, властивості. Природні джерела алканів.

#### **Виконати вправи**

1. Виведіть структурні формули ізомерів гексану і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.

2. Складіть структурні формули для таких вуглеводнів:  
а) 2,3-триметилбутану; б) 3,4-диметилгексан; в) 2,3-диетилгептан.

3. Який вуглеводень може бути отриманий при нагріванні з натрієм 2-метил-2-бромпропана? Зобразити графічну формулу і дати назву цього алкану.

4. З яких галоїдних алкілів за реакцією Вюрца можна отримати 2-метил-гексан?

5. Скільки грамів вуглекислого газу і води можна добути при спалюванні 0,2340 г вуглеводню складу  $C_{10}H_{22}$  ?

6. Які вуглеводні утворюються при дії металевого натру на сполуки:  
а) йодистий метил і йодистий етил; б) бромметан і 2-хлорпропан?

7. Виведіть структурні формули ізомерів бутилу.

#### **3.2 Робота в лабораторії**

##### **Добування метану і вивчення його властивостей**

##### **Дослід 1 Добування метану, бромовання, окислення, горіння**

а) добування метану – синтез Дюма.

У ступці розтирають  $\approx 2$  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.

б) вивчення властивостей метану – окислення, бромовання, горіння.

Для вивчення дії галогенів і окислювачів за звичайних умов, а також горіння (окислення при високій температурі) роблять таким чином: в одну пробірку-приймач наливають 1–2 мл розчину солі мангану (VII) і 0,5 мл 3%-вого розчину кислоти; в другу пробірку-приймач – 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 пробірку-приймачі. 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 Окислення та бромовання рідких насичених вуглеводнів**

Як рідкі алкани можна використати бензин, що являє собою суміш насичених вуглеводнів ( $C_5 - C_{10}$ ), циклоалканів, алкілбензолів і деяку кількість (в крекінг-бензинах значну) ненасичених вуглеводнів. *Перед початком дослідю ненасичені вуглеводні повинні бути вилучені з бензину відповідною обробкою (див. Доповнення для лаборанта).*

**Проведення дослідю.** В одній пробірці змішують 3–4 краплі бензину (або іншого рідкого алкану) з 1–2 краплями бромної води, у другій – таку ж кількість бензину або рідкого алкану з 2–3 краплями, заздалегідь підкисленого розчину солі мангану (VII).

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

### Контрольні питання

1. Назвіть найпоширеніші синтетичні способи добування алканів.
2. Наведіть приклади реакцій утворення галогенопохідних алканів.
3. Що таке гомологічний ряд, гомологічна різниця?
4. Як утворюються одновалентні радикали?
5. Який тип зв'язку в етані? Яка довжина та енергія C-C зв'язку?

### Лабораторна робота № 4

## НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ – АЛКЕНИ, АЛКІНИ

### 4.1 Самостійна підготовка

*Проробити наступні розділи:* Алкени. Гомологічний ряд. Ізомерія та номенклатура. Природа  $\pi$ -зв'язку. Природні джерела алкенів і засоби їх добування. Властивості алкенів. Якісні реакції на подвійний зв'язок. Реакції полімеризації. Ацетиленові вуглеводні – алкіни. Гомологічний ряд. Будова, ізомерія, номенклатура. Способи добування. Властивості. Дієнові вуглеводні. Натуральний та синтетичний каучук.

### Виконати вправи

1. Виведіть структурні формули ізомерів вуглеводню  $C_5H_{10}$  та назвіть їх за систематичною номенклатурою.
2. При нагріванні 3-бром,2-метилпентану в присутності спиртового розчину лугу було отримано ненасичений вуглеводень. Напишіть рівняння реакції, дайте назву добутому вуглеводню за систематичною номенклатурою.
3. Розрахуйте молекулярну масу алкена, якщо до 7 г його приєднується 16 г бромів за подвійним зв'язком.
4. Який вуглеводень утворюється, якщо спочатку на пропілен подіяти бромом, а потім цю сполуку обробити спиртовим розчином лугу? Напишіть відповідні реакції.
5. Якою реакцією можна відрізнити 2-метилбутен-1 від пентін-2?

6. Напишіть структурну формулу 1,3-гексадієну і подійте на нього:  
а)  $\text{Cl}_2$ ; б)  $\text{HBr}$ .
7. Наведіть схему циклічної полімеризації пропіну.

## 4.2 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 фосфорної кислоти та невелику кількість піску; пробірку закріплюють майже горизонтально у штативі. Закривають пробкою з газовід-відною трубкою і **(обережно!)** нагрівають суміш у полум'ї пальника. Виділений газ підпалюють (рівняння реакції). Далі добутий газ використовують у подальших дослідках.

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

**а) окислення етилену розчином солі мангану (VII) 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 солі мангану (VII).

*Примітка.* У результаті реакції розчин солі мангану (VII) знебарвлюється при нестачі солі мангану (VII) або стає бурим за рахунок утворення осаду  $\text{MnO}_2$ , якщо був надлишок розчину солі мангану (VII).

**б) окислення етилену розчином солі мангану (VII) в кислому середовищі.**

Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1), занурюють кінець газовідвідної трубки в пробірку з 0,01%-вим розчином солі мангану (VII), підкисленим кислотою до повного знебарвлення.

**в) бромовання етилену – реакція приєднання.** Не припиняючи нагрівання пробірки в штативі (див. дослід 1, а), 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 окиснювачами**

**а) Бромовання 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.

#### **б) Окислення рідких алкенів (реакція Вагнера)**

У пробірці змішують 3–4 краплини рідких алкенів з 2–3 краплинами 0,1 Н розчину солі мангану (VII), вміст збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

### **Дослід 4 Добування та вивчення властивостей алкінів**

**а) Добування ацетилену** (*дослід треба проводити у витяжній шафі, бо неочищений ацетилен, здобутий з карбїду кальцію, містить шкідливі речовини з брудним запахом!!*).

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

Газ, що виділяється з газовідвідної трубки, підпалюють.

Добутий ацетилен використовують у подальших дослідах (4, б, в, 5).

**б) Бромовання ацетилену.** Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 4, а) занурюють у пробірку з 4–5 краплями бромної води.



в) **Окислення ацетилену.** Кінець газовідвідної трубки (див. дослід 4, а) занурюють у пробірку, до якої попередньо було налито по 3-4 краплі розчину солі мангану (VII) і розведеної фосфорної кислоти.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій і висновки.

### **Дослід 5 Утворення ацетиленіду срібла**

У пробірку вміщують 3 краплини 0,2 Н розчину аргентуму нітрату і додають 1–2 краплину концентрованого розчину аміаку. Утворюється бурий осад аргентому гідроксиду. При додаванні ще 2–3 краплин розчину аміаку осад розчиняється з утворенням аміачного розчину аргентум оксиду. Крізь цей розчин пропускають ацетилен. У пробірці утворюється розчин ацетиленіду срібла.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### **Контрольні питання**

1. Дайте визначення для алканів, алкенів та алкінів.
2. Назвіть якісні реакції на подвійний зв'язок.
3. Якою якісною реакцією можна відрізнити пропін від пентіну?
4. Яке практичне значення мають алкадієни із сполученими подвійними зв'язками?
5. Поясніть ланцюговий механізм реакції полімеризації.

## *Лабораторна робота №5*

### *АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ*

#### **5.1 Самостійна підготовка**

**Проробити такі розділи:** будова бензолу. Сучасні електронні уявлення. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія бензольних вуглеводнів. Джерела ароматичних сполук. Способи добування гомологів бензолу. Властивості бензолу та його гомологів. Правила заміщення в бензольному ядрі. Окремі представники ароматичних вуглеводнів, їх застосування. Полімери. Похідні ароматичних вуглеводнів.

#### ***Виконати вправи***

1. Напишіть структурні формули всіх ізомерів ароматичних вуглеводнів з молекулярною формулою  $C_9H_{12}$ , дайте їм назву.
2. Напишіть реакцію хлорування о-нітротолуолу (на холоді в присутності каталізатора).
3. Напишіть рівняння реакції окислення етилбензолу, ізопропілбензолу, та п-метилетилбензолу.
4. Напишіть структурні формули п-дивінілбензолу, м-етилнітробензолу.
5. Вкажіть способи добування всіх ізомерів нітрохлорбензолу із бензолу за допомогою реакцій заміщення.
6. Напишіть рівняння реакцій гідрування вінілбензолу та алілбензолу. Дайте назву добутим речовинам.

## 5.2 Робота в лабораторії

### Дослід 1 Властивості бензолу

**а) Розчинність бензолу в різних розчинниках.** У три пробірки наливають по 3 краплі бензолу. До однієї додають 9 крапель води, до другої – 9 крапель спирту, до третьої – 9 крапель диетилового етеру. Вміст кожної пробірки збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження і висновки.

**б) Горіння бензолу.** Дослід проводять у витяжній шафі! В порцелянову чашку вміщують 1-2 краплі бензолу, підпалюють. Занотовують спостереження, висновки.

**в) Дія бромної води на бензол.** У пробірку вміщують 3 краплі бромної води і 2 краплі бензолу. Вміст пробірки збовтують і дають відстоятися. Нижній шар (бромна вода) знебарвлюється або світлішає, а верхній шар (бензол) забарвлюється в брудно-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.

**г) Дія розчину солі мангану (VII) на бензол.** У пробірку вміщують 6 крапель води та по 2 краплі 0,1 Н розчину солі мангану (VII) і 2Н розчину фосфорної кислоти. До отриманого розчину додають 2 краплі бензолу і збовтують.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, висновки.

### Дослід 2 Властивості галогенпохідних бензолу

**а) Галоген міститься в бензольному ядрі.** У пробірку вміщують 2 краплі хлорбензолу, 10 крапель води та нагрівають до кипіння. До гарячого розчину додають 1–2 краплі 0,2Н розчину аргентуму нітрату. Занотовують спостереження.

**б) Галоген міститься в бічному ланцюзі.** У пробірку вміщують 1 краплю хлористого бензилу, 5 крапель води, нагрівають до кипіння і додають 1–2 краплі 0,2 N розчину аргентуму нітрату,

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції, висновки.

### **Дослід 3 Нітрування бензолу**

У суху пробірку вміщують 2 краплі концентрованої азотної кислоти та 3 краплі концентрованої фосфорної кислоти. Отриману нітруючу суміш охолоджують і додають 3 краплі бензолу. Пробірку на 2–3 хв. вміщують до водяної бані, нагріту до 55–60 °С, постійно збовтуючи. Після цього виливають реакційну суміш у пробірку з водою.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакції та висновки.

### **Контрольні питання**

1. Намалюйте схему і коротко викладіть сучасні уявлення про будову бензолу.
2. Якими реакціями відрізняється бензол від етиленових вуглеводнів?
3. Скільки ізомерів має триетилбензол?
4. Як одержати бензол із ацетилену?

## Лабораторна робота № 6

### СПИРТИ І ЕТЕРИ

#### 6.1 Самостійна підготовка

**Проробити такі розділи:** Гомологічний ряд насичених одноатомних спиртів. Класифікація. Ізомерія та номенклатура. Способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Етери. Номенклатура, добування, властивості. Двоатомні та триатомні спирти. Добування, властивості, використання в промисловості.

#### Виконати вправи

1. Виведіть ізомери амілового спирту складу  $C_5H_{11}OH$  і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.

2. Напишіть структурні формули наступних спиртів:  
а) 2,3,4-триметилгексанол-1; б) 2-метилгексанол-1; в) ) 2,3-диметилпентанол-3;  
г) гептанол-3.

3. Із ізопропілового спирту отримайте: а) алкоголят натрію; б) галогенпохідне; в) етер; г) естер. Назвіть усі речовини.

4. Напишіть рівняння реакцій окислення спиртів: а) ізобутилового спирту; б) ізопропілового спирту; в) етиленгліколю; г) 2,3-метилетилгексанолу-1.

5. Напишіть можливі рівняння реакцій (залежно від температури і співвідношення компонентів), що протікають при нагріванні ізопропілового спирту з сульфатною кислотою.

6. Напишіть схему взаємодії етоксіетану з металічним натрієм.

## 6.2 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 (II) 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 (II) сульфат (готує лаборант) добувають нагріванням кристалогідрату  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  блакитного кольору в порцеляновій чашці або тиглі в полум'ї пальника з одночасним перемішуванням кристалів мідним дротом. Нагрівання продовжують до повного знебарвлення кристалів і закінчення виділення водяної пари. Зневоднений сульфат міді зберігають у щільно закритій склянці в ексікаторі, щоб запобігти контакту з вологою повітря.

### Дослід 3 Відношення індикаторів до спиртів

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

**б) Встановлення рН водних розчинів спиртів.** У пробірку з водним розчином етилового спирту вміщують універсальний індикаторний папір. За

шкалою знаходять рН водного розчину спирту. Роблять висновки про індивідуальні властивості спиртів.

#### **Дослід 4 Утворення та гідроліз алкоголяту магнію**

*(дослід проводять у витяжній шафі!).*

У пробірці змішують маленький шматочок металічного магнію і 1 мл етилового спирту. Пробірку закріплюють майже горизонтально в штативі. Закривають пробкою з газовідвідною трубкою і (**обережно!**) нагрівають суміш полум'ям пальника. Виділений газ підпалюють. До утвореного алкоголяту магнію додають воду і 2–3 краплини фенолфталеїну. Поясніть зміну забарвлення. До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

#### **Дослід 5 Добування гліцерату міді**

У пробірку наливають 1 мл 2Н розчину купрум (II) сульфат і 1 мл 2Н розчину натрій гідроксиду. До осаду, що утворився, додають декілька крапель гліцерину.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакцій, спостереження і висновки.

#### **Дослід 6 Окислення спиртів**

У суху пробірку вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину фосфорної кислоти (2Н розчин) і 4 краплини калію гептаоксодихромата (VI) . 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 7 Добування діетилового етеру

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

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

### Контрольні питання

1. Опишіть промислові способи добування метилового і етилового спиртів, гліцерину.
2. Вкажіть за допомогою яких реакцій можна відрізнити первинні спирти від вторинних і третинних.
3. Як складаються назви спиртів за систематичною номенклатурою?
4. Якими реакціями можна виявити наявність гідроксильної групи у спирті?
5. Сформулюйте правило Ельтекова на прикладі ізомеризації вінілового спирту.
6. За допомогою якої реакції можна виявити гліцерин?

### Лабораторна робота № 7

## *АЛЬДЕГІДИ І КЕТОНИ*

### 7.1 Самостійна підготовка

**Проробити такі розділи:** будова, ізомерія та номенклатура альдегідів і кетонів. Природа карбонільної групи. Добування альдегідів, їх фізичні та хімічні властивості. Реакції з нуклеофільними реагентами, їх механізм:



взаємодія з ціанідною кислотою, натрій гідрогенсульфітом натрію, магнійгалогеналкілами, гідроксиламіном, фенілгіdraзином. Полімеризація та конденсація альдегідів.

Якісні реакції на альдегіди. Кетони. Відмінність властивостей кетонів від альдегідів. Окремі представники альдегідів і кетонів, використання в органічному синтезі.

### **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 рівняння реакцій окислення, альдольної конденсації та взаємодії з воднем масляного альдегіду.

4. Напишіть рівняння реакцій взаємодії пропіонового альдегіду з:  
а) натрієм гідрогенсульфітом; б) магнійіодметилом; в) ціанідною кислотою; г) фенілгіdraзином.

5. Напишіть рівняння реакцій добування бутанон-2 : а) з вторинного спирту; б) реакцією Кучерова.

6. Напишіть рівняння реакцій приєднання водню до: а) ізомасляного альдегіду (2-метилпропаналь); б) бутанон-2. Назвіть отримані сполуки за систематичною номенклатурою.

## **7.2 Робота в лабораторії**

### **Дослід 1 Добування альдегідів із спиртів**

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

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

**Примітка.** Коли бурхливе кипіння спирту закінчиться, пробку 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 наступних дослідів.

б) До сухої пробірки вміщують 4 краплини етилового спирту, додають 2 краплини розчину фосфорної кислоти (2Н розчин) і 4 краплини калію гептаоксодихромата (VI). 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

**а) Реакція альдегідів з фуксинсульфітною кислотою.** До двох пробірок вміщують по 4 краплі фуксинсульфітною кислоти і додають до однієї з них 4 краплі 40%-ного розчину формальдегіду, а до другої – 8 – 10 крапель оцтового альдегіду, отриманого в досліді 1.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження, висновки.

**Примітка.** Для приготування розчину фуксинсульфітною кислоти 0,2 г фуксину розчиняють у 200 мл дистильованої води і додають 2 г натрію гідрогенсульфіту та 2 мл кислоти. Якщо через 15–20 хв розчин не знебарвиться, додають трохи активованого вугілля, збовтують і фільтрують. Реактив зберігають у закритому посуді в темному місці.

**б) Реакція срібного дзеркала – окислення альдегідів аміачним розчином аргентуму оксиду.** До знежиреної розчином лугу і промитої спочатку холодною, а потім гарячою водою пробірку вміщують 4 краплі 0,2Н розчину аргентуму нітрату і 2 краплі 2Н розчину аміаку. Утворений бурий осад аргентуму гідроксиду розчиняють, додаючи надлишок (2–4 краплі) 2Н розчину аміаку. Потім додають 2 краплі 40%-вого розчину формальдегіду або оцтового альдегіду (отриманого в досліді 1) і обережно й повільно нагрівають пробірку у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження і висновки.

**в) Окислення альдегідів купром (II) гідроксидом.** До пробірки вміщують 5 крапель 2Н розчину їдкого натру, додають 5 крапель дистильованої води і 3 краплі купром(II) сульфату. До утвореного осаду **купром (II) гідроксиду** додають 2 краплі 40%-вого 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**

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

### **Контрольні питання**

1. Який механізм реакцій приєднання по карбонільній групі?
2. Чим відрізняється електронна структура подвійного зв'язку в карбонільній групі від подвійного карбон-карбонового зв'язку в етилені?
3. Які речовини (за класифікацією) отримують при взаємодії альдегідів та кетонів з воднем та окислювачами?

4. У чому відміна в хімічних властивостях альдегідів і кетонів?
5. Які типи конденсацій альдегідів Ви знаєте?

## **Лабораторна робота № 8**

### **ОДНООСНОВНІ КАРБОНОВІ КИСЛОТИ**

#### **8.1 Самостійна підготовка**

**Проробити такі розділи:** ізомерія та номенклатура одноосновних карбонових кислот. Будова карбоксильної групи. Добування та властивості насичених одноосновних кислот. Вищі жирні насичені й ненасичені карбонові кислоти. Будова, властивості, полімеризація. Особливості похідних кислот.

Виконати в

1. Зобразити графічні формули і назвати відповідно до правил міжнародної номенклатури кислоти, що утворюються при окисненні:  
а) метаналу; б) 2,2-диметилбутанола-1; в) 3-метилпентаналу; г) бутанола-2;.
2. Напишіть рівняння реакцій перетворення первинного пропілового спирту в масляну (бутанову) кислоту.
3. З якого йодистого алкілу можна отримати бутанову кислоту? Напишіть рівняння реакцій.
4. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кислоти з формулою  $C_5H_{11}COOH$  і дайте їм назву за систематичною номенклатурою.
5. Наведіть ряд перетворень з етиловим спиртом, як вихідною речовиною, діючи послідовно  $PCl_5$ ,  $KCN$  та водою.

#### **8.1 Робота в лабораторії**

##### **Дослід 1 Розчинність у воді одноосновних карбонових кислот**

Дослід проводять послідовно з мурашиною, оцтовою, масляною, стеариною 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 занотують 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 розчинюється навіть при нагріванні, то до пробірки додають 5–6 крапель розведеного розчину лугу до повного розчинення кислоти.

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

## **Дослід 2 Кислотні властивості карбонових кислот**

а) До трьох пробірок вміщують по 2–4 краплі 0,1Н розчину оцтової кислоти. До першої додають 1 краплю метилоранжу, до другої – краплю 1%-вого розчину фенолфталеїну; у третю занурюють універсальний індикаторний папір і за шкалою визначають рН розчину оцтової кислоти.

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

в) У пробірку вміщують 3–4 краплі 0,1Н розчину оцтової кислоти і додають 0,1–0,2 г натрію карбонату . До отвору пробірки підносять запалену лучину.

До лабораторного журналу занотують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### **Дослід 3 Реакція срібного дзеркала – окислення мурашиної кислоти аміачним розчином аргентуму оксиду**

До знежиреної розчином лугу і промитої спочатку холодною, а потім гарячою водою пробірку вміщують 4 краплі 0,2Н розчину аргентум нітрату і 2 краплі 2Н розчину аміаку. Утворений бурий осад аргентум гідроксиду розчиняють, додаючи надлишок (2–4 краплі) 2Н розчину аміаку. Потім додають 2 краплі 4%-вого розчину мурашиної кислоти і обережно й повільно нагрівають пробірку у полум'ї пальника.

До лабораторного журналу занотовують рівняння реакції, спостереження і висновки.

### **Дослід 4 Утворення й гідроліз ферум (III) ацетату**

а) У пробірку вміщують декілька кристалів натрій ацетату, 4 краплі води та 2 краплі 0,1Н розчину ферум (III) хлориду. Відзначають зміну кольору розчину, після чого розчин нагрівають до кипіння.

До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки. Нагрівають у полум'ї пальника до появи запаху естеру. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій.

б) Добування ізоамілового естеру оцтової кислоти.(реакція естерифікації)  
До сухої пробірки послідовно вміщують невелику кількість (товщина шару 1–2 мм) зневодненого натрію ацетату та по 3 краплі ізоамілового спирту та концентрованої ортофосфорної кислоти. Суміш збовтують і обережно нагрівають до побуріння розчину та появи запаху естеру. До лабораторного журналу занотовують спостереження, рівняння реакцій, висновки.

### **Контрольні питання**

1. У чому виявляються кислотні властивості карбонових кислот?

## **Дослід 5 Одержання складних естерів карбонових кислот**

Добування етилового естеру оцтової кислоти. До сухої пробірки послідовно вміщують невелику кількість зневоднених кристалів натрію ацетату (висота шару кристалів має бути 1–1,5 мм), 3–4 краплі етилового спирту та 2 краплі концентрованої ортофосфорної кислоти. Суміш збовтують і обережно.

2. Які характерні властивості має мурашина кислота?

3. Як добувають ангідриди та хлорангідриди карбонових кислот?

4. Які речовини утворюються при гідруванні олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот?

5. За яких умов галоген заміщує гідроксогрупу в кислоті, а за яких – атом водню в алкільному радикалі? Наведіть приклади.

6. Поясніть, чому при вливанні розчину натрію пальмітату у воду випадає осад?

7. Чим можна пояснити кислотні (в порівнянні з спиртами) властивості карбонових кислот? Як розподіляється електронна густина в карбоксильній групі?

## ***Лабораторна робота № 9***

### ***ПЕРВИННА ПЕРЕГОНКА НАФТИ***

#### **Самостійна підготовка**

**Проробити такі розділи:** Нафта. Склад основних фракцій. Вуглеводні нафти та конденсатів природного газу. Нафтопродукти. Аналіз нафтопродуктів. Кислотне число. Розгонка. Хроматографія.

#### **Виконати вправи**

1. В якій фракції містяться вуглеводні:  $C_6H_6$ ,  $C_6H_{12}$ ,  $C_6H_5-CH_3$ ? Вуглеводні  $C_6H_5-C_2H_5$ ,  $C_7H_{16}$ ,  $C_8H_{18}$ ? Вуглеводні  $C_8H_{18}$ ,  $C_6H_6$ ? Назвіть їх.

2. Охарактеризуйте фракційний склад нафти і поясніть використання в нафтопереробці наступних нафтових фракцій: а) бензинової фракції; б) гасової фракції; в) дизельної фракції; г) мазуту; д) вакуумного газойлю; е) масляної фракції; ж) гудрону.

3. . Вуглеводні з яким числом вуглецевих атомів містяться в бензинової фракції? Які вуглеводні входять до складу газойлевої фракції? Гасової фракції? Мазуту?

### 9.1 Робота в лабораторії

Найбільш важливими джерелами вуглеводнів є нафта і горючі (природні і попутні) гази. Природними називаються гази, що утворюють самостійне родовище. Головним компонентом їх є метан (до 96–98%). Попутними називаються гази, що супроводжують нафту при її видобутку. Поряд з метаном (вміст до 70%) в них містяться також етан, пропан, бутан і пари низькомолекулярних рідких вуглеводнів. Слід зазначити, що до складу і природних, і попутних газів входять, поряд з вуглеводнями, деякі неорганічні гази – наприклад, азот, сірководень, гелій, вуглекислий газ і ін.

Всі нафти містять алкани, циклоалкани і арени. Кількісний вміст цих вуглеводнів в різних нафтах неоднаково і також залежить від родовища. Крім того, в нафтах є гетероатомні сполуки, що містять кисень, сірку, азот. В нафті також містяться мінеральні речовини у вигляді різних солей.

Нафта являє собою складну суміш органічних речовин, головним чином, вуглеводні. Всі нафти містять метанові, нафтеніві і ароматичні вуглеводні, однак кількісний вміст вуглеводнів цих сполук в різних нафтах різна. Крім того, в нафтах є в невелика кількість органічних сполук, що містять сірку, азот, кисень.

Перегонка нафти - процес поділу її на фракції за температурами кипіння - лежить в основі переробки нафти в моторне паливо, мастила та інші цінні хімічні продукти.



Основні фракції і продукти, які отримують при прямій перегонці нафти:

1. Бензинова фракція (від початку кипіння до 150-205 °С (в залежності від технологічної мети отримання авто-, авіа-, або іншого спеціального бензину) – суміш алканів, нафтенів і ароматичних вуглеводнів. У всіх цих вуглеводнях міститься від 5 до 10 атомів карбону.

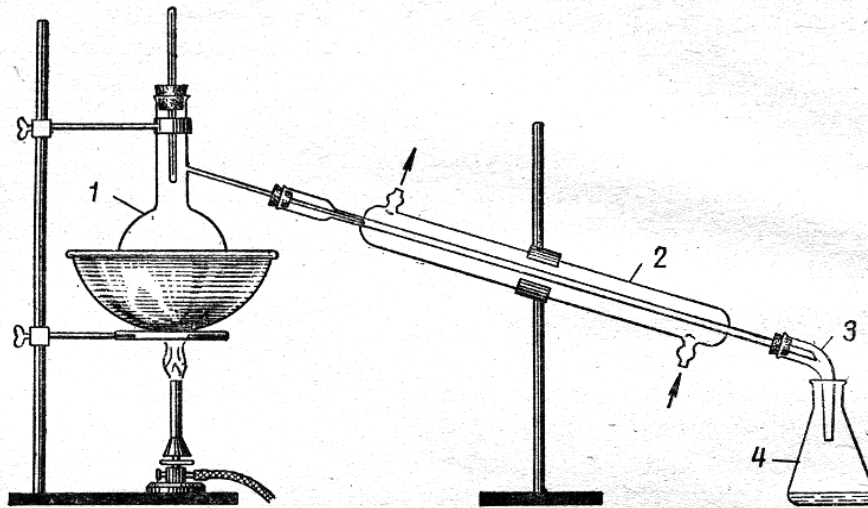
2. Гасова фракція (180–270°C) – містить вуглеводні C<sub>10</sub>-C<sub>15</sub>, використовується в якості компонента моторного палива для реактивних і дизельних двигунів, для побутових потреб (освітлювальний гас).

3. Газойльова фракція (270-350°C) містить вуглеводні C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub>, може бути використана в якості компонента дизельного палива, а також як сировина для крекінгу.

4. Мазут – нафтовий залишок, температура кипіння його вище 320–350°C. Мазут може використовуватися як котельне паливо, або піддаватися подальшій переробці або крекінгу, або перегонці при зниженому тиску (в вакуумі) для запобігання його термічного розкладання. При цьому відбирають масляні фракції (для отримання солярового, трансформаторного, веретенного, машинного і ін. масел) або широку фракцію вакуумного газойлю (сировина для каталітичного крекінгу з метою отримання високооктанового компонента бензину).

5. Гудрон – майже твердий залишок після відгону від мазуту масляних фракцій. З нього отримують так звані залишкові масла і бітум, з якого шляхом окислення отримують асфальт, який використовується при будівництві доріг. З гудрону і інших залишків вторинного походження може бути отриманий шляхом коксування кокс, який застосовується в металургійній промисловості.

У колбу Вюрца (об'ємом 100 мл) наливають 50 мл сирової нафти. Колбу закривають пробкою з термометром та сполучають її з холодильником, до якого приєднують алонж та приймачі (рис. 1).



**Рисунок 1 – Установка для перегонки нафти**

1 – перегонна колба (колба Вюрца); 2 – холодильник; 3 – алонж; 4 – приймач.

Масу взятої нафти розраховують за формулою:

$$m = V \cdot \rho, \quad (1),$$

де  $V$  – об'ємом,  $\rho$  – густина нафти.

У якості приймачів використовують три невеликі конічні колбочки, які попередньо зважують. Результати зважування вносять в таблицю № 1. Колбу Вюрца обережно нагрівають на піщаній бані або на азбестовій сітці. Відзначають початок кипіння (н. к.) першої фракції і відбирають продукт до 180°C (при досягненні температури відганяють пари до 135°C і потім припиняють подачу води в холодильник).

Потім колбу-приймач змінюють і відбирають газову (180-270°C) і газойльову (270–350°C) фракції.

Приймачі з відібраними дистилатами зважують і за різницею визначають масу кожної фракції, заповнюючи таким чином таблицю 1. Потім за допомогою мензурок визначають обсяг кожної фракцій і обчислюють щільність ( $\rho_{\text{розр}}$ ) для кожної фракції, використовуючи формулу (1).

Результати заносять в таблицю 2. Переконаються, що щільність фракцій зростає зі збільшенням температури їх кипіння.

Після цього аналогічні фракції від всіх дослідів зливаються в одну мензурку, і щільність всіх фракцій визначається за допомогою ареометрів ( $\rho_{\text{екс}}$ ). Отримані дані порівнюють з обчисленими. Результати перегонки заносять в таблицю 2.

Таблиця 1

№	m (пустого приймача)	m (приймача з фракцією)	m (фракції)
1			
2			
3			

Таблиця 2 – Матеріальний баланс фракційної перегонки нафти

Назва продукта (фракція)	Межі кипіння °С	Об'єм, $\rho$ -густина нафти. Об'єм, см <sup>3</sup> (мл)	Маса, г	Густина, г/мл		Вихід в %	
				розр.	експ.	Об'ємний	Масовий
<u>Взято:</u> Нафта		50				100	100
<u>Отримано:</u> 1. Бензин	н.к.-180°						
2. Гас	180-270°						
3. Газойль	270-350°						
4. Остаток (мазут)	> 350°				-		
Усього отримано:		50		-	-	100	100

### Контрольні питання

1. Що являє собою нафту? Газ? Газоконденсат?
2. Наведіть приклади вуглеводнів, що містяться в нафті.
3. Що таке первинна перегонка нафти?

4. В чому полягає атмосферна перегонка нафти? На які фракції поділяють нафту при перегонці?
5. У чому полягає вакуумна перегонка? Коли вона застосовується? На які фракції поділяють мазут при вакуумній перегонці?
6. Що визначає температуру кипіння фракції?
7. Від чого залежить фракційний склад нафти?
8. Що таке щільність нафти і щільність нафтопродуктів? В яких межах змінюється щільність нафти? Як змінюється щільність фракції в залежності від температури? Якими двома методами можна визначити щільність нафтопродукту?
9. Вуглеводні яких класів містяться в нафті?
10. Чому мазут переганяють при зниженому тиску?
11. Як ви уявляєте собі роботу ректифікаційної колони?
12. Що таке крекінг?
13. За якими основними параметрами якості оцінюють товарну нафту?
14. Дайте визначення поняттю «глибина переробки нафти».
15. Охарактеризуйте основні напрямки переробки нафти (паливний, масляний і нафтохімічний).

### *Лабораторна робота № 10*

#### **ОДЕРЖАННЯ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ**

##### **10.1 Самостійна підготовка**

**Проробити такі розділи:** дисперсні системи. Класифікація. Способи одержання дисперсних систем. Золі. Будова міцел ліофобних золів. Особливості дисперсних систем, емульсії, суспензії, безструктурні системи, структуровані системи.

##### **Виконати вправи**

1. Напишіть формулу міцели гідроксиду заліза, за умови, що гідрозоль одержаний гідролізом  $\text{FeCl}_3$ .

2. Золь хлориду срібла був одержаний додаванням водного розчину хлориду калію до водного розчину нітрату срібла. Напишіть формулу міцели.

3. Методи визначення типу емульсії.

4. Піни. Розрахунок кратності піни.

## 10.2 Теоретична підготовка

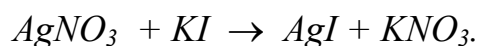
Із класифікації дисперсних систем за розміром частинок випливає, що колоїдні розчини займають проміжне становище між молекулярними та грубодисперсними системами. Цим і визначаються два можливі методи одержання колоїдних розчинів: метод конденсації та метод диспергування.

Метод конденсації полягає в укрупненні частинок у процесі агрегації молекул або йонів. Конденсація може відбуватися як фізичний процес, або як хімічний процес. В обох цих випадках у гомогенному середовищі утворюється нова фаза, яка має колоїдну дисперсність. У випадку хімічної конденсації нова фаза виникає під час хімічної реакції, яка призводить до утворення нерозчинних у даному середовищі речовин. Це можуть бути реакції відновлення, окиснення, обміну, гідролізу.

До методів одержання золів фізичною конденсацією належать заміна розчинника й конденсація парів. Метод заміни розчинника заснований на тому, що істинний розчин речовини (розчин натрій хлориду в абсолютному спирті) невеликими порціями додають до рідини (ефіру), яка добре розчиняє розчинник істинного розчину (спирт), але в якій погано розчиняється речовина (натрій хлорид), що призводить до виділення її у вигляді високодисперсної фази (утворюється золь натрій хлориду в ефірі).

Диспергуванням називають тонке подрібнення твердих матеріалів або рідини і розподілення їх частинок у рідкому або газовому середовищі, внаслідок чого утворюються дисперсні системи: порошки, суспензії, емульсії, аерозолі.

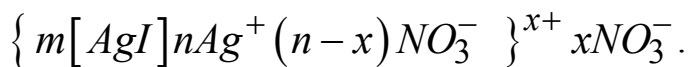
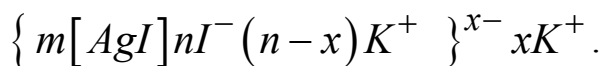
*Міцела* – це структурна колоїдна одиниця. Розглянемо будову міцели аргентум йодиду, за умови, що золь утворюється за реакцією:



Основою колоїдної частинки є електронейтральний *агрегат*, що складається з декількох сотень або тисяч атомів, являє собою мікрокристали важкорозчинної сполуки (в нашому випадку  $m$  пар йонів  $Ag^+$  і  $I^-$ ). На рисунку 1 схематично зображена міцела  $AgI$ .

Така система може існувати тільки в присутності стабілізатора, здатного підтримувати початковий ступінь дисперсності. Стабілізатором в нашому прикладі може бути як  $AgNO_3$ , так і  $KI$ . Якщо реакція відбуватиметься в надлишку  $KI$ , то на поверхні агрегата будуть адсорбуватися йони  $I^-$ , їх кількість  $n$ . Йодид-іони є потенціалвизначальними (ПВІ), визначають потенціал і заряд поверхні. Агрегат разом з ПВІ називається *ядром* колоїдної частинки. Під дією електростатичних сил до ядра притягується  $n$  йонів протилежного знаку – протийони, які компенсують заряд ядра. У даному випадку цю роль виконують йони  $K^+$ . Частина протийонів ( $n-x$ ), які найближче розташовані до ядра, перебувають в шарі рідини. Ядро разом з адсорбційним шаром протийонів називається *гранулою* (або колоїдною частинкою). Решта  $x$  протийонів, які нейтралізують заряд поверхні, розташовуються під впливом теплового руху в рідкій фазі дифузно. Тому цей шар називається дифузним. Гранула разом з дифузною частиною подвійного електричного шару і називається *міцелою*. Числа  $m$ ,  $n$  та  $x$  можуть змінюватися в широких межах, залежно від умов одержання й очистки золів. Міцели золів завжди електронейтральні.

Структуру міцели можна зобразити схематично або записати формулою



↔ агрегат

← ядро →

← частинка (гранула) →

← міцела →

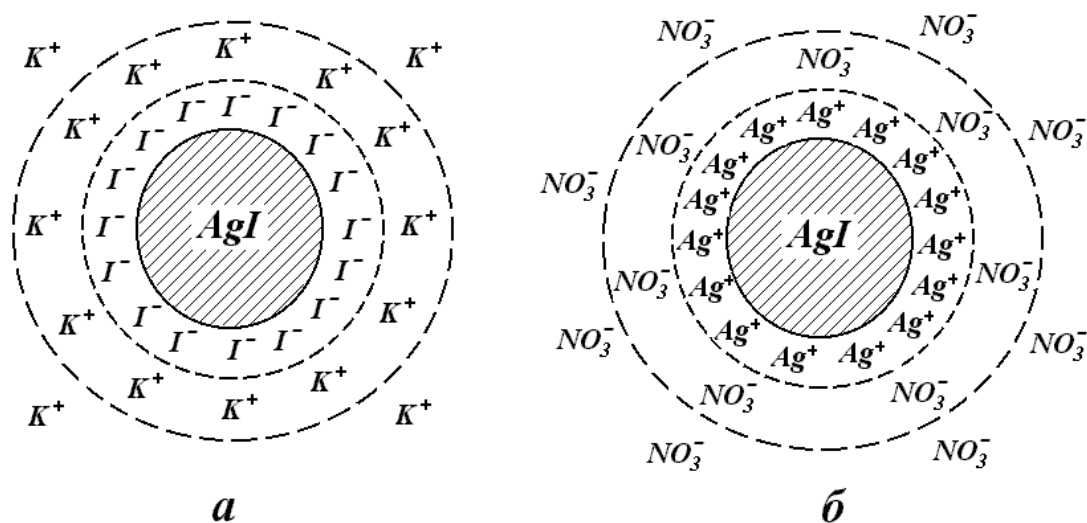


Рисунок 2 – Схема будови колоїдної міцели золю йодиду срібла  
а) при надлишку KI; б) при надлишку AgNO<sub>3</sub>

Емульсії – це гетерогенні системи, що характеризуються межею розподілу рідина-рідина. Обидві рідини, що утворюють емульсію, мають бути нерозчинні або малорозчинні одна в одній і в системі має бути стабілізатор, який в цьому випадку називають емульгатором (розчинні ПАР і ВМС або нерозчинні порошкоподібні речовини, додавання яких до емульсій робить їх стійкими).

Емульсії поділяють на прямі і зворотні (обернені), тобто на емульсії типу «масло у воді» (м/в) і «вода у маслі» (в/м). Іноді їх називають емульсіями «першого роду» і «другого роду». Оберненням фаз емульсії називають перехід емульсії прямого типу в емульсію оберненого типу і навпаки: (м/в → в/м).

Обернення фаз емульсій можна викликати, введенням іншого емульгатора, або зміною хімічної природи вже існуючого.

Для визначення типу емульсії існує ряд спеціальних прийомів. Один з них – підфарбування органічної фази малорозчинним барвником, зовсім нерозчинним у воді. До таких барвників відноситься судан III, що має червоний колір. Розглядаючи під мікроскопом краплю рідини, можна в разі прямої емульсії побачити забарвлені крапельки органічної фази на безбарвному водному фоні (пряма емульсія типу м/в); у разі оберненої емульсії (типу в/м) картина буде протилежна. Іноді застосовують барвники, що практично не розчинюються у масляній фазі, але розчинні у воді (наприклад, кристалвіолет, метиленовий синій, метилоранж та ін.).

**Мета роботи:** ознайомлення з методами одержання дисперсних систем і дослідження деяких їхніх властивостей.

### 10.3 Робота в лабораторії

#### Одержання дисперсних систем

##### *1 Реакція гідролізу. Золь ферум (III) гідроксиду*

До 100 мл киплячої дистильованої води додають кілька крапель насиченого розчину  $\text{FeCl}_3$ . При цьому енергійно відбувається гідроліз йонів тривалентного заліза і утворюються молекули феруму(III) гідроксиду, що конденсуються у колоїдні частинки. Виникає золь  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  червоно-коричневого кольору. Знак заряду колоїдних частинок визначають методом капілярного аналізу.

##### *2. Реакція обміну*

###### *2.1 Золь купруму(II) гексаціаноферату(II)*

Приблизно 10–12 крапель 20%-ного розчину  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  розбавляють до 100 мл дистильованою водою і додають 3–5 крапель розчину  $\text{CuSO}_4$  при збовтуванні. Утворюється червоно-бурий золь  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .



### *2.2 Золь ферум(III) гексаціаноферату(II) (берлінської лазурі)*

10-12 крапель 20% розчину  $K_4[Fe(CN)_6]$  розбавляють водою до 100 мл. До розбавленого розчину додають при збовтуванні краплю насиченого розчину  $FeCl_3$ . Утворюється синій прозорий золь берлінської лазурі. Знак заряду колоїдних частинок визначають методом капілярного аналізу.

### *2.3 Золь аргентум йодиду*

3 мл 0,1 М розчину KI розбавляють дистильованою водою до 10 мл. 5 мл 0,2 М розчину  $AgNO_3$  в іншій колбі розбавляють до 40 мл. Повільно по краплям додають до розчину  $AgNO_3$  і спостерігають утворення золю аргентум йодиду.

### *3 Реакція відновлення. Золь манган(IV) оксиду*

Сіль мангану (VII) відновлюють натрій тіосульфатом: до 50 мл 0,15% розчину солі мангану (VII) краплями, збовтуючи, додають 1,5–2 мл 1% розчину  $Na_2S_2O_3$ ; спостерігають зміну забарвлення розчину.

### *4 Заміна розчинника. Приготування золю сірки*

У пробірку наливають 5 мл дистильованої води і при струшуванні додають 5–7 краплин насиченого розчину сірки в етиловому спирті. Утворюється опалесціючий золь сірки з негативно зарядженими колоїдними частинками.

### *5 Визначення знака заряду колоїдних частинок методом капілярного аналізу*

Для забарвлених золів знак заряду колоїдних частинок визначають методом капілярного аналізу. Цей метод базується на залежності адсорбції золю від знака заряду поверхні адсорбенту. В якості адсорбенту використаємо фільтрувальний папір. При зануренні у воду целюлозні стінки капілярів паперу заряджаються негативно, вода підіймається по капілярам паперу. Якщо у воді знаходяться заряджені частинки, їх переміщення угору разом з водою можливо, якщо вони не притягуються до стінок капілярів, тобто заряджені негативно. Якщо частинки заряджені позитивно, вони не переміщуються разом з водою, тому що адсорбуються на стінках капілярів. Таким чином, за рівнем підняття частинок золів порівняно з водою можна визначити знак заряду частинок.

Піпеткою наносять краплю золю на фільтрувальний папір і спостерігають за її поведінкою. Якщо забарвлена пляма перемішується разом з водою, колоїдні частинки мають негативний заряд. Якщо пляма залишається на місці, а розпливається тільки вода, колоїдні частинки заряджені позитивно.

Для усіх золів записати будову міцели.

### 6 Одержання емульсії гасу у воді

У дві пробірки місткістю 10-15 мл наливають 1/3 об'єму води, додають по 2 мл гасу, забарвлених барвником судан III (він не розчиняється у воді). В одну з пробірок додають 2 мл 2%-ного водного розчину олеату натрію, а в іншу – таку ж кількість води. Пробірки закривають пробками й енергійно збовтують, доки не одержують однорідної емульсії, після цього залишають на деякий час у штативі. Слідкують за швидкістю розшарування. Встановлюють тип емульсії – масло у воді (м/в) або вода в маслі (в/м). Для чого краплю забарвленої емульсії капають на предметне скло мікроскопа і визначають, що є забарвленим: крапельки емульсії чи довколишня рідина.

Обернення емульсії. До 2–3мл емульсії з додатком емульгатора (олеату натрію) додають краплями 0,01 М розчин  $\text{CaCl}_2$  або  $\text{MgCl}_2$ , збовтують і знову визначають тип емульсії. Для чого розглядають краплю емульсії під мікроскопом.

### 7 Одержання піни та визначення її кратності

Обладнання та реактиви: піногон; повітряний генератор чи гумова груша з пульверизатором; чашка Петрі; піпетка; мірний циліндр (1000 мл); ПАР: 2%-й розчин натрій олеату чи ін. ПАР (напр., натрій додецилсульфат  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$ ); 1%-й розчин желатини; октиловий або ноніловий спирт; електроліти – концентрована соляна кислота, луги.

Як і всі ДС, піни отримують методами диспергування та конденсації. Методом диспергування піни отримують шляхом перемішування чи барботування газів у рідину. Конденсаційний метод ґрунтується на зміні фізичного стану розчину (підвищенням температури розчину чи зменшенням

зовнішнього тиску), що призводить до перенасичення його газом. У концентрованих пінах газоподібна фаза є основною (до 99 %) частиною системи. Агрегативна стійкість пін характеризується швидкістю укрупнення частинок ДФ за рахунок коалесценції чи ізотермічної перегонки. Стабілізація пін досягається за допомогою ПАР-піноутворювачів, молекули яких, адсорбуючись на поверхні поділу фаз, зменшують поверхневий натяг і роботу утворення нових поверхонь. Особливо міцні піни утворюються за допомогою піноутворювачів, які структуруються в адсорбційних шарах. До таких піноутворювачів належать мила, сапонін, ВМС з полярними групами (білки, полівініловий спирт, карбоксиметилцелюлоза тощо). Із рідин, які здатні тверднути, отримують тверді піни (пемза, пенополістирол). Широко застосовують піни для флотаційного збагачення руд. Подрібнена руда суспендується в розчині піноутворювача під час інтенсивного перемішування, гідрофобні частинки оксидів чи сульфідів металів прилипають до бульбашок піни і спливають, а гідрофільні частинки глини осаджуються і видаляються у вигляді шламу. Інколи потрібно уникати піноутворення, – для цього проводять гасіння пін із використанням ПАР, які більш поверхнево активні, ніж ті, що наявні в початковій системі піноутворення. Такі ПАР витискують із поверхні структуровані речовини і зменшують стійкість пін, полегшують їх руйнування. Руйнування піни проходить за трьома механізмами: а) витікання рідини з піни (синерезис); б) укрупнення великих комірок плівок без зміни об'єму піни; в) розрив плівок, що призводить до руйнування піни. Перевага того чи іншого механізму залежить від багатьох факторів. Властивості пін характеризують такими параметрами:

- 1) кратність – відношення об'єму піни до об'єму розчину, який пішов на її утворення;
- 2) стабільність – час існування елементу піни (бульбашки, плівки) чи певного об'єму піни;
- 3) дисперсність – розподіл бульбашок за розмірами чи середнім розміром бульбашок.

Виконання роботи 1. Для отримання піни застосовують піногон (рис. 2 ), який являє собою довгу скляну посудину, в основу якого впаяний скляний фільтр (крупнопористий). Загальна довжина піногона 60–70 см, діаметр 6–7 см. Скляну трубку опускають у мірний циліндр (1000 мл). Можлива інша конструкція піногона, проте принцип отримання піни аналогічний.

У піногон наливають 50–100 мл 2%-го розчину натрій олеату (або іншої ПАР). Верхній отвір закривають щільно пробкою, із незначною швидкістю починають пропускати повітря.

2. Подачу повітря припиняють, коли об'єм піни в мірному циліндрі стане рівний 1000 мл. Якщо піна продовжує виходити, її збирають в інший посуд

Таким чином збирають піну в два циліндри. До утвореної піни в одному циліндрі додають 1–2 краплини концентрованої соляної кислоти (або інші речовини на розгляд викладача) – проходить гасіння піни – (якщо використовують для утворення піни 1%-й розчин желатини, то гасіння піни проводять 1–2 краплинами октилового чи нонілового спирту); в іншому – вимірюють час самовільного руйнування піни.

Порівнюють отримані результати.

3. Визначають об'єм рідини, який утворився під час руйнування піни.

4. Проводять дослід для визначення стійкості елементарної піни. Для цього в чашку Петрі наливають майже до країв розчин ПАР (натрій олеат). Потім під поверхнею випускають піпеткою бульбашку повітря. В момент появи бульбашки на поверхні вмикають секундомір – час існування бульбашки характеризує стійкість елементарної піни. Аналогічний дослід проводять з чистою водою, різними концентраціями ПАР.

Обробка експериментальних результатів :

1. У звіті наводять результати спостережень за утворенням пін і висновки про вплив різних речовин на стійкість пін, зазначають час існування піни в умовах експерименту.

2. Розраховують кратність отриманої піни.

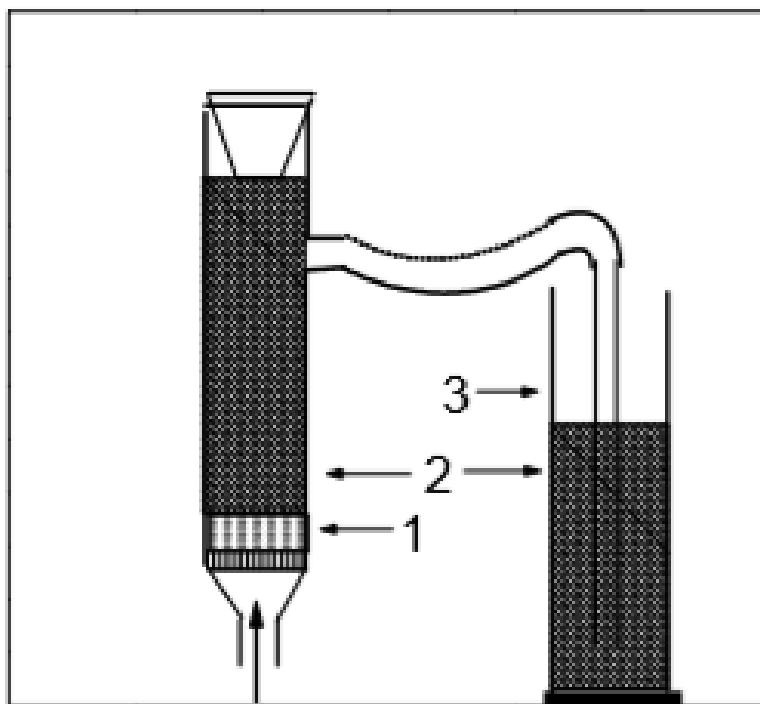


Рисунок 2 – Прилад для визначення кратності піни:

1 – розчин ПАР; 2 – піна; 3 – мірний циліндр

### Контрольні питання

1. Назвіть дві основні ознаки колоїдного стану речовини.
2. Що називається дисперсною фазою і дисперсійним середовищем.
3. Які способи класифікації дисперсних систем вам відомі?
4. Як відрізнити колоїдний розчин від істинного (молекулярного або іонного)?
5. Які способи одержання дисперсних систем вам відомі?
6. Які основні типи хімічних реакцій застосовують при конденсаційному одержанні золів.
7. Як за допомогою капілярного аналізу визначити знак заряду гранули ?
8. Що називають емульсією? Які емульсії є прямими, а які зворотними?
9. Як можна визначити тип емульсії?

### Список рекомендованих джерел

1. Артеменко, А. И. Органическая химия / А. И. Артеменко. – М. : Высш. шк., 2002. – 560 с.
- 2 Петров, А. А. Органическая химия / А. А. Петров, Х. В. Бальян., А. Т. Трощенко. – СПб. : Иван Федоров, 2002. – 622 с.
3. Потапов, В. М. Органическая химия / В. М. Потапов, С. Н. Татаринчик. – М. : Химия, 1989. – 488 с.
4. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем [Текст]: підручник / За ред. д-р. хім. наук, проф. М. О. Мчедлова-Петросяна. – Харків : НУ ім. В. Н. Каразіна, 2004. – 300с.
5. Староста В. І. Колоїдна хімія. Практикум / В. І. Староста, О. М. Янчук. — Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2014. – 360 с. Starosta, V. I., Yanchuk.

*Виробничо-практичне видання*

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ХІМІЯ. МОДУЛЬ 2»**

*(для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання,  
спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія та технології)*

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*

Укладачі: Мураєва Ольга Олексіївна,  
Нестеренко Сергій Вікторович,  
Панайотова Тетяна Дмитрівна

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2017, поз. 119 М

---

Підп. до друку 12.03.2018      Формат 60 x 84/16  
Друк на ризографі      Ум. друк. арк. 1,6  
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.