

## Лабораторні роботи

### ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

1. Лабораторні роботи практикуму здобувачі вищої освіти проводять невеликими групами по 2-4 чоловіки на постійному робочому місці. Попередньо зі студентами проводиться інструктаж з правил роботи в лабораторії і по техніці безпеки.

2. До кожної лабораторної роботи студент може приступити, якщо попередньо ознайомився з її змістом і законспектував її в робочий зошит.

3. Лабораторні роботи необхідно проводити одягненими в халат. На робочому місці необхідно підтримувати чистоту і порядок.

4. Під час роботи слід дбайливо і акуратно поводитися з посудом, приладами та обладнанням. Після закінчення дослідів робоче місце необхідно привести у порядок.

5. При роботі зі застосуванням легкозаймистих рідин (етиловий спирт, ацетон, ефір, бензин та ін.) слід використовувати невеликі кількості цих речовин, а нагрівання проводити на електроплитці з закритою спіраллю.

6. При використанні металічного натрію слід дотримуватися особливої обережності. Основні положення при цьому:

- зберігати металічний натрій під шаром гасу, толуолу або іншої неводної, пагано займистою рідини;

- не брати натрій руками; застосовувати для цього пінцети або щипці;

- нарізати металічний натрій потрібно на сухому фільтрувальному папері, попередньо очистивши його від окисної плівки;

- невикористані дрібні шматочки натрію і відходи (плівки) ні в якому разі не кидати в раковину або відро для сміття, а віддати лаборанту (для подальшого "гасіння" в спирті).

7. При роботі з концентрованими кислотами та їдкими лугами не допускати попадання їх на шкіру. Особливо берегти очі.

- при опіках кислотами необхідно промити обпалене місце великою кількістю води під краном, а потім нейтралізувати 3% розчином соди (готовий розчин у лаборанта в аптеці); при попаданні кислоти в очі - промити очі водою, а потім 3% розчином бікарбонату натрію;

- при опіках лугами відразу ж промити уражене місце великою кількістю води під краном, а потім 1% розчином оцтової кислоти (розчин у лаборанта); при попаданні лугу в очі - негайно промити очі водою, а потім розведеним розчином борної кислоти.

8. При попаданні на шкіру їдкої органічної речовини (фенол та ін.) або бром, промивання водою малоефективне. Слід швидко промити уражене місце спиртом.

9. Після закінчення роботи заборонено виливати у раковину залишки вогнебезпечних речовин, а також кислот і лугів. Для зливу цих речовин слід використовувати спеціальні посудини з етикетками: «Злив органіки», «Злив кислот», «Злив лугів», які знаходяться у витяжній шафі.

10. Під час виникнення пожежі слід:

- негайно вимкнути газ по всій лабораторії і все електрообладнання;
- прибрати горючі речовини подалі від вогню;
- накрити азбестовою ковдрою вогнище пожежі;
- велике полум'я гасити вогнегасником;
- одяг, що загорівся накрити ковдрою;

11. Перша допомога при травмах:

- при порізах склом обов'язково видалити осколки скла з рани, змастити краї рани йодом і перев'язати; при кровотечі внести безпосередньо в рану 3% -вий розчин пероксиду водню, зверху накласти стерильну серветку і щільно перев'язати;

- при термічних опіках зробити примочку розчином калію перманганату (готовий розчин у лаборанта) або етиловим спиртом; потім змастити ушкоджене місце маззю від опіків;

- при роботі з електроприладами необхідно виключити можливість дотику з оголеними електропроводами або клемами; працювати тільки сухими руками; при попаданні під напругу - відключити загальний рубильник. Потерпілому забезпечити повний спокій і приплив свіжого повітря.

При всіх випадках травм, опіків і отруєнь після надання першої допомоги слід звернутися до лікаря.

## **ПЕРВИННА ПЕРЕГОНКА НАФТИ**

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 під час 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.

*Нафта являє собою складну суміш органічних речовин*, головним чином, вуглеводнів. Всі нафти містять метанові вуглеводні (алкани), нафтенові (циклоалкани) і ароматичні вуглеводні (арени). Кількісний вміст цих вуглеводнів в різних нафтах неоднаковий і також залежить від родовища. Крім того, в нафтах є в невеликих кількостях органічні сполуки, що містять кисень, сірку, азот. У нафті також містяться мінеральні речовини у вигляді різних солей. У невеликих кількостях нафти можуть містити розчинені вуглеводневі гази.

*Перегонка нафти* - процес поділу її на фракції за температурами кипіння (звідси термін «фракціонування») - лежить в основі переробки нафти і одержання при цьому моторного палива, мастил і різних інших цінних хімічних продуктів. Первинна перегонка нафти є першою стадією вивчення її хімічного складу.

*Основні фракції, що виділяються при первинній перегонці нафти:*

1. *Бензинова фракція* - нафтовий погон з температурою кипіння від початку кипіння (п.к.), індивідуального для кожної нафти, до 150-205°C (в залежності від технологічної мети отримання авто-, авіа-, або іншого

спеціального бензину). Ця фракція є сумішшю алканів, нафтенів і ароматичних вуглеводнів. Усі ці вуглеводні містять від 5 до 10 атомів С.

2. *Газова фракція* - нафтовий погон з температурою кипіння від 150-180° С до 270-280 °С. У цій фракції містяться вуглеводні C<sub>10</sub>-C<sub>15</sub>. Використовується в якості моторного палива (тракторний гас, компонент дизельного палива), для побутових потреб (освітлювальний гас) та ін.

3. *Газойлева фракція* - температура кипіння від 270-280 °С до 320-350 °С. У цій фракції містяться вуглеводні C<sub>14</sub>-C<sub>20</sub>. Використовується в якості дизельного палива.

4. *Мазут* - залишок після відгону вище перерахованих фракцій з температурою кипіння вище 320-350 °С. Мазут може використовуватися як котельне паливо, або піддаватися подальшій переробці. Його або перегоняють при зниженому тиску (в вакуумі) з відбором масляних фракцій чи широкої фракції вакуумного газойлю (який служить сировиною для каталітичного крекінгу з метою отримання високооктанового компонента бензину) або піддають крекінгу .

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 і т.п. З гудрону і інших залишків вторинного походження може бути отриманий шляхом коксування кокс, який застосовують у металургійній промисловості.

Матеріали для перегляду в інтернеті:

<https://www.dailymotion.com/video/xb4ywi>

<https://www.youtube.com/watch?v=vLbKWDQnnyI>

## Лабораторна робота № 1

### Перегонка нафти

*Мета роботи:* ознайомлення з фізичними властивостями нафти і основними фракціями, що виділяються при її первинній перегонці.

*Обладнання та матеріали:* колба Вюрца об'ємом 100 мл, холодильник, алонж, 3 плоскодонні колби по 50 мл, 3 мірних циліндра, ареометри, камінці для кип'ятіння, 50 мл сирої нафти.

*Виконання роботи.*

У колбу Вюрца об'ємом 100 мл наливають 50 мл сирої нафти і поміщають камінці для кип'ятіння. Колбу закривають пробкою з термометром і з'єднують через прямий холодильник і алонж з колбою-приймачем (рис. 1).

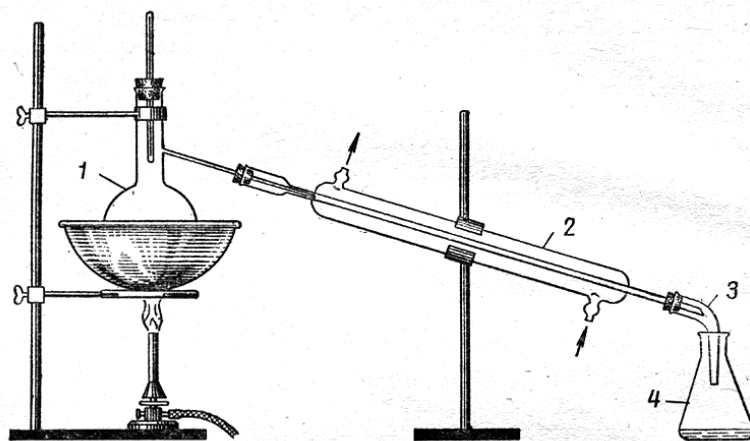


Рисунок 1 – Прилад для перегонки нафти. 1 - колба Вюрца; 2 - холодильник; 3 - алонж; 4 - колба-приймач

Масу взятої нафти обчислюють за формулою

$$m = V \cdot \rho,$$

де  $V$ -об'єм нафти, а  $\rho$  - її густина.

Приймачами (змінними) служать 3 плоскодонні колби, попередньо зважені. Колбу Вюрца з нафтою обережно нагрівають на піщаній бані, або на азбестовій сітці. Початок кипіння першої фракції фіксують за температурою надходження першої краплі бензину в приймач, після чого відбирають фракцію яка википає до  $180^{\circ}\text{C}$ . Під час збирання цієї фракції після досягнення температури  $135^{\circ}\text{C}$  припиняють подачу води в холодильник. При досягненні температури  $180^{\circ}\text{C}$  змінюють 1-шу колбу-приймач на 2-гу і відбирають газову фракцію з температурою кипіння  $180\text{-}270^{\circ}\text{C}$ , а потім знову, змінивши колбу-приймач на 3-тю, відбирають газойлеву фракцію ( $270\text{-}320^{\circ}\text{C}$ , або  $270\text{-}350^{\circ}\text{C}$ ).

Колби-приймачі з відібраними фракціями зважують і за різницею маси колби з продуктом і порожньої колби обчислюють масу кожної фракції. Заповнюють табл. 1.

Таблиця – 1

№	m (порожнього приймача)	m (приймача зі фракцією)	m (фракції)
1			
2			
3			

Таблиця - 2

## Матеріальний баланс фракційної перегонки нафти

Назва продукта	Межі кипіння фракції, °С	Об'єм, см <sup>3</sup>	Маса, г	Густина, ρ		Вихід фракції, %	
				обчис.	експ.	об'ємн.	масов.
Всього взято:							
Нафта		50				100,0	100,0
Одержано:							
1. Бензин	п.к. - 180 <sup>0</sup> С						
2. Гас	180 - 270 <sup>0</sup> С						
3. Газойль	270 - 320 <sup>0</sup> С						
4.Мазут + втрати (за різницею)	> 320 <sup>0</sup> С						
Всього одержано:		50				100,0	100,0

За допомогою мірних циліндрів визначають об'єм кожної фракції й обчислюють їх густина. Переконаються, що густина фракції зростає зі збільшенням температури її кипіння. Потім бензинові фракції з усіх установок зливають в один мірний циліндр, гасові - в інший, а газойлеві - в третій, і визначають експериментально густина кожної фракції за допомогою ареометрів. Ці дані порівнюють з обчисленими. Розраховують об'ємний та масовий вихід кожної фракції, відповідно до кількості вихідної нафти, що дорівнює 100%. Усі отримані результати вносять в табл. 2.

*Контрольні питання*

1. Що являє собою нафта? Газ? Газоконденсат?
2. Наведіть приклади речовин, що містяться в нафті.
3. Що таке первинна перегонка нафти?
4. Як ви уявляєте собі роботу ректифікаційної колони?
5. В чому полягає атмосферна перегонка нафти? На які фракції поділяють нафту під час перегонки?
6. У чому полягає вакуумна перегонка? Коли вона застосовується? На які фракції поділяють мазут при вакуумній перегонці?
7. Чому мазут переганяють при зниженому тиску?
8. Що таке крекінг?
9. Охарактеризуйте основні напрямки переробки нафти (паливний, масляний і нафтохімічний).
10. Від чого залежить фракційний склад нафти?

11. Що таке густина нафти і нафтопродуктів? В яких межах змінюється густина нафти? Як змінюється густина фракції в залежності від температури? Якими двома методами можна визначити густину нафтопродукту?
12. Вуглеводні яких класів містяться в нафті?
13. Які вуглеводні входять до складу бензинової фракції, гасової фракції, газойлевої фракції й мазуту?
14. В якій фракції містяться вуглеводні:  $C_6H_6$ ,  $C_6H_{12}$ ,  $C_6H_5-CH_3$ ? Вуглеводні  $C_7H_{16}$ ,  $C_6H_5-C_2H_5$ ,  $C_8H_{18}$ ? Назвіть їх.
15. Поясніть використання наступних нафтових фракцій: а) бензинової фракції; б) гасової фракції; в) дизельної фракції; г) мазуту; д) вакуумного газойлю; е) масляних фракцій; ж) гудрону.

## ВУГЛЕВОДНІ НАФТ І НАФТОПРОДУКТІВ

Вуглеводні нафт – це алкани, циклоалкани (нафтени), арени, а також вуглеводні змішаної будови.


Під час видобутку нафти її часто супроводжують попутні гази. В основному це також вуглеводні (низькомолекулярні алкани). У результаті різних процесів нафтопереробки отримують, поряд з насиченими, також ненасичені вуглеводні - алкени, алкадієни, алкіни.

*Алкани* (метанові, насичені, парафіни) - це вуглеводні, в яких атоми вуглецю сполучені між собою тільки ординарними (простими) зв'язками. Загальна формула алканів -  $C_nH_{2n+2}$ , а найпростіший представник – метан  $CH_4$ . Усі атоми вуглецю знаходяться в стані  $sp^3$ - гібридизації, всі зв'язки в алканах рівноцінні. Форма молекули алкана тетраедрична.

За звичайних умов алкани хімічно інертні. Відомі такі основні типи реакцій, в які вступають алкани: реакції заміщення водню (відбуваються за радикальним механізмом, часто тільки при УФ-випромінюванні), реакції окиснення, дегідрування, крекінгу (тобто ті, що відбуваються із розривом зв'язків C-C).

*Алкени* (етиленові, ненасичені, олефіни) - вуглеводні, в молекулах яких між двома атомами вуглецю є подвійний зв'язок  $C=C$ . Атоми вуглецю знаходяться в стані  $sp^2$  гібридизації. Форма молекули трикутна. Загальна формула алкенів  $C_nH_{2n}$ . Основні типи реакцій алкенів - приєднання за місцем розриву подвійного зв'язку, полімеризація, окиснення.

*Циклоалкани* (циклопарафіни, нафтени) - є, як і алкани, насиченими вуглеводнями, всі атоми вуглецю в яких знаходяться в  $sp^3$  стані гібридизації. Атоми вуглецю в циклоалканах замкнуті в цикл. У нафтах знайдені циклічні вуглеводні з п'ятьма і шістьма атомами вуглецю в циклі, тому такі циклоалкани отримали назву нафтенів. Загальна формула циклоалканов  $C_nH_{2n}$ . За хімічними властивостями нафтени схожі на алкани, тобто хімічно мало активні. З особливих реакцій слід відзначити реакцію дегідрування шестичленних нафтенів (реакція Зелінського), яка дає можливість отримувати з низькооктанових нафтенів високооктанові арени.

*Арени* (ароматичні вуглеводні) - вуглеводні, до складу молекул яких входить особливе угруповання - бензольне кільце (). Атоми вуглецю в бензольному кільці знаходяться в стані  $sp^2$  гібридизації. Загальна формула найпростіших аренів  $C_nH_{2n-6}$ . Арени вступають в реакції заміщення у бензольному кільці (галогенування, нітрування, сульфування, алкілювання, ацилювання), в реакції окиснення, приєднання, заміщення водню в бічних ланцюгах (останні аналогічні реакціям алканів). Найбільш характерними для



аренів є реакції заміщення водню в бензольному кільці. За наявності в бензольному кільці замісників наступна група займає не будь-яке, а певне положення по відношенню до першої. Замісники, які полегшують проведення реакцій і орієнтують наступну групу в орто-, і пара-положення за відношенням до себе, називаються засмісниками (орієнтанти) I роду. Це алкіли Alk- (CH<sub>3</sub>-, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>- і т.п.), групи OH, NH<sub>2</sub>, а також галогени (проте останні ускладнюють протікання реакції). Замісники, які ускладнюють реакції і орієнтують наступну групу в мета-положення по відношенню до себе, називаються заступниками (орієнтанти) II роду. До них відносяться: -NO<sub>2</sub>, -SO<sub>3</sub>H, -COOH, -C≡N, -CHO.

Арени є високооктановими компонентами моторних палив, однак часто токсичними. Циклоалкани і нормальні (нерозгалужені) алкани володіють низькими октановими числами. Найбільш цінними компонентами бензинів є розгалужені алкани.

## Лабораторна робота № 2

### Вуглеводні нафт і нафтопродуктів

*Мета роботи:* ознайомлення з деякими методами одержання і хімічними властивостями окремих представників вуглеводнів, що входять до складу нафт і нафтопродуктів.

*Обладнання та матеріали:* гексан, циклогексан, концентрована H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, розчин KMnO<sub>4</sub>, бромна вода,

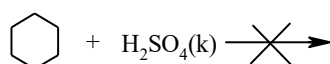
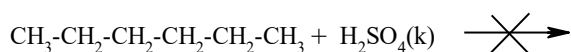
*Виконання роботи.*

Дослід 1. Хімічні властивості гексана і циклогексану.

Гексан і циклогексан являють собою безбарвні прозорі рідини з характерним запахом. Температури їх кипіння 68,7 °C і 81,4 °C відповідно, густини  $\rho_4^{20} = 0,6548$  і  $0,7786$  г / см<sup>3</sup>.

а) відношення до кислот

У дві пробірки наливають по 1 мл гексану і циклогексану, потім в кожную додають по ~1 мл конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Струшують пробірки, відмічають відсутність протікання в них будь-яких реакцій.



б) відношення до лугів

У дві пробірки наливають по 1 мл гексану і циклогексану, потім в кожную додають по ~1 мл розчину лугу NaOH. Реакції також не відбуваються.

в) відношення до окисника

В якості окисника використовують розчин калій перманганату, проте знебарвлення розчину  $\text{KMnO}_4$  не відбувається навіть при струшуванні і нагріванні.

г) відношення до галогенів

У дві пробірки, що містять по 1 мл гексану і циклогексану, додають по кілька крапель бромної води жовтого кольору. Знебарвлення розчинів не відбувається.