МОДУЛЬ І

Тема 1.1. СПОСОБИ ВИДІЛЕННЯ І ОЧИСТКИ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Мета: **Формування знань про основні методи очистки і виділення органічних речовин та навичок роботи з лабораторним обладнанням**

Процеси виділення і очищення (до хімічно чистих) органічних речовин мають велике значення в хімічній промисловості, особливо при синтезах ліків, сполук для харчової промисловості, а також для науково-дослідних робіт.

При синтезах органічних речовин ніколи не одержують чисті сполуки, тому що одночасно з головним хімічним процесом завжди відбуваються побічні хімічні процеси, які утворюють побічні сполуки. У природі також не зустрічаються органічні сполуки в чистому вигляді. Для виділення і очищення органічних сполук існують різні методи. Для твердих речовин найчастіше використовують метод кристалізації, сублімації або возгонок та хроматографічний адсорбційний метод. Для виділення і очищення рідин застосовують метод перегонок.

Метод кристалізації заснований на різній розчинності сполук залежно від температури та розчинника, тому при виконанні роботи треба звернути увагу на ці фактори. Для ознайомлення з методом ми рекомендуємо провести практичну роботу з очищення бензойної кислоти.

Методом сублімації, або возгонки можна очищати лише ті речовини, які при нагріванні летючі і переходять в твердий стан, минаючи рідинну фазу. Для проведення цієї роботи зручно взяти нафталін, але можна брати і інші речовини. Практичне виконання зазначених робіт подається нижче.

Лабораторна робота
СПОСОБИ ОЧИСТКИ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН

Прилади і реактиви: хімічний стакан, колба на 100-200 *мл*, фільтри, дистильована вода, фарфорова чашка, хімічна лійка, пісочна баня, бензойна кислота або інша речовина для кристалізації, нафталін або інша речовина для возгонки.

Методика роботи:

а) Кристалізація бензойної кислоти (або іншої речовини).

Бензойна кислота добре розчиняється в гарячій воді, а в холодній – слабо (1 з в 640 *мл* при 0°). Для кристалізації бензойної кислоти застосовують дистильовану воду. У хімічному стакані або колбочці місткістю в 100-200 *мл* розчиняють при нагріванні 1 *г* бензойної кислоти в 50 *мл* дистильованої води. У гарячому стані розчин швидко фільтрують через складчастий фільтр у стакан або колбочку. При швидкому охолодженні фільтрату випадають дрібні кристали. Щоб це спостерігати, треба відлити у пробірку трошки фільтрату і охолоджувати його під краном. При повільному охолодженні випадають крупні кристали бензойної кислоти, які промивають малою кількістю холодної води і сушать між листками фільтрувального паперу на повітрі.

Чому при швидкому охолодженні утворюються дрібні кристали? _____

_____

_____

б) Сублімація (возгонка). У фарфорову чашку (стакан) кладуть 1 *г* нафталіну або іншої речовини, закривають її папером з дірочками, а зверху лійкою (якщо це стакан, то закривають

колбою з холодною водою) і повільно нагрівають на пісочній бані. Сублімована речовина осідатиме на стінках лійки або холодної колби.

Висновок: _____

_____

_____

Тема 1.2. НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ АЦИКЛІЧНОГО РЯДУ – АЛКАНИ

Мета: **Формування знань про гомологічний ряд, ізомерію, гомологію, номенклатуру алканів, їх фізико-хімічні властивості. Формування навичок роботи з лабораторним обладнанням**

Вуглеводні ациклічного ряду – це найпростіші органічні сполуки, які складаються з двох елементів – Карбону та Гідрогену. За характером будови вуглецевого ланцюга і зв'язку між атомами Карбону вуглеводні поділяться: на насичені, коли атоми Карбону пов'язані між собою одинарним зв'язком; ненасичені, коли атоми Карбону пов'язані подвійними або потрійними зв'язками. Вуглецеві атоми можуть замикатись в цикл і утворювати циклічні вуглеводні, серед яких найбільше значення мають ароматичні. Усі ці сполуки широко розповсюджені у природі і мають велике народногосподарське значення, наприклад, нафта, природні гази. Ці сполуки є основною сировиною для синтезу каучуку, пластичних мас, синтетичних тканин і різних препаратів для сільського господарства, як-то: гербіцидів, інсектицидів, ростових речовин та ін.

При наявності великої кількості органічних сполук вивчення їх без наукової системи було б неможливе, тому вони за будовою та хімічними властивостями поділені на певні класи. Для полегшення вивчення кожного класу сполуки згруповані в гомологічні ряди. Досить вивчити декілька перших гомологів, щоб мати уяву про хімічні властивості даного класу. Вуглеводні є основним класом органічних сполук, від них походять всі інші класи. Ось чому вивчення органічної хімії починають з вуглеводнів.

Виконання лабораторних робіт з цієї теми може бути успішним лише в тому разі, коли буде ґрунтовно опрацьований за програмою теоретичний матеріал із розділу вуглеводнів. За хімічними властивостями насичені вуглеводні малоактивні, але при певних умовах для них характерні реакції заміщення. При звичайних умовах вони не окислюються. Усі горючі. Ці властивості можна вивчити при одержанні першого представника гомологічного ряду насичених вуглеводнів – метану, зробивши відповідні дослідження, але, насамперед, дайте відповіді на завдання для самостійної роботи.

Завдання для самостійної роботи

1. Алканами називають _____

_____

_____

2. Гомологічний ряд алканів:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

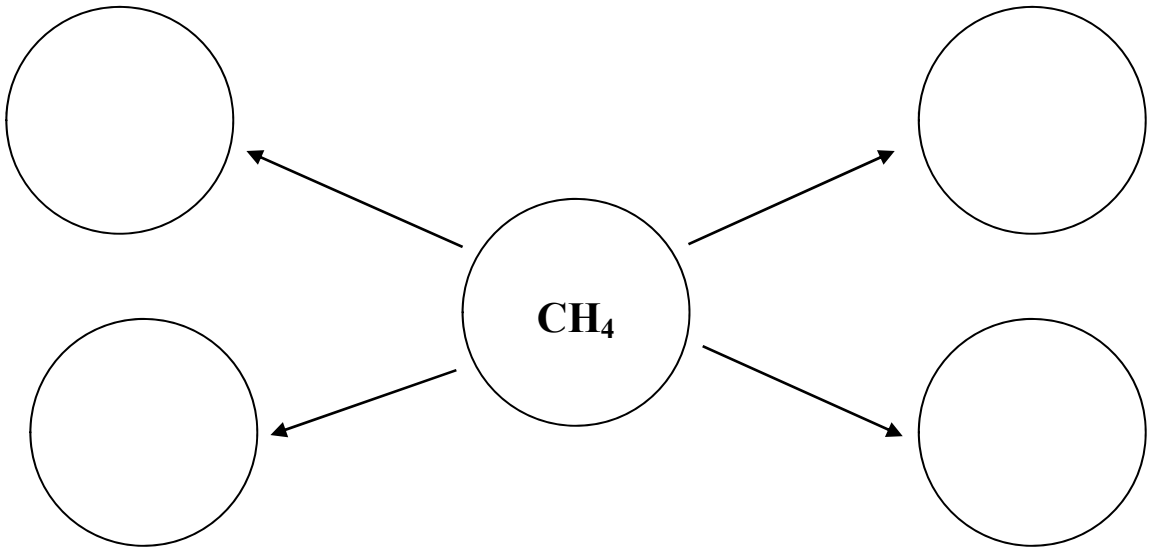
3. Загальні хімічні властивості алканів на прикладі метану:

№ з/п	Властивості	Рівняння реакцій
1	Реакції заміщення: – Хлорування (металепсії) – Нітрування (реакція М. Коновалова 1889 р.) – Сульфування	
2	Реакції окиснення	

4. Напишіть структурні формули таких сполук:

а) 2,2-диметил-3-хлорогептан	в) 2-ізопропілоктан
б) 2,3,4-триметилпентан	г) циклопентан

5. Галузі використання метану та його значення для народного господарства:



6. Що таке «метанове бродіння»? При яких захворюваннях сільськогосподарських тварин воно поширене? _____
_____
_____
_____
_____

Лабораторна робота
ОДЕРЖАННЯ МЕТАНУ І ВИВЧЕННЯ ЙОГО ВЛАСТИВОСТЕЙ

Прилади і реактиви: Сухі пробірки з газовідвідними трубками. Зневоднений CH_3COONa (кристали CH_3COONa двічі прожарюють в залізному тиглі або фарфоровій чашці, після чого зберігають у добре закритій банці в ексикаторі); натронне вапно (суміш NaOH і $Ca(OH)_2$); Розведені розчини $KMnO_4$ і бромної води.

Методика роботи:

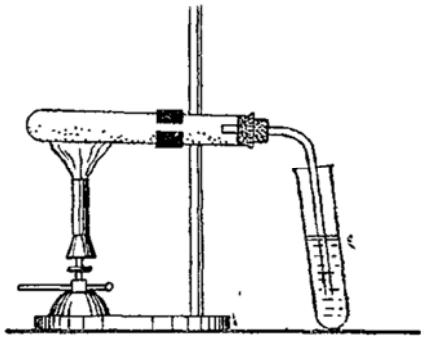
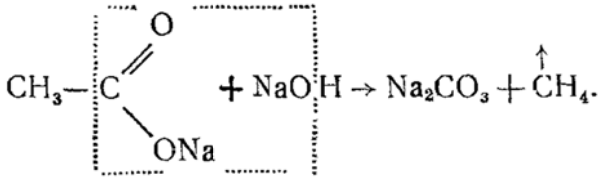


Рис. 1. Прилад для одержання метану

а) Одержання метану і вивчення його властивостей.

У суху пробірку з газовідвідною трубкою насипають 3-4 *г* дрібно розтертої суміші однієї частини прожареного натрій ацетату і двох частин натронного вапна. Натронне вапно – це суміш NaOH і $Ca(OH)_2$. Суміш прожарюють (рис. 1). Реакція відбувається так:



Вивчають властивості метану:

а) Здатність до окиснення. Для цього пропускають газ у пробірку, заповнену розчином калій перманганату, і спостерігають реакцію: _____
_____
_____

б) Здатність до приєднання галогенів. Для цього пропускають газ у пробірку, заповнену бромною водою, і теж спостерігають: _____
_____
_____

в) Здатність до горіння. Для цього метан можна запалювати після пропускання його у зазначені розчини, при витиснутому з пробірки повітрі. Запалюють метан біля відводу газовідвідної трубки. Спостерігають: _____
_____

Висновок: _____
_____
_____

Тема 1.3. НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ ЕТИЛЕНОВОГО І АЦЕТИЛЕНОГО РЯДУ – АЛКЕНИ І АЛКІНИ

Мета: **Формування знань про гомологічний ряд, ізомерію, гомологію, номенклатуру та фізико-хімічні властивості алкенів і алкінів. Формування навичок лабораторного експерименту.**

Ненасичені вуглеводні етиленового ряду – це такі вуглеводні, в молекулах яких вуглецеві атоми пов'язані між собою подвійним зв'язком, тобто валентні зв'язки двох карбонових атомів неповністю насичені атомами Гідрогену. Відповідно до цього змінюються і їх хімічні властивості. По місцю подвійного зв'язку між вуглецевими атомами легко відбувається приєднання окремих груп та атомів, під час якого подвійний зв'язок переходить в одинарний. Це пояснюється тим, що при утворенні подвійного зв'язку не вся хімічна енергія використовується, а залишається частина потенціальної хімічної енергії. Саме цим і обумовлюється велика реакційна здатність зазначених вуглеводнів. Для них характерні, в першу чергу, реакції приєднання. Вони легко окиснюються. Ненасичені вуглеводні здатні до реакції полімеризації, тому широко використовуються для одержання пластичних мас. Усі вони горючі. У лабораторних умовах можна проробити реакції: приєднання брому, окиснення калій перманганатом та пробу на горючість. Найкраще ці спостереження проводити на етилені – першому представнику гомологічного ряду цих вуглеводнів.

Ненасичені вуглеводні ацетиленового ряду більш ненасичені, ніж вуглеводні етиленового ряду, бо між двома вуглецевими атомами є один потрійний зв'язок. У молекулах цих вуглеводнів на чотири атоми Гідрогену менше, ніж в насичених. Хімічні властивості їх подібні до етиленових, тобто для них характерні реакції приєднання, окиснення, полімеризації, а також заміщення, на відміну від етиленових вуглеводнів (Гідроген, який пов'язаний з Карбоном, що має потрійний зв'язок може заміщатись на метал). Ці вуглеводні також горючі. У цьому можна переконатися при проведенні лабораторних робіт. Такі дослідження найкраще провести на першому представникові гомологічного ряду – ацетилені, який дуже легко одержати з кальцій карбіду. Ацетилен є найголовнішим представником вуглеводнів цього ряду. Він застосовується як сировина на багатьох хімічних підприємствах для одержання каучуку, штучного волокна, пластмас та інших полімерів

Завдання для самостійної роботи

1. Напишіть структурні формули таких сполук:

а) 3,3-диметил-1-бутен	в) 1,5-гесадієн-3-ін
б) 2-вініл-3-гептен	г) 1,4-циклогесадієн

2. Галузі використання етиленових та ацетиленових вуглеводнів: _____
_____
_____

3. Загальні хімічні властивості алкенів і алкінів:

№ з/п	Властивості	Рівняння реакції
1	Приєднання: – Галогенування – Гідрування – Гідратації (реакція М. Кучерова 1881 р.)	
2	Окиснення	

4. Методи одержання ненасичених вуглеводнів:

Методи одержання алкенів	Методи одержання алкінів

Лабораторна робота
ОДЕРЖАННЯ ЕТИЛЕНУ І АЦЕТИЛЕНУ ТА ВИВЧЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Прилади і реактиви: пробірки з газовідвідними трубками, пробірки. Розведені розчини $KMnO_4$ і бромної води; етанол, H_2SO_4 (конц.), пісок або кусочки пемзи; кальцій карбід; амоніачний розчин аргентум оксиду (до 1 % розчину $AgNO_3$ по краплям додають водний розчин амоніаку до розчинення осаду); амоніачний розчин CuCl (до 100 г CuCl додають 150-200 мл конц. водного розчину амоніаку та 1 л води. Суміш збовтують, відстоюють, зливають з осаду і зберігають над кусочками металічної міді).

Методика роботи:

а) Одержання етилену і вивчення його властивостей.

У пробірку з газовідвідною трубкою наливають 3-4 *мл* заздалегідь приготовленої суміші (1 об'єм етилового спирту і 3 об'єми концентрованої сірчаної кислоти) і кидають туди приблизно 0,1 *г* піску або маленькі кусочки пемзи (для рівномірного кипіння). Суміш нагрівають, вона чорніє, виділяється етилен, часто в суміші з побічними газами SO_2 і CO_2 (дослід проводять у витяжній шафі!).

При взаємодії етилового спирту з концентрованою сірчаною кислотою утворюється етилсірчана кислота:

$$CH_3 - CH_2OH + HOSO_3H \rightarrow CH_3 - CH_2O - SO_3H + H_2O.$$

Етилсірчана кислота при нагріванні розкладається з утворенням етилену і сірчаної кислоти:

$$CH_3 - CH_2O - SO_3H \rightarrow CH_2 = CH_2 + H_2SO_4.$$

Одержаний етилен вивчають на окиснення, приєднання і горіння.

Приєднання брому до етилену (виявлення наявності подвійного зв'язку). Етилен пропускають за допомогою газовідвідної трубки в пробірку з бромною водою. Колір бромної води зникає внаслідок приєднання брому по подвійному зв'язку за реакцією.

Напишіть рівняння відповідної реакції:

_____

Проба на окиснення $KMnO_4$ (*реакція Є. Є. Вагнера*). Етилен пропускають в пробірку, наповнену слабким розчином калій перманганатом, підлуженим розчином соди. При цьому фіолетовий колір зникає і утворюється етиленгліколь:

$$2KMnO_4 \rightarrow K_2O + 2MnO_2 + 3O.$$

$$CH_2 = CH_2 + O + H_2O \rightarrow \underset{\underset{OH}{|}}{CH_2} - \underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}$$

етиленгліколь

Проба на горіння. Після пропускання етилену в бромну воду і калій перманганат реакційну суміш продовжують нагрівати, а етилен, що виділяється, запалюють в кінці газовідвідної трубки.

Напишіть реакцію горіння:

_____

б) Одержання ацетилену і вивчення його властивостей (дослід проводити у витяжній шафі!).

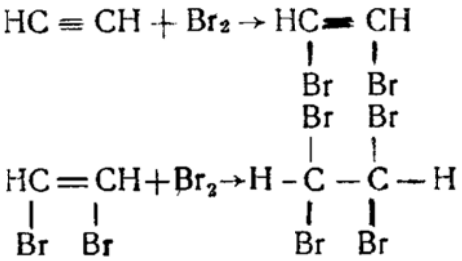
Перед одержанням ацетилену треба заздалегідь підготувати пробірки з бромною водою, розчином калій перманганату, амоніачним розчином аргентум оксиду (приготовляють його так: беруть 2-3 *мл* 0,1 н розчину аргентум нітрату і краплинами долають амоніак до розчинення незначного утвореного осаду) та аміачним розчином купрум(I) хлориду. Цей розчин приготовляють заздалегідь так: беруть 100 *г* купрум(I) хлориду і додають 150-*200 мл* концентрованого водного розчину амоніаку та 1 *л* води; суміш старанно збовтують і дають їй відстоятися, потім зливають і кидають кусочки металічної міді (дротинки або стружки) і зберігають до користування.

У пробірку наливають близько 1-2 *мл* води, кидають кусочок кальцій карбіду і швидко закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою (рис. 2). Виділяється ацетилен.

Напишіть рівняння реакції: _____

Далі досліджують його властивості:

Реакція на приєднання брому. Ацетилен пропускають у пробірку з бромною водою – бромна вода обезбарвлюється. Реакція проходить у дві стадії:



_____.

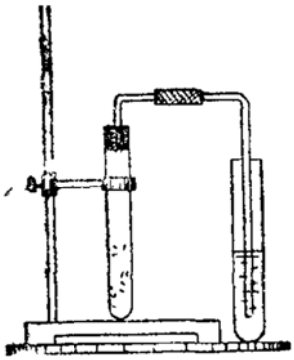
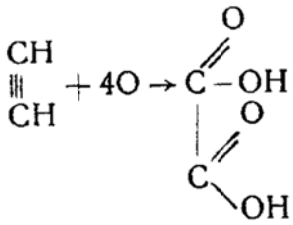


Рис. 2. Прилад для одержання ацетилену

Окиснення ацетилену. У пробірку з калій перманганатом пропускають ацетилен – фіолетовий колір зникає. У кислому і нейтральному середовищі ацетилен окиснюється головним чином до CO_2 і форміатної кислоти, а у лужному – до оксалатної кислоти:



Реакція на утворення аргентум ацетиленіду. У пробірку з амоніачним розчином аргентум оксиду пропускають ацетилен, утворюється аргентум ацетиленід сірувато-білого кольору. У сухому вигляді аргентум ацетиленід вибухає, тому розчин з осадом після закінчення досліду виливають у стакан з концентрованою соляною кислотою.

Напишіть рівняння реакції: _____

Утворення купрум ацетиленіду. У пробірку з аміачним розчином купрум(I) хлориду пропускають ацетилен, утворюється червоний осад з купрум(I) ацетиленіду, який теж у сухому вигляді вибухає, тому після закінчення досліду його зливають у стакан з концентрованою соляною кислотою:

_____

Проба на горіння. Після проведених дослідів, коли у пробірці вже немає повітря, можна запалити ацетилен у відводі газовідвідної трубки під витяжною шафою.

Власні спостереження і реакція горіння: _____

_____

Висновок: _____

_____

_____

Тема 1.4. АРЕНИ, ГАЛОГЕНОПОХІДНІ ВУГЛЕВОДНІВ, ТЕРПЕНИ

Мета: **Формування знань про номенклатуру, ізомерію, фізико-хімічні властивості аренів, галогенопохідних вуглеводнів, терпенів. Формування вмінь аналізувати, знаходити взаємозв'язок між різними класами вуглеводнів.**

Завдання для самостійної роботи

Користуючись лекційним матеріалом та літературними джерелами, перелік яких наведений у кінці методичних матеріалів, дайте відповіді на такі питання:

1. Аренами називають _____
_____

2. Накресліть формули таких сполук:

а) толуол (толуен)	в) стирол (стирен)
б) *о*-ксилол *(о*-ксилен)	г) гексахлороциклогекан (ГХЦГ, або линдан)

3. Правила заміщення в бензольному ядрі _____
_____
_____
Орієнтанти першого роду: _____
Орієнтанти другого роду: _____

4. Галузі використання аренів, галогенопохідних вуглеводнів _____
_____
_____

5. Основні хімічні властивості аренів:

а) Реакції заміщення: – галогенування бензену – сульфування бензену – нітрування бензену	
б) Реакції приєднання: – гідрування бензену – галогенування бензену	

в) Реакції окиснення: – окиснення бензину – окиснення толуену	

6. Реакція *Вюрца*: _____

7. Фреони та їх використання: _____
_____
_____
_____
_____

8. Складіть схеми добування поліетилену з вуглецю, з циклогексану, з кальцій карбіду. Розкрийте на цих прикладах положення діалектичного матеріалізму, що тут виявляються: _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

9. Підготуйте коротку усну доповідь про один з представників класу терпенів (наприклад, ментан, тимол, ментол, пінан, гераніол, цитраль, камфора), описавши природні джерела, способи одержання, фізико-хімічні властивості та галузі використання вибраного терпену.