

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7

Тема. НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ. АЛКІНИ. АЛКАДІЄНИ

1. Актуальність теми.

Алкини і алкадієни є мономерами, що займають чільне місце в хімії високомолекулярних сполук, широко застосованих як основа для різних лікарських форм, пакувальний матеріал, предмети санітарії та гігієни, хірургічний матеріал тощо.

Полімерні сполуки на основі вінілпіролідону знайшли широке застосування в медичній практиці як речовини при виробництві ЛП, а багато з них самі є лікарськими. Напр. низькомолекулярний ПВП (12 000-13 000 мол. м.) утворює колоїдні розчини у воді й застосовується для приготування кровозамінника Гемодезу, середньомолекулярний ПВП (35 000-40 000) використовується у фармації як зв'язуюча речовина для виробництва таблеток.

При співполімеризації вінілпіролідону, акриламід у етилкрилату одержують біорозчинний полімер, який забезпечує подовжену дію ЛП (пролонгуючий ефект), напр. лікарських плівок для очей.

Компетентності:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим.
2. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.
3. Здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.
4. Здатність до вибору стратегії спілкування; здатність працювати в команді; навички міжособистісної взаємодії.
5. Здатність до здійснення саморегуляції та ведення здорового способу життя, здатність до адаптації та дії у новій ситуації.
6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань.
7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
9. Вміти обґрунтувати результати лабораторних хімічних досліджень.
10. Здатність робити висновки про варіанти перетворень в організмі α -амінокислот.

2. Конкретні цілі:

1. Сформулювати вміння використовувати номенклатуру органічних сполук у назвах біологічно активних речовин і лікарських препаратів, а також уявлення про єдність будови, конфігурацій і конформацій органічних молекул як основи для розуміння зв'язку просторової будови з біологічною активністю.

2. Уміти використовувати основні поняття біоорганічної хімії для пояснення реакційної здатності біологічно активних сполук. Робити висновки і аналізувати взаємозв'язок між будовою, конфігурацією та конформацією біоорганічних сполук.

3. Пояснювати основні правила замісникової номенклатури ІЮПАК і вміти використовувати їх в побудові назв біоорганічних сполук.

4. Писати будову, конфігурацію, конформацію сполук та енантіомери сполук.

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
Хімія та фізика (шкільний курс)	Знати основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Знати класифікацію органічних сполук. Знати структурну ізомерію, її види. (Матеріал шкільної програми по хімії).
Українська мова за професійним спрямуванням	Мати досконалі знання рідної мови. Використовувати при фаховому та діловому спілкуванні та при підготовці документів рідну мову.

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття та на занятті:

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
Алкіни (Ацетиленові)	ненасичені вуглеводні, молекули яких містять між атомами карбону потрійний зв'язок $-C\equiv C-$
C_nH_{2n-2} .	загальна формула ацетиленових вуглеводнів
sp- гібридизація	Відбувається при гібридизації 2s-орбіталі тільки з однією 2p-орбіталлю
Алкадієни, або дієнові вуглеводні	Ненасичені вуглеводні, в молекулах яких є два подвійних зв'язки.
Алкадієни	ізомерні відповідним алкінам і мають таку саму загальну формулу – C_nH_{2n-2} .

4.2. Теоретичні питання до заняття:

1. Алкіни. Загальна характеристика.
2. Тип гібридизації атому Карбону. Ізомерія.
3. Властивості алкінів.
4. Окремі представники. Одержання. Значення.
5. Алкадієни. Загальна характеристика та будова.

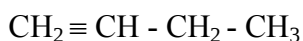
Зміст теми:

1. Алкіни. Загальна характеристика

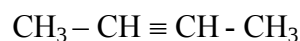
Ненасичені вуглеводні, молекули яких містять між атомами карбону потрійний зв'язок $-C\equiv C-$, називають ацетиленовими вуглеводнями, або алкінами. Потрійний зв'язок $-C\equiv C-$ для ацетиленових, як і подвійний $>C=C<$ для етиленових вуглеводнів, ввів у органічну хімію Е. Ерленмейєр у 1862 р. для збереження у цих сполуках чотиривалентності атому Карбону.

Загальна формула ацетиленових вуглеводнів – C_nH_{2n-2} . Першим представником гомологічного ряду алкінів є ацетилен $H-C\equiv C-H$. Члени гомологічного ряду алкінів, як і члени рядів алканів і алкенів, відрізняються між собою на гомологічну різницю, групу $-CH_2-$.

Номенклатура. За сучасною систематичною номенклатурою (IUPAC) назви ацетиленових вуглеводнів утворюють від назв відповідних насичених вуглеводнів з тією самою кількістю атомів карбону шляхом заміни в їх назві суфікса -ан на суфікс -ин (-ін). За основний вибирають найдовший ланцюг карбонів, в який обов'язково повинен входити потрійний зв'язок. Положення потрійного зв'язку в ланцюзі позначають цифрою, яка вказує, після якого атома карбону розміщений цей зв'язок, наприклад:



бутин-1



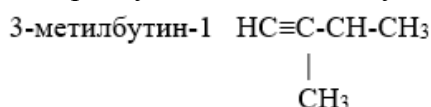
бутин-2

Ланцюг нумерують так, щоб атом карбону, який вказує положення потрібного зв'язку, одержав менший порядковий номер. Інколи для назви ацетиленових вуглеводнів користуються раціональною номенклатурою. За цією номенклатурою алкіни розглядають як ацетилен (табл. 1), у якого один або обидва атоми водню заміщені на вуглеводневі радикали (алкіли).

Таблиця 1 – Гомологічний ряд, номенклатура та фізичні властивості алкінів

Формула	Назва за номенклатурою	
	систематичною	раціональною
$\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$	Етин	Ацетилен
$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	Пропін	Метилацетилен
$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Бутин-1	Етилацетилен
$\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	Бутин-2	Диметилацетилен
$\text{CH} \equiv \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пентин-1	Пропілацетилен
$\text{CH}_3-\text{C} \equiv \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пентин-2	Метилетилацетилен

Ізомерія. Для ацетиленових вуглеводнів характерна ізомерія за місцем потрібного зв'язку (пентин-1, пентин-2) й ізомерія вуглецевого скелету:



2. Тип гібридизації атому Карбону. Ізомерія

sp-гібридизація – при гібридизації 2s-орбіталі тільки з однією 2p-орбіталлю (наприклад, з 2p_x-орбіталлю) утворюються дві нові однакові sp-гібридизовані σ-орбіталі. При sp-гібридизації атом карбону у молекулах органічних речовин знаходиться в третьому (sp) валентному стані. sp-гібридизовані орбіталі розміщені симетрично, їх осі співпадають, але напрямлені в протилежні боки (під кутом 180°). sp-гібридизацію називають лінійною або діагональною.

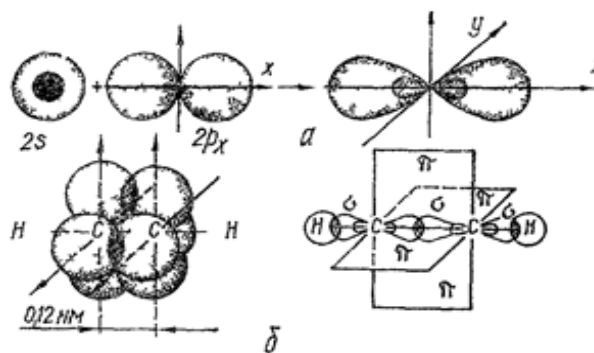


Схема утворення двох sp-гібридизованих орбіталей карбону

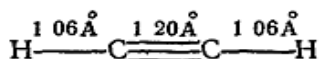
У третьому валентному стані електронні орбіталі 2p_y-АО і 2p_z-АО карбону не гібридизовані. Вони зберігають форму об'ємних вісімок, розміщені у просторі одна відносно одної під прямим кутом і беруть участь в утворенні потрібного зв'язку -C≡C-, наприклад, в ацетиленових сполуках.

3. Властивості алкінів

Фізичні властивості. Ацетиленові вуглеводні від C_2H_2 до C_4H_6 за звичайних умов газоподібні речовини, починаючи з C_5H_8 – рідини, а $C_{16}H_{30}$ і вищі алкани – тверді речовини. Закономірності в зміні температур кипіння і плавлення аналогічні тим, що спостерігаються в гомологічних рядах алканів та алкенів.

Хімічні властивості. У молекулах алкінів є потрійний зв'язок $-C\equiv C-$, утворений одним σ - і двома π -зв'язками, розміщеними у взаємно перпендикулярних площинах. Атом карбону при потрійному зв'язку знаходиться в третьому валентному стані, тобто йому характерна sp -гібридизація.

Довжина потрійного зв'язку в молекулі ацетилену дорівнює $1,20 \text{ \AA}$, а зв'язків між атомами вуглецю і водню – $1,06 \text{ \AA}$. Валентний кут – 180° .

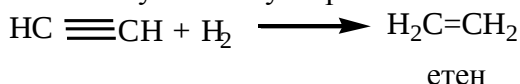


Потрійний зв'язок слабкіший, ніж подвійний і ординарний. Цим і пояснюється більша здатність алкінів вступати в реакції, ніж алкенів.

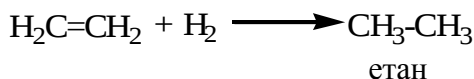
Характерними реакціями для алкінів є реакції приєднання за місцем потрійного зв'язку. При розриві одного π -зв'язку і приєднанні атомів реагенту в молекулі залишається ще один π -зв'язок (алкін перетворюється в алкен), за яким може ще відбуватися реакція приєднання.

Реакції приєднання.

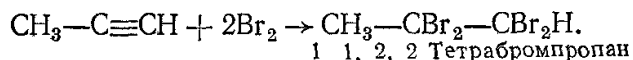
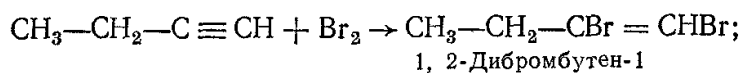
1. Реакція гідратування (приєднання водню). Внаслідок приєднання однієї молекули гідрогену за місцем потрійного зв'язку алкінів утворюється етиленовий вуглеводень:



Реакція відбувається при наявності каталізаторів (Pt, Pd, Ni). При дальшому відновленні утворюється алкан:

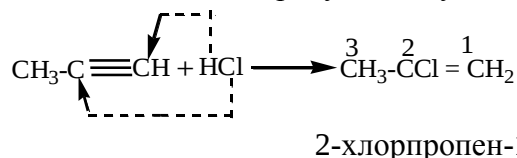


2. Реакція галогенування (приєднання галогенів). Галогени приєднуються за місцем потрійного зв'язку алкінів (електрофільне приєднання) з утворенням дигалогенопохідних (приєднання однієї молекули галогену), або тетрагалогенопохідних алкінів (приєднання двох молекул галогену), наприклад:

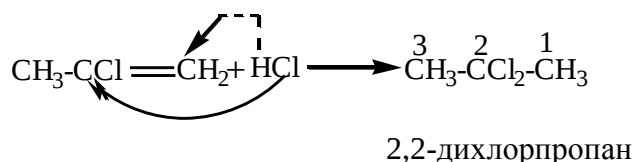


Алкани знебарвлюють бромну воду (це якісна реакція на)

3. Приєднання галогеноводнів. Галогеноводні приєднуються до алкінів за місцем потрійного зв'язку за правилом Марковнікова. В результаті приєднання однієї молекули галогеноводню утворюються моногалогенопохідні ряду етилену, наприклад:

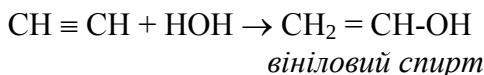


При приєднанні другої молекули галогеноводню утворюються дигалогенопохідні ряду метану:

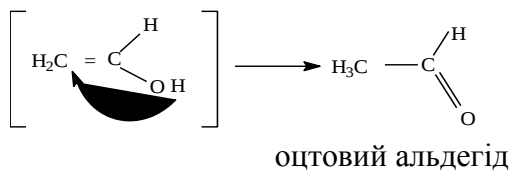


При цьому атом водню приєднується до більш гідрогенізованого атома вуглецю (правило Марковникова), і утворюється сполука, в молекулі якої обидва атоми галогену сполучені з одним атомом вуглецю.

4. Реакція гідратації (приєднання води – реакція Кучерова). Якщо ацетилен пропускати у воду, в якій як каталізатор є сірчана кислота, то до молекул ацетилену приєднуються молекули води і утворюється оцтовий альдегід. У першій стадії реакції відбувається приєднання молекули води за місцем потрійного зв'язку і утворення нестійкого вінілового спирту:

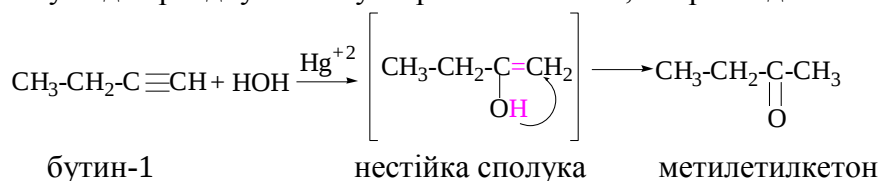


Атоми в молекулі цього спирту відразу перегруповуються у стабільнішу карбонільну сполуку:

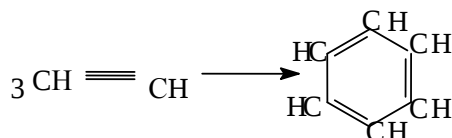


Окисненням оцтового альдегіду добувають оцтову кислоту.

Приєднання води відбувається за правилом Марковникова. До несиметричних гомологів ацетилену вода приєднується з утворенням кетонів, наприклад:



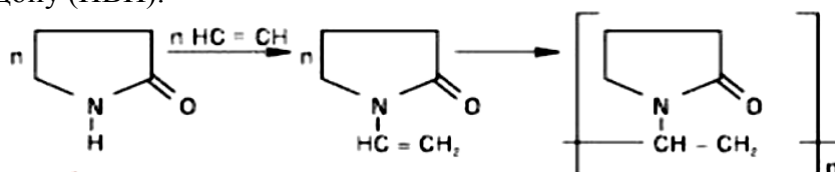
5. Реакції полімеризації ацетилену. Полімеризуючись, ацетилен може залежно від умов реакції утворювати цикли або прямий ланцюг. Так, при пропусканні ацетилену над нагрітим активованим вугіллям він полімеризується, утворюючи бензол (М.Д. Зелінський і Б.О. Казанський):



4. Окремі представники. Одержання. Значення

Ацетилен є вихідною речовиною для виробництва багатьох хімічних сполук: етилового спирту, оцтової кислоти, синтетичного каучуку, хлорвінілових і поліхлорвінілових пластмас.

Тривалі контакти працівників із ацетиленом у виробничих умовах викликають функціональні порушення нервової системи. Його високі концентрації при незначному вмісті кисню призводять до втрати свідомості та набряку легень. Ацетилен – один із базових сировинних джерел промисловості органічного синтезу. Ацетилен – один із базових сировинних джерел промисловості органічного синтезу. При конденсації ацетилену з піролідом одержують N-вінілпіролідон, який легко полімеризується з утворенням полівінілпіролідону (ПВП):



Полімерні сполуки на основі вінілпіролідону знайшли широке застосування в медичній практиці як речовини при виробництві лікарських препаратів, а багато з них самі є

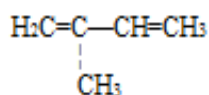
лікарськими. Наприклад, низькомолекулярний ПВП (12000-13000 мол.м.) утворює колоїдний розчин у воді й застосовується для приготування кровозамінника гемодезу, середньомолекулярний ПВП (35000-40000) використовується у фармації як зв'язуюча речовина для виробництва таблеток. При співполімеризації вінілпіролідону, акриламід у етилакрилату одержують біорозчинний полімер, який забезпечує подовжену дію лікарських препаратів (продовжуючий ефект), наприклад лікарських плівок для очей.

5. Алкадієни. Загальна характеристика та будова

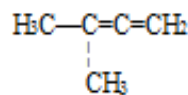
Алкадієнами, або дієновими вуглеводнями, називаються ненасичені вуглеводні, в молекулах яких є два подвійних зв'язки. Алкадієни ізомерні відповідним алкінам і мають таку саму загальну формулу – C_nH_{2n-2} .

За систематичною номенклатурою (IUPAC) назви дієнів складаються з назв насичених вуглеводнів, у яких останню букву замінюють закінченням – дієн. Положення подвійних зв'язків позначають цифрами, що вказують, після яких вуглецевих атомів розміщені ці зв'язки. Нумерують вуглецевий ланцюг так, щоб цифри, які вказують положення подвійних зв'язків, мали в номенклатурі найменше значення.

Наприклад:



2-метилбутадієн-1,3



3-метилбутадієн-1,2

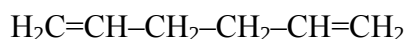
Формули, назви і константи ряду спряжених дієнів

Формула	Назва за номенклатурою
$H_2C=CH-CH=CH_2$	Бутадієн-1,3
$H_3C-CH=CH-CH=CH_2$	Пентадієн-1,3
$\begin{array}{c} H_2C=C-CH=CH_2 \\ \\ CH_3 \end{array}$	2-Метилбутадієн-1,3

Залежно від взаємного розміщення подвійних зв'язків алкадієни поділяють на три групи.

I група – подвійні зв'язки знаходяться біля одного атома каобону. Такого типу сполуки називаються дієнами з кумульованим типом зв'язку: $>C=C=C<$.

II група – подвійні зв'язки відокремлені двома і більше простими зв'язками. Такі дієни називають ізольованими :

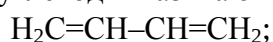


гексадієн – 1,5

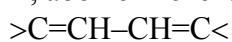


ізольовані подвійні зв'язки

III група – подвійні зв'язки відокремлені один від одного одним простим зв'язком. Такі вуглеводні називають спряженими, або кон'югованими, наприклад:



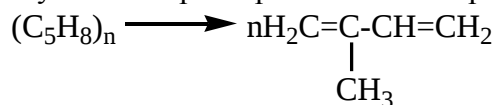
бутадієн-1,3



спряжені або кон'юговані
подвійні зв'язки

Натуральний (природний) каучук був відомий ще індіям доколумбівської Америки, який вони добували з соку південноамериканського дерева гевеї. Від цього методу добування і походить назва – каучук (сааочу), що на стародавній мові майя означає «сльози дерева». В Європу каучук був завезений на початку XIX ст. Гевея в промислових масштабах культивується у Бразилії, Індонезії та в інших тропічних країнах. Одне дерево протягом року дає від 500 до 2000кг каучуку у вигляді молочного соку, який називається латексом і складається на 35-40% з каучуку, а на 55-60% – з води. Відомі також інші рослини-

каучуконоси: звичайний фікус, деякі види кульбаби (кок-сагіз, тау-сагіз), гваюла, ваточник, який зустрічається на Україні. Проте вміст каучуку в них порівняно невеликий. З латексу каучук виділяють шляхом коагуляції. Каучук, який при цьому виділяється у вигляді пружної аморфної маси, промивають, механічно обробляють, вносять наповнювачі, вулканізують добавлянням сірки і перетворюють таким чином на гуму. Під час сухої перегонки (піролізу) природний каучук деполімеризується і перетворюється на ізопрен:



Алени – вуглеводні з двома подвійними зв'язками від одного атома С до двох інших: $R_2C=C=CR_2$. Найпростіший представник – пропадієн (ален) $H_2C=C=CH_2$.

Вони легко вступають у реакції електрофільного, нуклеофільного й радикального приєднання, в реакції циклоприєднання, полімеризації, під дією основ здатні ізомеризуватися в ацетилені.

Алени поширені серед метаболітів морських гідробіонтів, комах, вищих рослин та грибів; їх використовують в органічному синтезі як проміжні продукти для синтезу лікарських речовин: простагландинів, вітамінів, феромонів.

Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю:

1. Написати рівняння послідовного приєднання:

- а) водню до ацетилену,
- б) бромоводню до ацетилену.

Дати назви сполукам.

2. Як добути, маючи етин:

- а) хлоретан;
- б) 1,2 – дихлоретан

3. Запишіть структурні формули алкінів:

- а) 3,4 – диметилпентин;
- б) 2,5 – диметил-4-ізопропин-3;
- в) 3-етилпентин-1;
- г) 4,4-диметил-3,3-диетилпентин-1.

4. Написати структурні формули таких сполук: 3,4-диметилгексен-3 та 2-метил-3-етилпентен-2. Зазначити, для якого із цих вуглеводнів можлива геометрична ізомерія. Написати формули відповідних геометричних ізомерів та їх назви.

Література:

Основа:

1. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Грищенко І.С. Органічна хімія: у 3 кн. – Харків: Основа, 1997. Кн. 1. – 145 с.; Кн. 2. – 480 с.; Кн. 3. – 256 с.
2. Іващенко О.Д., Копанцева Л.М. Органічна хімія : навч. посіб. [для здобувачів І рівня освіти ОПП «Фармація»] – Полтава : ПДМУ, 2023. -192 с.
3. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2004. 464с.
4. Степаненко Б.Н. Курс органічної хімії. – К.: Вища школа, 1972. – 440 с.

Інформаційні ресурси:

1. <https://med-chemistry.pdmu.edu.ua/>
2. <https://www.pdmu.edu.ua/>.
3. <https://www.umsa.edu.ua/fakultets/foreign-students/kafedry/med-him/navchalni-materiali-med-him>

(Веб-сторінка Полтавський державний медичний університет).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Дослід 1. СИНТЕЗ АЦЕТИЛЕНУ ТА ВИВЧЕННЯ ЙОГО ВЛАСТИВОСТЕЙ

Матеріали: карбід кальцію, бромна вода, розчин KMnO_4 , аміачний розчин CuCl .

У пробірку з газовідвідною трубкою помістити маленький шматочок карбіду кальцію, долити води і закрити пробірку газовідвідною трубкою, яку опустити почергово в пробірки з бромною водою, розчином перманганату калію.

Які висновки можна зробити на підставі пророблених дослідів?

Написати рівняння відповідних реакцій

Дослід 2. РОЗЧИННІСТЬ АЦЕТИЛЕНА У ВОДІ І АЦЕТОНІ.

Матеріали: ацетон, карбид кальцію, аміачний розчин розчину Купрум (1). хлориду

В одну пробірку налити 5-6 крапель ацетону, в іншу 5-6 крапель води. У обидві пробірки пропустити ацетилен до повного насичення. Потім у кожную пробірку додати декілька крапель хлорида міді (1). У пробірці з ацетоном з'являється червонобурий осадок, а в пробірці з водою лише слабке фарбування. Поясніть отримані результати.