

Тестові і практичні заняття для самостійного опрацювання з органічної хімії 2018-2019 н.р.

Тема 1. Теорія будови органічних сполук О.М. Бутлерова

1. Інтерактивна вправа «Незакінчене речення» з теми «Основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова»

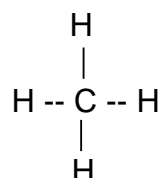
Закінчити речення

1. Вчений, що виділив органічну хімію як окрему науку.....
2. Вчений, що розробив теоретичні засади органічної хімії.....
3. Валентність атома Карбону в органічних речовинах.....
4. Гібридизація електронних хмар.....
5. Атоми Карбону в органічних сполуках можуть утворювати ланцюги.....
6. Молекулярна формула відображає.....
7. Формула, що відображає порядок сполучення атомів у молекулі.....
8. Група атомів $-CH_2-$ має назву.....
9. Реакція Вюрца використовується.....
10. Загальна формула насичених вуглеводнів.....
11. Ізомери -.....
12. Загальна формула етиленових вуглеводнів
13. Гомологи -.....
14. Збуджений стан атома Карбону характеризується.....
15. Атоми Карбону не можуть вільно обертатися при кратних зв'язків тому, що.....
16. σ -зв'язок характеризується.....
 π - зв'язок характеризується.....

Тестові завдання з теми ОСНОВИ БУДОВИ ТА РЕАКЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

В-1

1. Вибрати правильне твердження. Стан sp^3 - гібридизації це:
а) результат гібридизації двох s-і трьох p-атомних орбіталей;
б) результат гібридизації однієї s-і трьох p-атомних орбіталей;
в) результат гібридизації однієї s-і двох p-атомних орбіталей;
г) результат гібридизації однієї s-і однієї p-атомних орбіталей.
2. Вибрати правильне твердження. σ -зв'язок утворюється в результаті перекривання:
а) s - p гібридних орбіталей вздовж осі, що з'єднує ядра двох атомів;
б) p – p гібридних орбіталей вздовж осі, що з'єднує ядра двох атомів;
в) p – p гібридних орбіталей перпендикулярно до осі, що з'єднує ядра двох атомів;
г) s - p гібридних орбіталей перпендикулярно до осі, що з'єднує ядра двох атомів.
3. При перекриванні атомних орбіталей виникають дві молекулярні, які називають:
а) лише асиметричні;
б) асиметричні та симетричні;
в) лише зв'язуючі;
г) зв'язуючі і розпушуючі.
4. Вказати кількість C-H зв'язків у молекулі метану



а) один; б) два; в) чотири; г) п'ять.

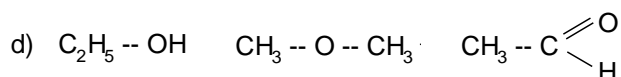
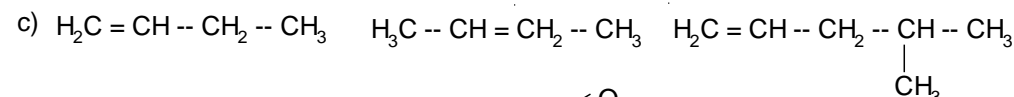
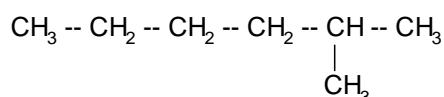
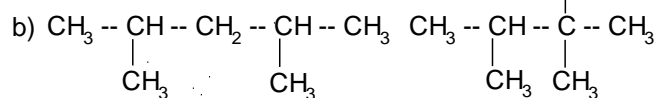
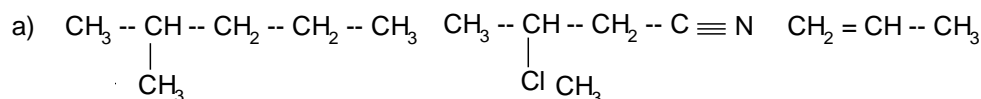
5. Передача електронного впливу шляхом зміщення електронної густини найчастіше відбувається за σ і π -зв'язками називаються:

- а) атомними ефектами;
- б) йонними ефектами;
- в) індукційними ефектами;
- г) електронними ефектами.

6. Ізомерія - явище існування речовин:

- а) з однаковим якісним і кількісним складом, фізичними та хімічними властивостями;
- б) з однаковим якісним складом, але різним кількісним, а отже з різними фізичними та хімічними властивостями;
- в) з однаковим якісним і кількісним складом, але різною будовою і фізичними та хімічними властивостями;
- г) з двома подвійними зв'язками, однаковими фізичними та хімічними властивостями.

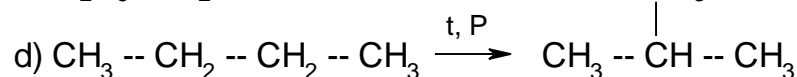
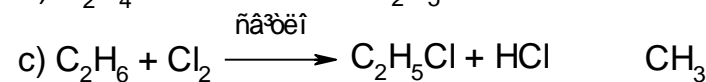
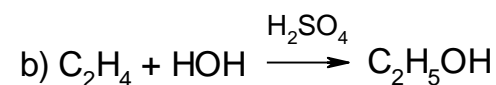
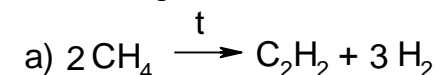
7. Вибрати групи молекул ізомерія яких зумовлена ізомерією Карбонового скелета:



8. Структурну теорію будови органічних сполук у 1861 році запропонував:

- а) А. Купер;
- б) Г. Кольбе;
- в) О. Бутлеров;
- г) А. Кекуле.

9. Вказати реакцію заміщення:



10. Довжина зв'язку це:

- а) відстань між ядрами атомів Карбону.
- б) відстань між окремими молекулами;
- в) відстань між ядрами атомів, які його утворили;
- г) відстань між окремими молекулами.

В-2

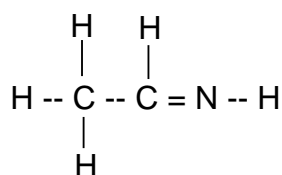
1. π -зв'язок утворюється:

- а) бічним перекриванням s -орбіталей вздовж площини, що проходить крізь ядра двох атомів;
- б) бічним перекриванням s -орбіталей перпендикулярно до площини, що проходить крізь ядра двох атомів;
- в) бічним перекриванням p -орбіталей вздовж площини, що проходить крізь ядра двох атомів;
- г) бічним перекриванням p -орбіталей перпендикулярно до площини, що проходить крізь ядра двох атомів.

2. Вибрати правильне твердження. Електрони σ -зв'язку:

- а) більш рухливі порівняно з електронами π -зв'язку;
- б) менш рухливі порівняно з електронами π -зв'язку;
- в) і π -зв'язку маю рухливість однакову;
- г) більш збудливіші ніж електрони π -зв'язку.

3. Вказати загальну кількість σ і π зв'язків у молекулі .



- а) десять б) два; в) чотири; г) вісім.

4. Частинки, які характеризуються двома неспареними електронами називаються:

- а) бірадикалами;
- б) ізомерами;
- в) карбенами;
- г) монорадикалами.

5. Енергія іонізація це:

- а) мінімальна енергія, яка потрібна для відщеплення від атома найбільш слабо зв'язаного з ним електрона;
- б) максимальна енергія, яка потрібна для відщеплення від атома найбільш слабо зв'язаного з ним електрона;
- в) кількість енергії, яка виділяється або поглинається під час приєднання одного електрона до нейтрального атома;
- г) кількість енергії, яка виділяється або поглинається під час відщеплення одного електрона від нейтрального атома.

6. У разі поляризації σ -зв'язків ефекти називаються:

- а) індукційними ефектами (I);
- б) мезомерними ефектами (M);
- в) ефектами спряження (C);

г) атомними (А).

7. Вибрати групи молекул ізомерія яких зумовлена ізомерією положення функціональних груп або замісника:

- а) $C_2H_5 - OH$ $CH_3 - O - CH_3$ $H_2C = CH - CH_2 - CH_3$
- б) $H_3C - CH = CH_2 - CH_3$ $H_2C = CH - CH_2 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$ $H_2C = CH - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$
- в) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}}{CH} - CH_2 - CH_3$ $CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}}{C} - CH_3$
- г) $CH_3 - C \begin{array}{l} // O \\ \backslash H \end{array}$ $CH_2 = CH - CH_3$ $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$

8. Вибрати правильне твердження. Вільний радикал – це:

- а) атом або група атомів, які мають один або декілька неспарених електронів;
б) радикали, в яких два неспарені електрони розташовані на одному атомі Карбону;
в) атом який має два неспарені електрони;
г) радикали, в яких два неспарені електрони розташовані на одному атомі Нітрогену.

9. Вказати реакцію ізомеризації:

- а) $2 CH_4 \xrightarrow{t} C_2H_2 + 3 H_2$
- б) $C_2H_4 + HOH \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH$
- в) $C_2H_6 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_2H_5Cl + HCl$
- г) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 \xrightarrow{t, P} CH_3 - \underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH} - CH_3$

10. Вказати правильне твердження. Молекула води при реакції етерифікації утворюється за рахунок: а

- а) атома Гідрогену групи – OH та гідроксилу – COOH групи кислоти;
б) атома Оксигену групи – OH та гідроксилу – COOH групи кислоти;
в) гідроксильної групи – OH та атома Гідрогену – COOH групи кислоти;
г) атома Карбону – COOH групи кислоти та атома Гідрогену групи – OH.

Тема 2. Насичені вуглеводні (алкани). Загальна формула, гомологічний ряд, ізомерія. Фізичні і хімічні властивості. Добування і застосування.

Контрольні запитання з теми «Вуглеводні»

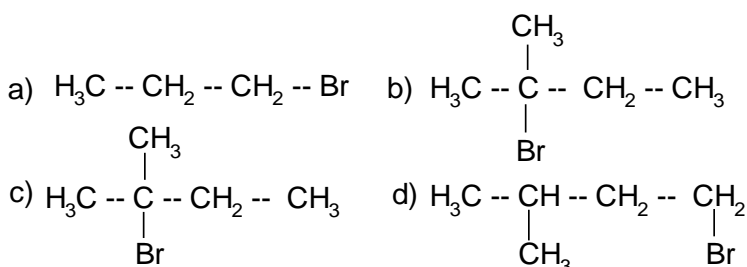
1. Як відрізняються насичені вуглеводні від ненасичених за складом молекул?
2. Завдяки яким особливим властивостям Карбону можливе існування величезної кількості органічних сполук?
3. Як пояснюється валентність Карбону в органічних сполуках?
4. За якими ознаками класифікують вуглеводні?

5. Як впливає гібридизація Карбону на форму молекул вуглеводнів?
6. Яку будову має карбоновий ланцюг насичених вуглеводнів?
7. Яку будову має карбоновий ланцюг етиленових, ацетиленових вуглеводнів?
8. Поясніть, що таке одинарний, подвійний і потрійний зв'язок. Зробіть висновок про міцність одинарного й кратних зв'язків?
9. Які типи гібридизації атома Карбону характерні для вуглеводнів? Чи впливає він на форму молекул вуглеводнів різних класів?
10. Чи можна за молекулярними формулами визначити, до якого гомологічного ряду належить вуглеводень?
11. На що впливає будова молекули? Опишіть фізичні та хімічні властивості представників одного гомологічного ряду.
12. Які хімічні властивості ви можете припустити в гомологів метану?
13. Чи будуть подібними властивості етилену і його гомологів? Якщо так, то чим це зумовлено?
14. Чи будуть подібними властивості ацетилену і його гомологів? Якщо так, то чим це зумовлено?
15. Як змінюються фізичні властивості гомологів зі зростанням кількості атомів Карбону в молекулі?

Завдання для самостійного розв'язування з теми «АЛКАНИ»

В-1

1. Назвати речовини



2. Написати формули речовин

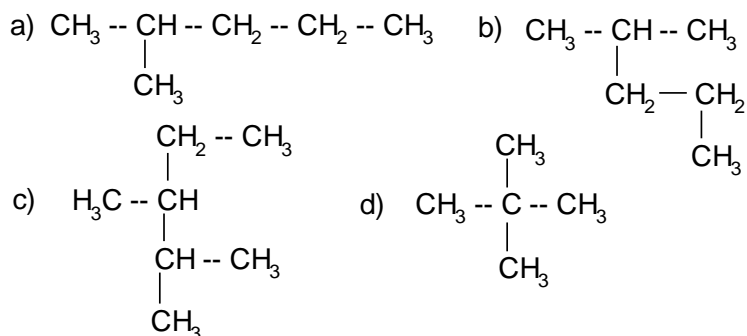
- a) 1,1,3,3 – тетраметилпропан; б) 2,4,4-триметилпентан;
в) 2,4-диметилпентан; г) 2,2,3,3 – тетраметилгексан

3. Здійснити перетворення:



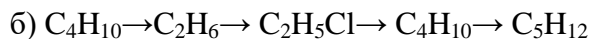
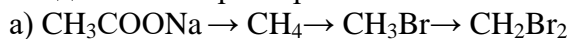
В-3

1. Назвати речовини



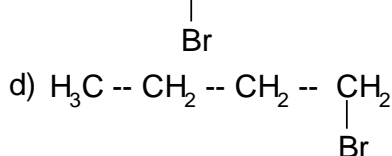
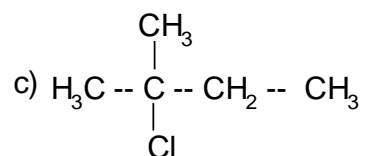
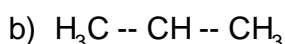
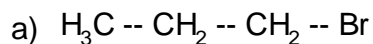
2. Написати формули речовин а) 1,1,3,3 – тетраметилбутан; б) 2,4,4-трихлорометилпентан;
в) 2,4,6-триметилпентан; г) ізобутан

3. Здійснити перетворення:



В-2

1. Назвати речовини



2. Написати формули речовин

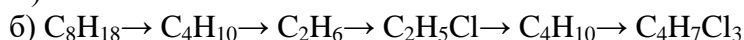
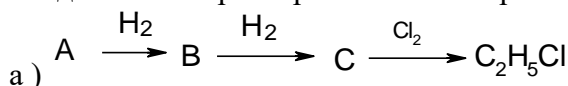
а) 2-метил-2-хлоробутан;

б) 2,2,3-трибромгексан;

в) 1,2-дихлоретану;

г) тетраметилметан

3. Здійснити перетворення .вказати речовини А, В, С.



Тема 2 – 4. Несичені вуглеводні (алкани, алкіни, алкадієни). Загальна формула, гомологічний ряд, ізомерія. Фізичні і хімічні властивості. Добування і застосування.

Контрольні запитання з теми «Ненасичені вуглеводні»

частина перша

1. З яких атомів складаються органічні речовини?
2. Як називається формула, що відображає склад молекул?
3. Як називається формула, що відображає порядок сполучення атомів у молекулі?
4. Хто вважається основоположником органічної хімії?
5. Які речовини називають гомологами?
6. Який газ називають «болотним»?
7. З якою метою використовується реакція Кучерова?
8. Які речовини називають ізомерами?
9. Яка загальна формула насичених вуглеводнів?
10. Як називається група атомів $-\text{CH}_2-$?

частина друга

1. Як називають реакцію перетворення бутену в ізобутан?
2. Як називають реакцію, якщо в результаті її протікання утворюється вуглекислий газ та вода?
3. Який механізм протікання реакції заміщення та приєднання? Наведіть приклад.
4. Як відбувається реакція розкладу гексану?
5. Як називають реакцію перетворення насичених вуглеводнів в ненасичені?
6. Яким методом можна продовжити ланцюг з атомів Карбону?
7. Яким методом можна скоротити ланцюг з атомів Карбонів?
8. Яку будову може мати карбоновий ланцюг насичених вуглеводнів?
9. Як, за молекулярною формулою, визначити, до якого гомологічного ряду належить вуглеводень?
10. Як будова молекул насичених вуглеводнів впливає на їх властивості?

11. Чому кількість атомів Гідрогену, що містяться в молекулах гомологів метану, не може бути непарною?
12. Чим структурні формули речовин відрізняються від їх молекулярних формул?
13. Які хімічні властивості ви можете припустити в гомологів метану?
14. Завдяки яким особливим властивостям Карбону можливе існування величезної кількості органічних сполук?
15. Як пояснюється валентність Карбону в органічних сполуках?
16. Які речовини називають вуглеводнями? За якими ознаками їх класифікують?

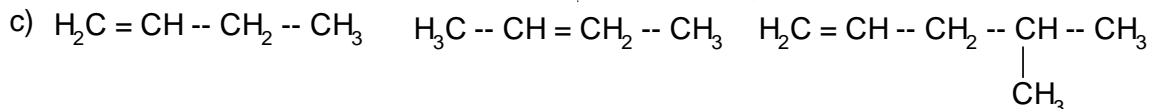
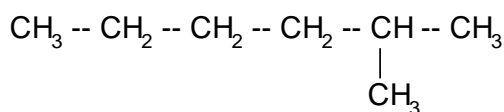
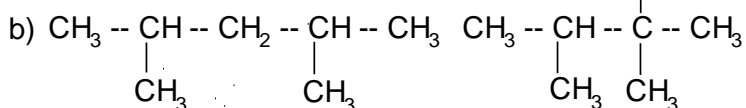
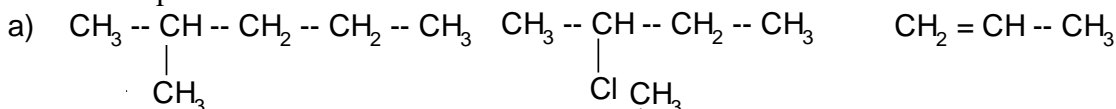
Завдання. Написати *структурні формули речовин, виходячи з їх назв.*

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. 3,3-диметилбут -1-ин | 13. 4-етил-4-метилпент-2-ин |
| 2. 4-метилпент-2-ен | 14. 3-етил-5-метилгекс-2-ен |
| 3. 4,4-диметилпент-2-ин | 15. 5-етил-2,2-диметилгекс-3-ин |
| 4. 2-метил-1-бутен | 16. 2,5-диетил-2,5-диметилгекс-3-ин |
| 5. 2,2,5-триметилгепт-3-ин | 17. 4-етил-6,5-диетилгепт-2-ин |
| 6. 2,4-диметилпент-2-ен | 18. 5-етил-2,2,6-триметилгепт-3-ен |
| 7. 3-етил-4-метил-3,4-дихлорпент-1-ин | 19. 5-етил-2,2-дихлоргепт-3-ин |
| 8. 3-етил-4,4-диметилгепт-2-ен | 20. 3-метил-3-бромбут-1-ин |
| 9. 5-етил-2,2-диметилгепт-3-ин | 21. 3-етил-2,4-дихлоргекс-2-ен |
| 10. 3,3-диметилбут-1-ен | 22. 3,3,4,4-тетраметилпент-1-ен |
| 11. 3-етил-4,4-диметилпент-1-ин | 23. 4-етил-1,5-дибромгепт-2-ин |
| 12. 5-етил-2,2,6-триметилгепт-3-ен | 24. 1,5-диметил-4-хлоргепт-2-ин |

Завдання для самостійного розв'язування з теми «АЛКЕНИ»

В-1

1. Назвати речовини



2. Написати рівняння реакції взаємодії пропену з HBr, H₂; HCl, Cl₂, KMnO₄, H₂O.

3. Написати формули сполук: а) 3-метил-5-бромгекс-2-ен; б) бу-2-тен; в) 2,3,4-триметилпент-2-ен; г) 3,4,4-триметилпент-2-ен;

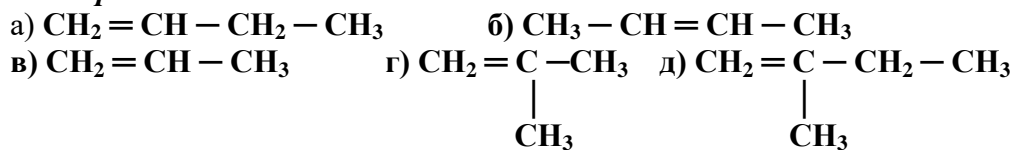
4. Вказати кількість атомів Гідрогену в молекулі найближчих 2 гомологів пент-1-ину

5. Встановити відповідність між реакційною здатністю галогенів і реакцією галогенування

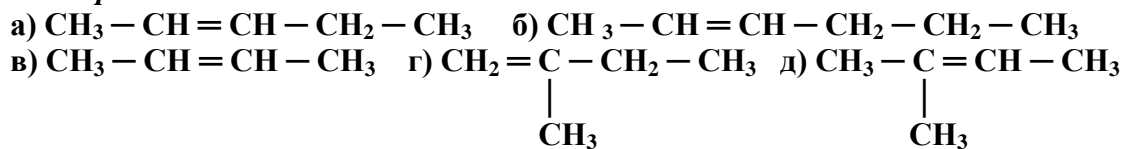
- | | |
|---------|---|
| 1. Фтор | А. Взаємодіє повільно на сонячному світлі |
| 2. Хлор | Б. Загоряння реакційної суміші |
| 3. Бром | В. Взаємодіє при нагріванні. |
| 4. Йод | Г. Взаємодіє швидко на сонячному світлі з вибухом |

Завдання 3. Виписати окремо формули гомологів та ізомерів.

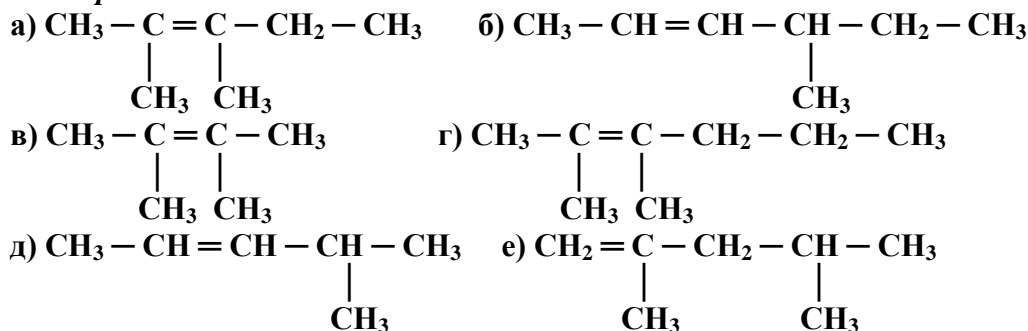
1. Вправа



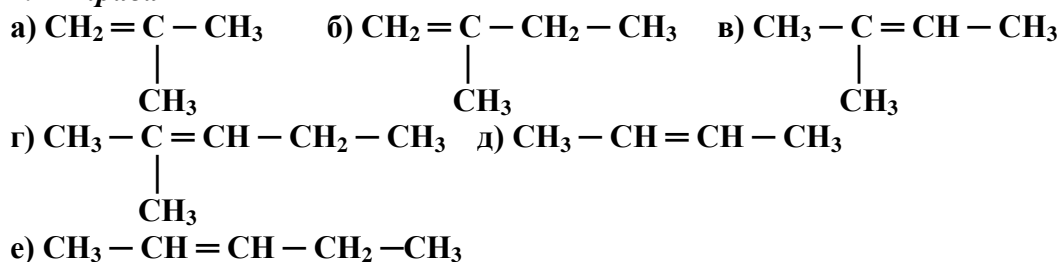
2. Вправа



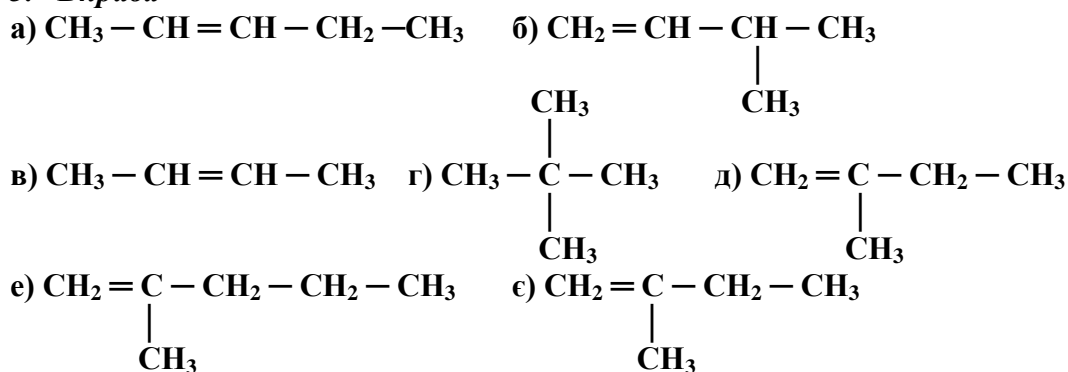
3. Вправа



4. Вправа



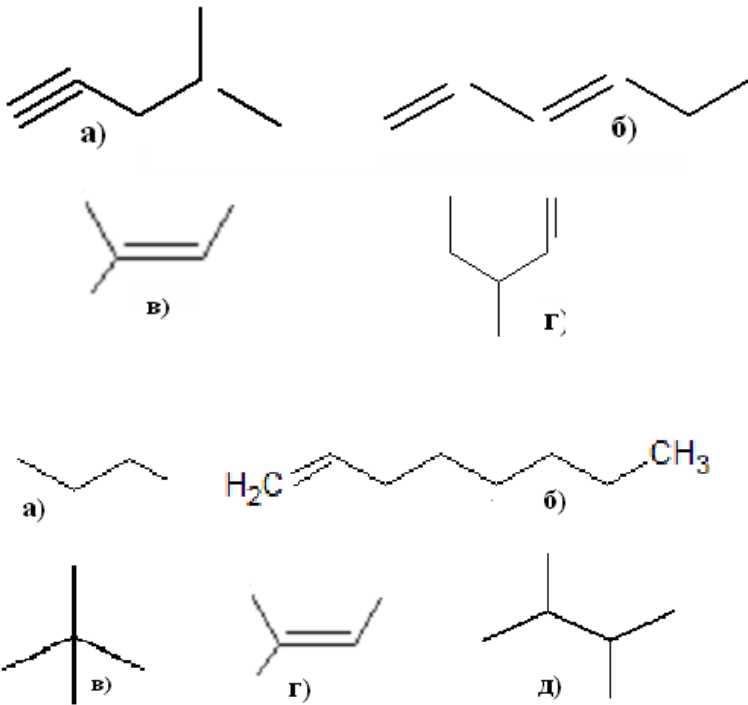
5. Вправа



Завдання для самостійного розв'язування з теми «АЛКІНИ»

1. Напишіть структурні формули речовин виходячи з їх назв: 5-етил-2,2,6-триметилгепт-3-ен; 1,5-диметил-4-хлоргепт-2-ин; 4-етил-3-метилоктан; 2,3,4-триметилпентан;
2. Напишіть структурні формули речовин, виходячи з їх назв: 4-бromo-4-метилгексан; 3,4-диетил-2,5-диметилгексан; 5-етил-2,2,6-триметилгепт-3-ен; 3,3,4,4-тетраметилпент-1-ен;
3. Напишіть структурні формули речовин, виходячи з їх назв: 3,3-диетил-2,5-диметилоктан; 3,5-диетил-3-метил-4-пропілгептан; 3-етил-4-метил-3,4-дихлорпент-1-ин; 3-етил-5-метилгекс-2-ен

4. Маємо карбонові скелети певних органічних сполук. Напишіть їх структурні формули та назвіть їх. До якого класу сполук вони належать?



Тестові завдання для самостійного розв'язування з теми «АЛКІНИ та АЛКАДІЄНИ»
В-1

1. Вкажіть групу речовин, які містять лише ізомери:

- а) $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{HC} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
- б) $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{Na}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CBr}_2 - \text{CHBr}_2$
- в) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH} - \text{CH}_3$ $\text{HC} \equiv \text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- г) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{HC} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{K}$

2. Вкажіть формулу ацетиленового вуглеводню і назвіть його

- а) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; в) $\text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH}_2$;
б) $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3$; г) $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$.

3. Назвати речовини:

- а) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ б) $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH} = \text{CH}_2$
- в) $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{H}_3\text{C}}{\text{C}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH}_2$ г) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$

4. Насичені вуглеводні з двома подвійними зв'язками називають
а) етиленовими; б) ацетиленовими; в) дієновими; г) ароматичними.

5. Вкажіть за допомогою якої реакції можна добути 1-пропін:

- а) гідруванням пропену;
- б) дегідратацією 1-пропанолу;
- в) реакцією Кучерова;
- г) дегідруванням 1-пропену.

В-2

1. Вкажіть групу речовин, яка містить лише гомологи:

- а) $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$
- б) $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{Na}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CBr}_2 - \text{CHBr}_2$
- в) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH} - \text{CH}_3$ $\text{HC} \equiv \text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- г) $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$ $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{K}$

2. До речовини $\text{HC} \equiv \text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$ написати 4 ізомери і назвати їх.

3. Серед поданих алкадієнів вибрати ізольовані. Назвати речовини.

- а) $\text{CH}_2 = \text{CH} = \text{C} = \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
- б) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
- в) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} = \text{C} - \text{CH}_3$
- г) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$

4. Загальна формула $\tilde{N}_o \tilde{I}_{2o-2}$ відповідає:

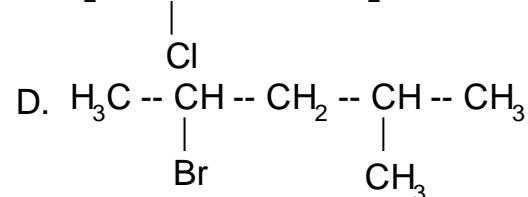
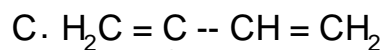
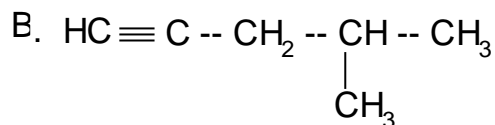
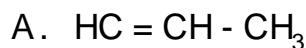
- а) дієновим вуглеводням;
- б) етиленовим вуглеводням;
- в) насиченим вуглеводням;
- г) ацетиленовим і дієновим вуглеводням.

5. Вкажіть види ізомерії, які характерні для алкінів:

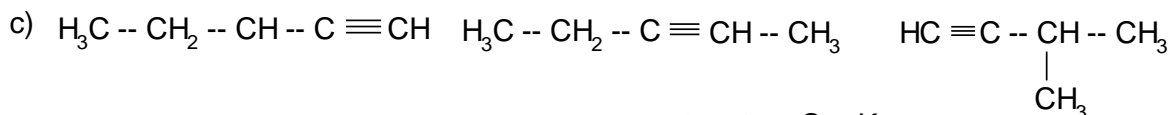
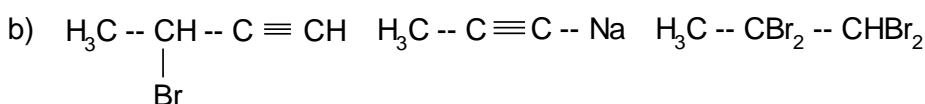
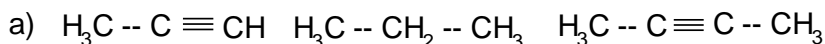
- а) карбонового скелета;
- б) положенням подвійного зв'язку;
- в) положенням потрійного зв'язку;
- г) карбонового скелета, потрійного зв'язку і міжкласова.

В-3

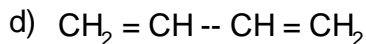
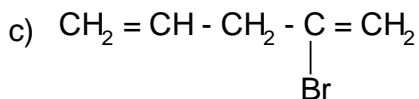
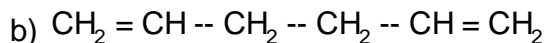
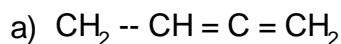
1. Назвати речовини.



2. Вкажіть групу речовин, яка містить лише гомологи:



3. Серед поданих алкадієнів вибрати спряжені. Назвати дані речовини.



4. Структурна ізомерія алкадієнів зумовлена:

- розгалуженням Карбонового скелета і взаємним положенням потрійних зв'язків;
- лише взаємним положенням подвійних і одного потрійного зв'язку;
- розгалуженням Карбонового скелета і взаємним положенням подвійних зв'язків;
- лише розгалуженням Карбонового скелета.

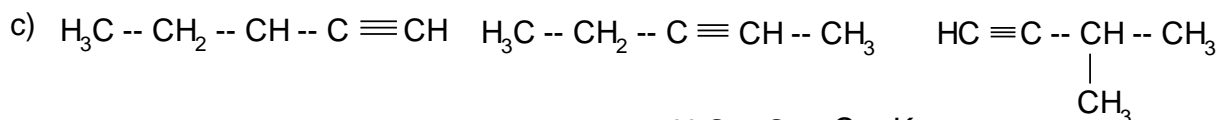
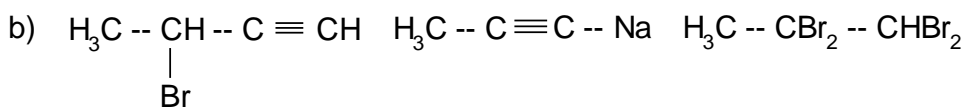
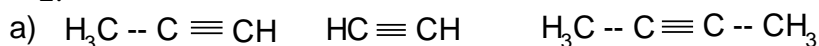
5. Вкажіть скільки спільних електронних пар між атомами Карбону в молекулі ацетилену:

- одна;
- дві;
- три;
- чотири.

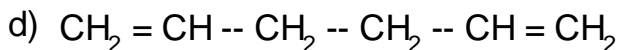
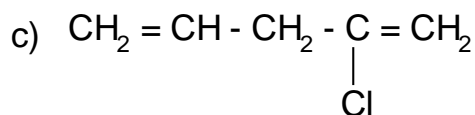
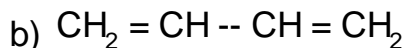
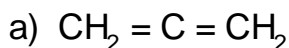
В-4

1. Вкажіть групу речовин, які містять лише ізомери:

2.



2. Серед поданих алкадієнів вибрати кумульовані. Назвати дані речовини.



3. До формули речовини 3,4-диметил-1-пентин написати 4 ізомери і назвати їх.

4. Для алкадієнів характерним є:

а) крім одинарних є один потрійний зв'язок;

б) усі зв'язки однакові – одинарні;

в) крім одинарних є один подвійний зв'язок;

г) крім одинарних є два подвійні зв'язки.

5. Вкажіть загальну формулу ненасичених вуглеводнів ряду ацетилену:

а) $C_n H_{2n}$; б) $C_n H_{2n-2}$; в) $C_n H_{2n-6}$; г) $C_n H_{2n+2}$.

Основна література

1. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. – К.: “Перун”, 2002. – 544 с.
2. Мартинюк Г.В. Органічна хімія Тести. Навч. посіб. / Г.В. Мартинюк, О.М. Волошин, І.В. Мартинюк. – Рівне: О. Зень, 2013. – 288с
3. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.:Вища школа,1992. – 503с
4. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 592 с.
5. Перекалин В.В., Зонис С.А. Органическая химия. – М.: “Просвещение”, 1973.
6. Черних В.П., Зіменковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: У 3 кн. – Харків: “Основа”, 1997. – Кн. 1. – 145 с.; Кн. 2. – 480 с.; Кн. 3. – 256 с.
7. Глубіш П.А. Органічна хімія. – К.: Вища шк., 2002.
8. Органічна хімія. Методичні вказівки / Укл.: Скрипська О.В., Андрійчук Ю.М. – Чернівці: Рута, 2007. – 58 с.
9. Органічна хімія: рекомендації до лабораторних робіт з органічної хімії / укл. О.В. Скрипська, О.М. Букачук, А.Ф. Чобан. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2009. – 92 с.

Додаткова література

1. Терней А. Современная органическая химия: В 2 кн. – М.: Мир, 1981. – Т. 1-2.
3. Кононський О.І. Органічна хімія. – К.: Укрсільгоспкнига, 1993. – 533 с.
4. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр. Європи, 2000.

12. Інформаційні ресурси

1. www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed – вільний доступ до бази наукових даних в галузі біомедичних наук.
2. www.biochemistry.org.ua – офіційний сайт інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України.
3. www.bpci.kiev.ua – офіційний сайт інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України.
4. www.ximuk.ru – статті з біохімії у вільному доступі.
5. www.pererplet.ru/cgi/soros/readdb.cgi – Соросовський освітній журнал – вільний доступ до науково-популярних статей з біохімії, біології та хімії.

Лекції 3 курсу органічної хімії

Тема 1 Вступ. Предмет органічної хімії. Короткі відомості з історії розвитку органічної хімії.

План

1. Предмет органічної хімії.
2. Значення органічної хімії.
3. Короткі відомості з історії розвитку органічної хімії.
4. Становлення теоретичних уявлень в органічній хімії.
5. Електронна будова атому Карбону. σ (сигма) та π (пі) зв'язки.
6. Класифікація реакцій органічних сполук за напрямком та механізмом.
7. Методи виділення, очищення та ідентифікації органічних сполук.
8. Теорія будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Основні положення аної теорії

1. На початку XIX ст. поняття «органічна хімія» використовувалося стосовно хімії сполук, з яких складаються рослинні та тваринні організми. Свого часу Берцеліус (1808 р.), Гмелін (1848 р.), Бутлеров (1861 р.), Шорлемер (1889 р.) давали визначення терміну «органічна хімія». Нині органічну хімію визначають як хімію вуглеводнів та їх похідних, до складу яких можуть входити майже всі елементи періодичної системи.

2. Органічна хімія зв'язана з іншими науками та галузями знань: біологією, біохімією, фізикою, біофізикою, генетикою, медициною, фармакологією та іншими. Органічна хімія має велике значення, як у теорії пізнання, розуміння світу (поняття валентності, будова хімічних сполук, ізомерія, гомологія), так і в розумінні важливих технологічних процесів. Значення органічної хімії для спеціалістів інженерів-технологів масового харчування. Основні джерела сировини для добування органічних сполук: Кам'яне вугілля, нафта, сланці, природні та промислові гази. Тваринні та рослинні організми.

3. Люди здавен використовували природні органічні сполуки: жири, цукор, барвники та інше. Починаючи з XVI ст. відбувається вивчення хімічних перетворень

речовин рослинного та тваринного походження за умов нагрівання, під дією кислот, лугів та інших реагентів. Це період описової, пізнавальної хімії. Хімія в цей час не володіла методами синтезу органічних сполук, що ставило її в особливі умови. У 1675 р. Лемері розділив всі речовини на три групи за їх походженням: мінеральні, рослинні та тваринні. Це перша найпростіша класифікація. У другій половині XVIII ст. після відкриття М.В. Ломоносовим закону збереження маси речовин починається аналітичний період розвитку хімії. Для більшості сполук, які досліджували, визначили якісний та кількісний склад. Було помічено, що багато речовин у природі містять Карбон (вуглець) і на відміну від мінеральних незвичайно ведуть себе в умовах нагрівання. На цій підставі речовини рослинного та тваринного походження об'єднали під загальною назвою – органічні, а мінеральні почали називати неорганічними. Вперше термін «органічна хімія» використав шведський вчений Я. Берцеліус у 1808 р. (органічні речовини – це ті, які одержані із організмів тварин та рослин). Він, як і його сучасники, вважав, що органічні речовини можуть бути одержані тільки в живому організмі за участю «життєвої сили». У XVIII – першій чверті XIX ст. існувала думка, що хімія живої природи принципово відмінна від хімії неживої природи і що живі організми синтезують речовину під впливом особливої життєвої сили, без якої їх створити неможливо. Подібне уявлення про участь «душі» або «сили» у явищах життєдіяльності, у тому числі й у синтезі органічних сполук, отримало назву віталізму (від латинського *vitalis* – життєвий). Розвиток знань та накопичення нових фактів доводили нездатність теорії «життєвої сили» – віталізму і ще за життя Берцеліуса успіхи органічної хімії завдають нищівного удару віталістичним уявленням і сприяють утвердженню матеріалістичних принципів у науці. Із цього приводу німецький вчений Карл Велер писав йому, видатному ученому того часу, своєму вчителю, засновнику віталістичної теорії: «Повинен сказати, що я можу добути сечовину, не маючи для цього потреби ні в нирці, ні в живому організмі взагалі». Досліди Велера поклали початок органічному синтезу: – синтез щавлевої кислоти (Велер, 1824 р.); – синтез сечовини (Велер, 1828 р.); – синтез оцтової кислоти (Кольбе, Німеччина, 1845 р.); – одержання жиру синтетичним методом (М. Бертло, Франція, 1854 р.); – синтез цукристої сполуки (О.М. Бутлеров, 1861 р. Ці синтези довели, що органічні сполуки можливо добувати штучно, за відсутності «життєвої сили» і поза живої природи. Теорію віталізму було спростовано. Особливості органічних сполук (численність, особливості будови, велике практичне значення тощо). Розвиток теоретичних уявлень в органічній хімії Теорія радикалів (20-30 рр. XIX ст. – Гей-Люсак, Велер, Лібіх). Теорія типів (40-50 рр. XIX ст. – Жерар, Дюма, Кекуле).

4. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М. Бутлерова (1861 р.) та її значення. Структурні формули, гомологія, ізомерія. Розвиток теорії хімічної будови, стереохімічна гіпотеза Вант-Гофа та Ле-Беля. Гіпотеза О.М. Бутлерова (1862 р.) про тетраедричну

будову атому Карбону. Сучасний стан теорії хімічної будови Типи хімічних зв'язків. Квантово-механічні уявлення про природу ковалентного зв'язку. Електронна будова атому Карбону. Поняття про гібридизацію. sp^3 -, sp^2 -, sp - гібридизація електронів атому Карбону. Електронна будова простих, подвійних та потрійних карбон-карбонових зв'язків, сигма- та пі- зв'язки (σ - та π -).

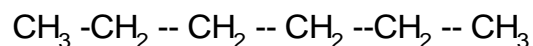
5. Класифікація органічних сполук В основу класифікації положено уявлення про будову карбонового ланцюгу молекули. Визначення поняття функціональна група. Хімічні реакції в органічних сполуках класифікують за механізмом: радикальні (R) та йонні (N, E); за напрямком та результатом реакції: – заміщення S (substitution); – приєднання A (addition); відщеплення, елімінування – E (elimination).

6. Методи виділення, очищення та ідентифікації органічних сполук Методи розділення й очищення речовин Фільтрування і кристалізація, перегонка, екстракція розчинником, хроматографія (на папері, тонкошарова, колончаста, газова), електрофорез. Методи ідентифікації Елементний аналіз, мас-спектрометрія, УФ, ІЧ спектроскопія, ЯМР (ядерний магнітний резонанс), дифракційні методи. Уявлення про фотометричний аналіз Фотометричний аналіз (фотометрія) — це сукупність методів якісного та кількісного аналізу, які базуються на взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною. Фотометричний аналіз ґрунтується на вимірі поглинання (абсорбції) світла речовиною у розчині. В основі світлопоглинання лежить закон Бугера-Ламберта-Бера.

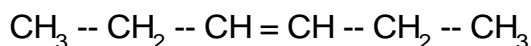
8. Теорія будови органічних сполук О.М. Бутлерова. Визначною подією у розвитку органічної хімії було створення у 60-х роках XIX ст. великим російським ученим О. М. Бутлеровим теорії хімічної будови органічних сполук. Теорія Бутлерова – теорія хімічної будови органічних сполук, запропонована російським вченим Олександром Бутлеровим. Вона донині вважається науковою основою органічної хімії. Олександр Бутлеров виходив з того, що внаслідок дослідження низки хімічних перетворень, характерних для тієї чи іншої сполуки, можна встановити її будову. Ця теорія заклала наукові основи органічної хімії та пояснила її найважливіші закономірності. Основні принципи своєї теорії О. М. Бутлеров виклав у доповіді “Про теорію хімічної будови” на Міжнародному з'їзді природодослідників та лікарів у Шпейєрі 19 вересня 1861 р. Надалі вона успішно розвивалася як самим ученим, так і його учнями.

Основні положення теорії хімічної будови органічних сполук

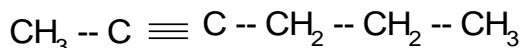
1. У молекулах атоми сполучені один з одним у певній послідовності відповідно до їх валентності, що визначає хімічну будову молекул; Порядок зв'язку атомів називається хімічною будовою. Так, у молекулах гексану, гекс-3-ену, гекс-3-ин, циклогексану і бензену, відповідно до валентності, є своя послідовність сполучення атомів Карбону в молекулі, а отже, і кожна молекула має свою, тільки їй властиву будову:



Гексан

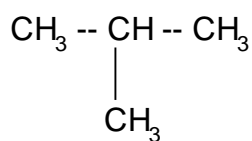


гекс-3-ен



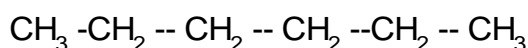
гекс-3-ин

Сполуки, що мають прямий вуглецевий ланцюг, прийнято називати нормальними, а ті, що мають розгалужений ланцюг, – ізосполуками. У прикладі: перший бутан – нормальної будови (н-бутан), другий бутан – ізобудови (ізобутан).

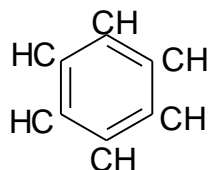
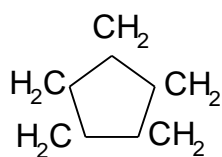


ізобутан

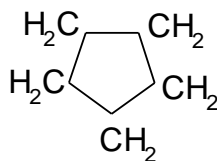
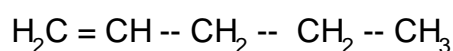
При сполученні атомів Карбону між собою витрачається один, два чи три зв'язки (із чотирьох можливих) і можуть утворюватись відкриті



або замкнені ланцюги атомів:



2. Властивості органічних сполук залежать не тільки від того, які атоми і в якій кількості входять до складу молекули, але й від їх хімічної будови, тобто порядку сполучення між собою. Якщо дві органічні сполуки мають однаковий склад, але різну будову, то різними будуть їхні властивості:



пент-1-ен

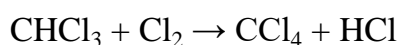
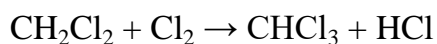
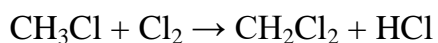
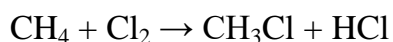
Циклопентан

3. Атоми або групи атомів, що утворили молекулу, взаємно впливають один на одного, від чого залежить реакційна здатність молекули.

Взаємний вплив атомів та груп атомів спостерігається у молекулі будь-якої речовини (органічної чи неорганічної). Пояснимо це на прикладі таких сполук: NaOH, Al(OH)₃, C₂H₅OH, NO₂-OH, SO₂(OH)₂ (сульфатна кислота). Всі вони містять гідроксильну групу (гідроксо- або оксигрупу) OH. У водному розчині властивості речовин послідовно

змінюються: NaOH – сильна основа, Al(OH)₃ – амфотерний гідроксид, C₂H₅OH – практично нейтральна речовина, нітратна і сульфатна кислоти утворюють іони H⁺. Причина різного хімічного характеру групи OH⁻ зумовлена впливом сполучених з нею атомів і груп. Зі зростанням неметалічних властивостей центрального атома послаблюється дисоціація за типом основи і зростає дисоціація за типом кислоти (в ряду Na, Al, C₂H₅, NO₂, SO₂). Взаємно впливати один на одного можуть і атоми, безпосередньо не зв'язані між собою. Наприклад, різна реакційна здатність хлору в хлоретані CH₃-CH₂Cl і хлоретилені CH₂=CH-Cl зумовлена різним впливом на атом хлору етильної (CH₃-CH₂-) та вінільної (CH₂=CH-) груп. У молекулі хлоретану хлор досить реакційноздатний, у молекулі хлоретилену – інертний.

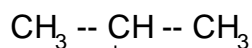
Наприклад, у молекулі етиленгліколю CH₂OH – CH₂OH і сульфатної кислоти SO₂(OH)₂ міститься по дві гідроксигрупи, однак вони мають різні (наприклад, за силою) кислотні властивості. Так, із розведеної сульфатної кислоти водень можуть витискувати практично всі метали, що стоять в електрохімічному ряді на прг металів до водню, а з етиленгліколю тільки найактивніші з них — лужні. Це вказує на те, що різні за складом радикали справляють різний вплив на однакові групи атомів. Атоми в молекулах можуть зазнавати взаємного впливу, навіть коли вони не перебувають у безпосередньому зв'язку один з одним. Так, у молекулі хлорметану атом Хлору впливає на атоми Гідрогену, які безпосередньо не зв'язані з ним:



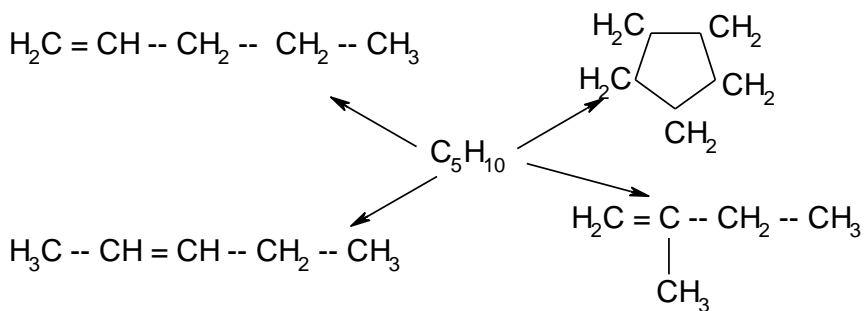
Велика заслуга у встановленні закономірностей взаємного впливу атомів у молекулі належить учню О. М. Бутлерова В. В. Марковникову

4. Для кожної емпіричної формули можна вивести певну кількість теоретично можливих структур (ізомерів);

Наявність ізомерів впливає з основних положень теорії будови органічних сполук. Великим успіхом О. М. Бутлерова було передбачення двох ізомерів бутану на основі теорії будови (у вуглеводнях, починаючи з бутану, можливий різний порядок сполучення атомів у молекулах). У 1867 р. О. М. Бутлеров синтезував передбачений ізомер, що блискуче підтверджувало правильність теорії будови. Це був ізобутан, який від нормального бутану відрізняється будовою молекули, хоча обидва мають емпіричну формулу C₄H₁₀



ізобутан



До О. М. Бутлерова вважалося неможливим пізнати будову молекули, тобто порядок хімічного зв'язку між атомами. Багато вчених навіть заперечували реальність атомів і молекул. О. М. Бутлеров спростував ці погляди. Він виходив з правильних матеріалістичних та філософських уявлень про реальність існування атомів і молекул, про можливість пізнання хімічного зв'язку атомів у молекулі. Він показав, що будову молекули можна встановити експериментально, вивчаючи хімічні перетворення речовини. І навпаки, знаючи будову молекули, можна вивести хімічні властивості сполуки.

Теорія хімічної будови врахувала особливості будови елемента Карбону. Вивчення будови органічних сполук залишається основним завданням органічної хімії і у наш час. Для цього крім хімічних широко застосовуються фізичні методи дослідження, такі, як спектроскопія, ядерний магнітний резонанс, мас-спектрометрія, визначення електричних моментів диполів, рентгено- та електроннографія. Отже, теорія хімічної будови пояснює різноманітність органічних сполук. Вона зумовлена здатністю чотиривалентного вуглецю утворювати вуглецеві ланцюги та кільця, сполучатися з атомами інших елементів, а також наявністю ізомерії.

Із сучасного погляду основні положення теорії будови потребують деякого доповнення – вказівок щодо просторової та електронної будови. Згідно сучасних уявлень можна стверджувати, що властивості органічних сполук визначаються складом їх молекул, а також їх хімічною, просторовою та електронною будовою. Теорія хімічної будови О. М. Бутлерова є найважливішою частиною теоретичного фундаменту органічної хімії. За значенням її можна порівняти з періодичною системою елементів Д. І. Менделєєва. Подібно до останньої, вона дала змогу систематизувати величезний практичний матеріал, заздалегідь передбачити існування нових речовин, а також вказати шляхи їх добування. Це забезпечило небачені успіхи органічного синтезу. Наш час теорія хімічної будови є основою для всіх досліджень з органічної хімії.

Вправи для розв'язування

Завдання 1

Випишіть вуглеводні певного гомологічного ряду, розмістіть їх по порядку та назвіть: C_4H_{10} , C_2H_{12} , C_5H_8 , C_3H_8 , C_4H_8 , C_5H_{12} , C_2H_4 , C_3H_4 , C_3H_6 , C_2H_6 , C_5H_{10} , C_4H_6 , C_6H_{14} , C_7H_{12} , CH_4 , C_7H_{16} ,

Завдання 2

Випишіть вуглеводні певного гомологічного ряду, напишіть молекулярні формули та розмістіть їх по порядку: пентан, етен, пропін, пропен, етан, бутан, ацетилен, пентин, пропан, бутен, пентан, бутин, гексан, гептин, метан, гептан.

Література

1. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. – К.: “Перун”, 2002. – 544 с.
2. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
3. Петров А.А., Бальян Х.В., Троценко А.Т. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 592 с.

Електронний ресурс

[PDF][Короткий конспект лекцій](#)

elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/400/1/ек.лок.%20К.л.орг.хімія.2013.pdf

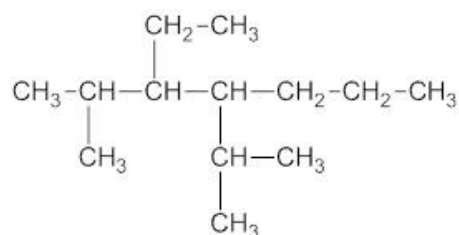
Лекція 2. Алкани. Фізичні. Хімічні властивості. Знаходження в природі. Застосування. Добування.

План.

1. Загальна характеристика алканів.
2. Ізомерія. Номенклатура. Гомологічний ряд алканів
3. Будова молекули. Поняття про sp^3 –тип гібридизації.
4. Знаходження у природі
5. Фізичні властивості алканів
6. Хімічні властивості алканів
7. Добування та застосування алканів

1. Сполуки, які складаються з двох елементів – Карбону та Гідрогену – називаються **вуглеводні**. Вуглеводні з відкритим ланцюгом, або ациклічні вуглеводні, які не містять кратних зв'язків називаються алкани (насичені, або парафінові, вуглеводні), загальна формула яких C_nH_{2n+2} . Першим представником алканів є метан – CH_4 .

2. *Номенклатура алканів*. За систематичною номенклатурою назва алканів має наступну структуру: замісники + головний ланцюг + префікс *-ан*



3-етил-4-ізопропіл-2-метилгептан

Перші чотири алкани мають традиційні назви (метан, етан, пропан, бутан), а назви наступних утворюються від грецьких або латинських числівників з додаванням суфікса *-ан*. Алкани утворюють гомологічний ряд алканів

CH_4	Метан	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	Додекан
C_2H_6	Етан	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	Тридекан
C_3H_8	Пропан	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	Тетрадекан
C_4H_{10}	Бутан	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	Пентадекан
C_5H_{12}	Пентан	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	Екозан
C_6H_{14}	Гексан	$\text{C}_{21}\text{H}_{44}$	Генейкозан
C_7H_{16}	Гептан	$\text{C}_{22}\text{H}_{46}$	Докозан
C_8H_{18}	Октан	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	Пентакозан
C_9H_{20}	Нонан	$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	Триакозан
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Декан	$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$	Теракозан
$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	Ундекан	$\text{C}_{100}\text{H}_{202}$	Гектан
		$\text{C}_{1000}\text{H}_{2020}$	Кіліан

Для того щоб правильно називати алкани потрібно знати назви алкільних замісників. Алкільні замісники (алкіли) – вуглеводневі залишки, утворені шляхом відщеплення атомів Гідрогену від молекули алкану. Алкіли і вільні радикали – це не одне і те саме. Алкіл – це залишок алкану, а радикал – це реальна частинка з неспареним електроном. Назви алкільного замісника утворюються від назви відповідного алкану заміною суфікса *-ан* на *-ил(-іл)*. Назви деяких алкілів подано на рисунку.

Назви деяких алканів та алкільних замісників

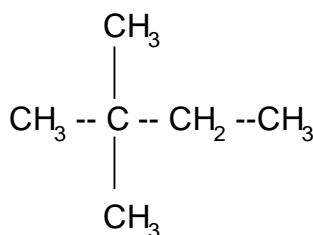
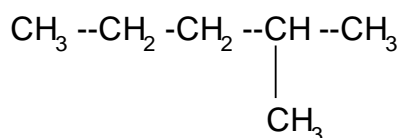
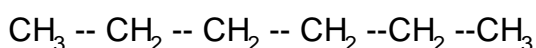
CH_4 метан	CH_3- метил
CH_3-CH_3 етан	CH_3-CH_2- етил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ пропан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ пропиль
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ бутан	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ бутил
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{втор-бутил} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{ізобутил} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{ізобутан} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{трет-бутил} \end{array}$
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3$ пентан	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-$ пентиль
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-(\text{CH}_2)_2- \\ \\ \text{ізопентиль} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{ізопентан} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{трет-пентиль} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{неопентиль} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{неопентан} \end{array}$	

Кількість структурних ізомерів зростає зі збільшенням кількості атомів Карбону у молекулі. Для алканів існує конформаційна ізомерія і починаючи з гептану – оптична ізомерія. Кількість ізомерів для алканів. Алкани, число атомів Карбону в яких більше трьох, мають ізомери. Число цих ізомерів зростає з величезною швидкістю в міру збільшення числа атомів Карбону.

Молекулярна формула	Кількість ізомерів
CH_4	1
C_2H_6	1
C_3H_8	1

C_4H_{10}	2
C_5H_{12}	3
C_6H_{14}	5
C_7H_{16}	9
C_8H_{18}	18
C_9H_{20}	35
$C_{10}H_{22}$	75
$C_{15}H_{32}$	4347

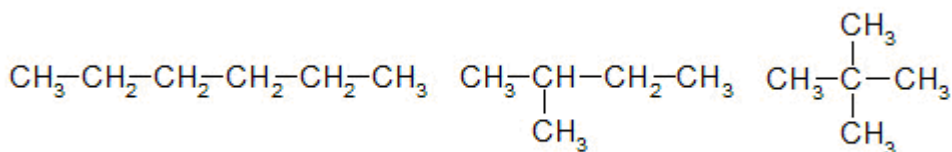
Приклади ізомерів для n - гексану



2- метил пентан

2,2 -диметилбутан

Починаючи з бутану в алканів з'являється структурна ізомерія:



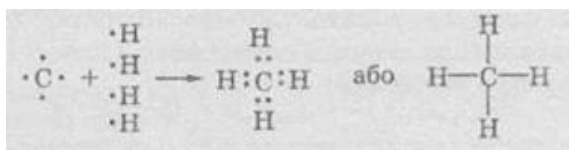
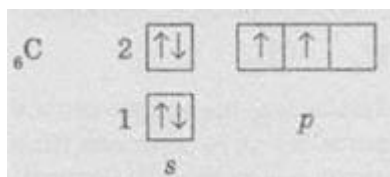
Гібридизація орбіталей – явище взаємодії атомних орбіталей на визначеному атомі із утворенням такого ж числа нових гібридних орбіталей, котрі є рівними за своїми характеристиками (енергією і формою). Гібридизація атомних орбіталей відбувається при виникненні ковалентних зв'язків між атомами.

Гібридна орбіталь — атомна орбіталь, отримана змішуванням двох чи більше атомних орбіталей атома з різними значеннями орбітального квантового числа, має виражене спрямування. Наявністю цих орбіталей пояснюється геометрія переважної більшості органічних та неорганічних молекул.

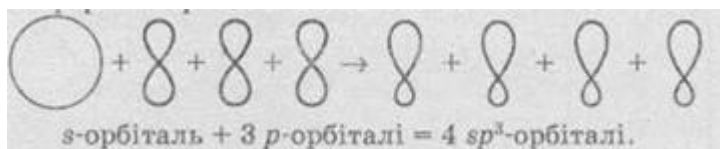
sp^3 -гібридизація. Відбувається при змішуванні однієї s- і трьох p-орбіталей. Виникає чотири однакові орбіталі, розташовані одна щодо іншої під кутами тетраедрів $109^\circ 28'$. Прикладом sp^3 -гібридизації є молекула метану або кристалічна ґратка типу алмазу (кремній, германій, арсенід галію).

В молекулах насичених вуглеводнів існує два типи зв'язків: C – C – ковалентний неполярний і C– H – ковалентний слабополярний. У всіх органічних сполуках, атоми Карбону утворюють по чотири хімічні зв'язки. Валентність атома Карбону має

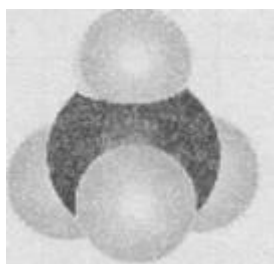
обумовлюватися будовою його електронної оболонки. У звичайному (основному стані) на зовнішньому енергетичному рівні атома Карбону міститься 4 електрони: одна пара на s -орбіталі і два неспарені на p -орбіталах:



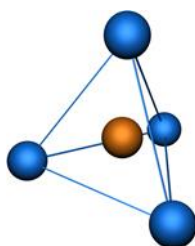
Атом карбону в алканах знаходиться в sp^3 – стані гібридизації. Чотири гібридизовані орбіталі атома Карбону утворюють прості σ -зв'язки з s -орбіталами атомів Гідрогену. Але для утворення чотирьох зв'язків на зовнішньому рівні має бути чотири неспарені електрони. Для цього атом Карбону поглинає невелику кількість енергії і переходить у збуджений стан, в якому будова його електронної оболонки виявляється наступною: або sp^3 -гібридизованими орбіталами інших атомів Карбону.



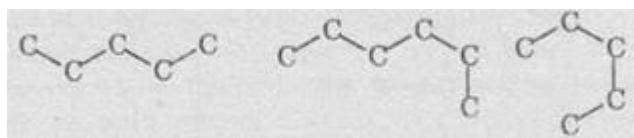
Ці орбіталі називають гібридизованими, а про стан самого атома Карбону говорять, що він перебуває у стані sp^3 -гібридизації. Оскільки нові орбіталі однакові за енергією, вони мають однаково відштовхуватися одна від одної і тому, на відміну від звичайних p -орбіталей, які розташовані по взаємноперпендикулярних вісях, sp^3 -гібридизовані орбіталі у просторі розташовані таким чином, що вони спрямовані до вершин тетраедра (правильної трикутної піраміди):



Оскільки спільні електронні пари можуть утворюватися тільки при перекриванні орбіталей, то хімічні зв'язки утворюються в тих самих напрямках, в яких спрямовані гібридизовані орбіталі атома Карбону. Отже, найпростіший алкан – метан має форму тетраедра: атоми Гідрогену розташовані у його вершинах, а атом Карбону — в його центрі:



Складніші алкани мають схожу будову — це комбінація декількох тетраедрів. Завдяки такій особливості утворення зв'язків в алканах карбоновий ланцюг не утворює лінію, а є зигзагоподібним, причому кут між хімічними зв'язками становить приблизно $109,5^\circ$. В молекулах алканів карбоновий кістяк може по-різному розташовуватися в просторі завдяки вільному обертанню атомів Карбону навколо одинарних зв'язків. Наприклад, карбоновий ланцюг пентану C_5H_{12} може виглядати так:



Але всі ці карбонові кістяки відповідають одній речовині з нерозгалуженим ланцюгом: $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$.

4. *Знаходження у природі.* В невеликих кількостях алкани містяться в атмосфері зовнішніх газових планет Сонячної системи: на Юпітері – 0,1% метану, 0,0002% етану, на Сатурні метану 0,2%, а етану – 0,0005%, метану та етану на Урані – відповідно 1,99% і 0,00025%, на Нептуні ж – 1,5% і $1,5 \cdot 10^{-10}$. На супутнику Сатурна Титані метан (1,6%) міститься в рідкому вигляді, причому, подібно воді, що знаходиться на Землі в круговороті, на Титані існують (полярні) озера метану (у суміші з етаном) і метанові дощі.

Знаходження на Землі. В земній атмосфері метан присутній в дуже невеликих кількостях (близько 0,0001%), він виробляється деякими археями (архебактеріями), зокрема, що знаходяться в кишковому тракті великої рогатої худоби. Промислове значення мають родовища нижчих алканів у формі природного газу, нафти і, ймовірно, в майбутньому – газових гідратів (знайдені в областях вічної мерзлоти і під океанами). Також метан міститься в біогазі. Вищі алкани містяться в кутикулі рослин, оберігаючи їх від висихання, паразитичних грибків і дрібних рослиноїдних тваринок. У тварин алкани зустрічаються в якості феромонів у комах, зокрема у мухи цеце. Деякі орхідеї за допомогою алканів-феромонів приваблюють запилювачів. Метан утворився в надрах Землі, ймовірно, внаслідок взаємодії розпечених карбідів металів з водяною парою. На болотах метан виділяється у вигляді бульбашок на поверхні води (болотний газ). Газ утворюється в результаті гниття рослинних решток без доступу повітря. Метан виявлено в атмосфері планет Юпітер і Сатурн. Метан утворюється при гнитті органічних решток без доступу повітря. Він є основною складовою природного газу (~ 98%), входить до складу болотного газу (болото «дихає» - бульбашки газу підіймаються з дна водойм), супроводжує поклади вугілля (однією із причин вибухів на вугільних копальнях є накопичення метану) та нафти (супутній нафтовий газ).

5. *Фізичні властивості.* За нормальних умов перші чотири алкани – гази, C₅–C₁₅ – рідини, починаючи з C₁₄H₃₀ і далі – тверді речовини. Метан — газ без кольору й запаху, майже в 2 рази легший від повітря, малорозчинний у воді. Етан, пропан, бутан за нормальних умов — гази, від пентану до пентадекану — рідини, а наступні гомологи — тверді речовини. Пропан і бутан під тиском можуть перебувати в рідкому стані і при звичайній температурі. Температури плавлення і кипіння знижуються від менш розгалужених до більш розгалужених. Так за 20 °С н-пентан – рідина, а неопентан – газ. Газоподібні алкани горять безбарвним або блідо-блакитним полум'ям з виділенням великої кількості тепла. Згідно табл. 1, t_{плавл} і t_{кип} залежать від розміру молекули. В гомологічному ряду зі збільшенням молекулярної маси t_{плавл} і t_{кип} зростають. За винятком нижчих алканів, де t_{кип} зростають на 20–30°C зі збільшенням довжини ланцюга на один атом Карбону.

Насичені вуглеводні нормальної (нерозгалуженої) будови мають вищі температури плавлення і кипіння порівняно з ізомерами. Густина насичених вуглеводнів збільшується зі збільшенням розмірів молекул, проте всі вони легші за воду. Пропан і бутан легко скраплюються за підвищеного тиску. Алкани – неполярні або слабкополярні сполуки, практично не розчинні у воді. Газуваті й тверді алкани не мають запаху, рідкі – мають характерний "бензеновий" запах.

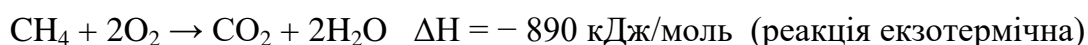
Таблиця 53. Фізичні властивості алканів

Назва алкана	Формула	Агрегатний стан за нормальних умов	Температура, °С	
			плавлення	кипіння
Метан	CH ₄	Газ	–189,5	–161,4
Етан	C ₂ H ₆	«	–183,0	–88,6
Пропан	C ₃ H ₈	«	–189,9	–42,4
Бутан	C ₄ H ₁₀	«	–138,3	–0,5
Ізобутан	C ₄ H ₁₀	«	–159,4	–11,7
Пентан	C ₅ H ₁₂	Рідина	–129,7	+36,0
Гексан	C ₆ H ₁₄	«	–94,3	+68,7
Гексадекан	C ₁₆ H ₃₄	Тверда речовина	+18,2	+270,0

Метан є хімічно малоефективною речовиною, це зумовлене енергією зв'язків у молекулі та її будовою. Він хімічно стійкий по відношенню до лугів, кислот та розчинів окисників.

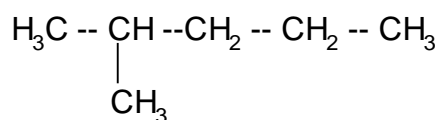
Для метану характерні наступні хімічні властивості:

1. Реакція повного окислення (горіння):



Підпалені на повітрі або в кисні алкани горять (реакція повного окиснення) з утворенням вуглекислого газу, води і виділенням теплоти. У разі нестачі кисню окиснення відбувається не повністю, частина речовини розкладається і утворюється вуглець у вигляді сажі та карбон(II) оксид. У разі нестачі кисню замість вуглекислого газу виходить чадний

CH₃ — CH₂ — CH₂ — CH₂ — CH₃ пентан



2-метилбутан

За стандартних умов алкани хімічно інертні, не взаємодіють з кислотами, лугами, окисниками (калій перманганат). Низька реакційна здатність пов'язана з високою енергією зв'язків C—C і C—H (відповідно 348 і 411 кДж/моль). Для розриву цих зв'язків потрібно затратити значну енергію (нагріти, подіяти ультрафіолетовими променями, використати каталізатор).

5. Найхарактернішою реакцією насичених вуглеводнів є реакції заміщення. Так, наприклад, при освітленні метан реагує з хлором (при сильному освітленні може відбутися вибух). $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$

За нагрівання до 250–400°C або під дією ультрафіолетового випромінювання алкани вступають у реакцію заміщення з галогенами (крім йоду). Атоми Гідрогену поступово заміщуються на атоми галогену. На практиці утворюється суміш моно-, ди-, три- та тетразаміщених сполук, які називають галогенопохідними насичених вуглеводнів. Ця реакція галогенування метану відбувається за таким механізмом.

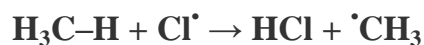
Перша стадія: ініціювання реакції. Під дією енергії світла молекула хлору розщеплюється на атоми, що мають по одному неспареному електрону:



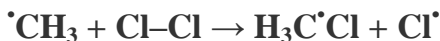
Ці частинки, які називають радикалами, дуже реакційноздатні.

Розривання ковалентного зв'язку, внаслідок якого утворюються частинки з неспареними електронами, називають гомолітичним.

Друга стадія: розвиток ланцюга. Унаслідок зіткнення з молекулою метану радикал відщеплює від неї атоми Гідрогену, при цьому утворюється новий радикал:

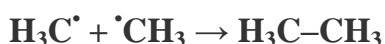
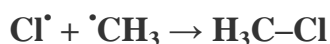


Стикаючись з молекулою хлору, вуглеводневий радикал відщеплює від неї атом Хлору й утворює молекулу хлорометану. Натомість утворюється радикал хлору:



Останній може атакувати молекулу хлорометану, внаслідок чого відбувається заміщення ще одного атома Гідрогену. Ланцюг може розвиватися далі:

Третя стадія: обривання ланцюга. У разі зіткнення радикалів між собою настає обривання ланцюга:



Реакція припиняється, коли зникають усі вільні радикали.

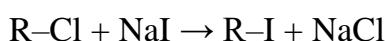
Активність радикала метилу також пояснюється наявністю неспареного електрона (невикористаної валентності). Частилки, які мають неспарені електрони і в зв'язку з цим невикористані валентності, називаються вільними радикалами.

Реакції, в результаті яких відбувається ланцюг послідовних перетворень, називаються ланцюговими реакціями.

Бромування. Бромування алканів відрізняється від хлорування вищою стереоселективністю через більшу різницю в швидкостях бромування третинних, вторинних і первинних атомів Карбону при низьких температурах. При бромуванні пропану утворюється 3% 1-бромопропану і 97% 2-бромопропану, а при бромуванні 2-метилпропану утворюється 1% 1-бромо-2-метилпропану і 99% 2-бромо-2-метилпропану.

Йодування. Йод є найменш активний галоген, тому процес йодування є найповільніший і потребує додаткової енергії. Тому на практиці застосовують спеціальні йодуючі агенти, наприклад трет-бутоксид (CH₃)₃C-OI.

Використовують також реакцію Х. Фенкельштайна (реакція обміну хлору з хлоралкану на йод під дією йодиду натрію NaI в ацетоновому розчині)



2. Нітрування (реакція М. Коновалова)

Алкани реагують з 10% розчином нітратної кислоти або нітроген (IV) оксидом NO₂ в газовій фазі при температурі 140 °С і невеликому тиску з утворенням нітропохідних **RH + HNO₃ → R-NO₂ + H₂O**

Нітрування алканів проходить за радикальним механізмом.

У подібну реакцію жидкофазного нітрування вступають всі алкани, однак швидкість реакції і виходи нітросполук низькі. Найкращі результати спостерігаються з алканами, що містять третинні вуглецеві атоми.

Добування

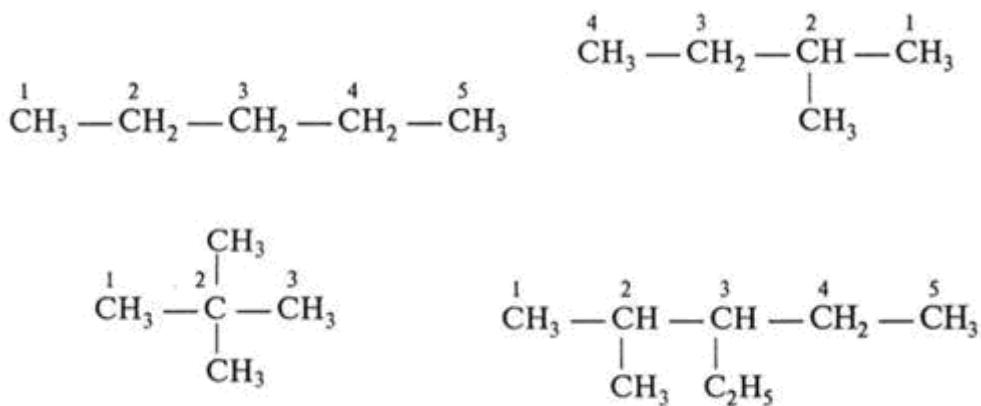
Основні природні джерела алканів – нафта і природний газ. В останньому вміст метану становить близько 98%, решта – етан, пропан, бутан та інші вуглеводні. Для добування алканів нафту піддають переробці.

В промисловості насичені вуглеводні добувають з нафти фракціонуванням або крекінгом. Перегонка дозволяє виділити алкани, які були присутні в нафті, а в процесі крекінгу відбувається розрив С-С зв'язків, в результаті чого утворюються вуглеводні з меншою молекулярною масою, ніж вихідні. Нижчі гомологи алканів часто добувають з природного газу.

Лабораторні способи можна розділити на три групи:

Утворення алкана із збереженням карбонового скелета вихідної молекули:

гідрування ненасичених вуглеводнів



Література

1. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. – К.: “Перун”, 2002. – 544 с.
2. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
4. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 592 с.

Електронний ресурс PDF] [Короткий конспект лекцій](http://elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/400/1/ек.лок.%20К.л.орг.хімія.2013.pdf)
 elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/400/1/ек.лок.%20К.л.орг.хімія.2013.pdf

Лекція 3. Алкени. Фізичні та хімічні властивості. Поняття про подвійний зв'язок. Застосування та добування.

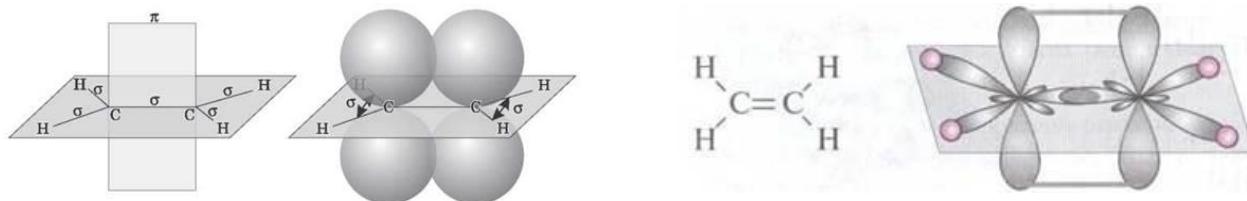
Алкени - ненасичені ациклічні вуглеводні (олефіни), загальна формула C_nH_{2n} . Алкени мають один або більше подвійних зв'язків між атомами С, тому називаються ненасиченими. Інша назва — олефіни. Цю назву - алкени отримали по аналогії з жирними ненасиченими кислотами (олеїнова, лінолева), залишки яких входять до складу рідких жирів – олій..

Алкени ще називають етиленові вуглеводні, від назви першого представника гомологічного ряду алкенів – етилену $CH_2=CH_2$. Ще у 1795 р. голландські хіміки на чолі з І. Дейманом вперше виділили C_2H_4 у чистому вигляді при дії H_2SO_4 на C_2H_5OH і встановили, що C_2H_4 - вуглеводень. Вони також встановили, що C_2H_4 легко реагує з Cl_2 утворюючи олієподібну рідину, не розчинну у воді. Цю маслянисту рідину (1,2-дихлоретан) стали називати “олією голландських хіміків”. Саме за цю властивість французький хімік А. Фукура назвав етилен “олефіновий” (олієутворюючий). Коли ж було відкрито інші вуглеводні цього ряду, то їх теж стали називати олефінами.

Електронна будова. Атоми С, між якими є подвійний зв'язок, знаходяться в стані sp^2 -гібридизації, тобто в гібридизації беруть участь одна s- і дві p-орбіталі з них перебувають в одній площині під кутом 120° відносно одна одної, і одну негібридну

гантелеподібну р-орбіталь, вісь якої розташована під прямим кутом до площини осей трьох sp^2 -орбіталей.

При цьому атомні р-орбіталі перекриваються не в між'ядерному просторі, а поза ним. Тому таке "бічне" перекривання менш ефективне, ніж осьовий, і, отже, π -зв'язок є менш міцний, ніж σ -зв'язок. Кожна з решти гібридних орбіталей атомів С перекривається із s-орбітальною атомів Н приводячи до утворення в тій самій площині чотирьох σ -зв'язків С-Н. Дві негібридні р-орбіталі атомів Карбону взаємно перекриваються й утворюють π -зв'язок, максимальна густина якого розташована перпендикулярно площині σ -зв'язків. Отже, подвійний зв'язок алкенів являє собою поєднання σ - і π -зв'язків. π -зв'язок менш міцний, ніж σ -зв'язок, оскільки р-орбіталі з паралельними осями перекриваються значно менше, ніж у разі утворення тими самим р-орбітальми та s-орбітальми σ -зв'язку (перекривання здійснюється по осі орбіталей). У зв'язку з цим π -зв'язок легко розривається й переходить у два нові σ -зв'язки з допомогою приєднання в місці подвійного зв'язку двох атомів або груп атомів реагентів. Інакше кажучи, для алкенів найбільш типовими є реакції **приєднання**. У реакціях приєднання подвійний зв'язок є донором електронів, тому для алкенів характерні реакції електрофільного приєднання. Додаткове π -зв'язування двох атомів вуглецю призводить до того, що зменшується відстань між ядрами, оскільки подвійний зв'язок є поєднанням σ - і π -зв'язків. Довжина подвійного зв'язку С=C – 0,133нм, що менше довжини одинарного зв'язку (0,154нм). Енергія подвійного зв'язку (606кДж/моль) менше подвоєного значення енергії одинарного зв'язку (347·2=694 кДж/моль); це обумовлено меншою енергією π -зв'язку.



Знаходження в природі. В природі етиленові вуглеводні зустрічаються рідко. За звичай вони входять до складу нафтового газу. При попаданні в атмосферу вони легко перетворюються під дією світла, кисню, оксидів Нітрогену та Сульфуру. У природі ациклічні алкени практично не зустрічаються. Найпростіший представник цього класу органічних сполук — етилен (C_2H_4) — є гормоном для рослин і в незначній кількості в них синтезується. Нижчі алкени у високих концентраціях володіють наркотичним ефектом. Вищі члени ряду також викликають судоми і роздратування слизових оболонок дихальних шляхів.

Етилен (етен) $CH_2=CH_2$ – газ, без кольору, зі слабким солодкуватим запахом, малорозчинний у воді, спирті, легший за повітря. Горить трохи кіптявим полум'ям. При змішування з повітрям утворює вибухонебезпечні суміші. Вперше одержав Бехер у 1669 р.

дією сульфатної кислоти на етанол, але лише у 1795 р. голландський хімік І. Дейман дослідив його склад. У промисловості етилен одержують із газів піролізу і крекінгу нафти, які містять 17 – 20% етилену.

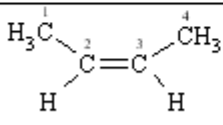
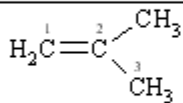
Фізичні властивості. Перші три члени ряду олефінів є газами, сполуки C_5-C_{17} - рідини, що не змішуються з водою; вищі олефіни - починаючи з C_{18} - тверді речовини. Зі збільшенням молекулярної маси підвищуються температури плавлення і кипіння. Також відрізняють за фізичними властивостями геометричні ізомери. Ткип цис-ізомерів вища ніж транс-ізомерів, а $T_{\text{топл}}$ - навпаки. Алкени погано розчиняються у воді., але добре в органічних розчинниках. Етилен - неполярна сполука, і його дипольний момент дорівнює нулю. Для несиметричних алкенів характерні невеликі значення дипольних моментів завдяки проявленню донорних властивостей алкільних груп. Алкени нормальної будови киплять при більш високій температурі, ніж їх ізомери, що мають ізобудову.

Назва	Формула	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С	D_4^{20}
Етилен	C_2H_4	-169,1	-103,7	0,5700
Пропен	C_3H_6	-187,6	-47,7	0,5193
Бут-1-ен	C_4H_8	-185,3	-6,3	0,5951
Пент-1-ен	C_5H_{10}	-165,2	+30,1	0,6405
Гекс-1-ен	C_6H_{12}	-139,8	63,5	0,6730
Гепт-1-ен	C_7H_{14}	-119	93,6	0,6970
Окт-1-ен	C_8H_{16}	-101,7	121,3	0,7140
Нон-1-ен	C_9H_{18}	-81,4	146,8	0,7290

Таблиця 2.4.1 – Назви та фізичні константи деяких алкінів

Формула	Номенклатура		$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$
	раціональна	IUPAC		
$HC\equiv CH$	ацетилен	етин	-81,8	-83,6
$HC\equiv C-CH_3$	метилацетилен	пропін	-101,5	-23,2
$HC\equiv C-CH_2-CH_3$	етилацетилен	бутин-1	-122,5	8,6
$H_3C-C\equiv C-CH_3$	симетричний диметилацетилен	бутин-2	-28,3	27,2
$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$	пропілацетилен	пентин-1	-98,0	39,7
$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	бутилацетилен	гексин-1	-124,0	71,4
$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	пентилацетилен	гептин-1	-80,9	99,7

Таблиця 2.8 – Назви та фізичні константи деяких алкенів

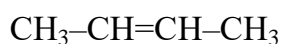
Формула	Номенклатура		T _{пл.} , °C	T _{кип.} , °C
	раціональна	IUPAC		
H ₂ C=CH ₂	етилен	етен	-169,4	-102,4
H ₂ C=CH-CH ₃	метилетилен	пропен	-185,2	-47,7
H ₂ C=CH-CH ₂ -CH ₃	етилетилен	бутен-1	-185,4	-6,3
 (цис-ізомер)	симетричний диметилетилен (Z-ізомер)	Z-бутен-2	-139,3	-3,7
 (транс-ізомер)	симетричний диметилетилен (E-ізомер)	E-бутен-2	-105,8	0,9
	несиметричний диметилетилен	2-метилпропен	-140,7	-6,6
H ₂ C=CH-(CH ₂) ₃ -CH ₃	бутилетилен	гексен-1	-138,0	63,5
		циклогексен	-103,5	82,9

Назва сполук. Згідно із замісновою номенклатурою ІЮПАК, назви нерозгалужених алкенів утворюють від назви відповідних насичених вуглеводнів, шляхом заміни суфікса –ан на –ен. Якщо у молекулі алкену, більше трьох атомів С, то цифрою вказують положення подвійного зв'язку С=C. При цьому вказують номер лише одного атома Карбону, який утворює подвійний зв'язок, але має менший номер згідно нумерації. Цифру ставлять перед назвою алкену або після суфікса –ен. Для утворення назви розгалужених алкенів вибирають найдовший ланцюг, до складу якого входить подвійний зв'язок. Нумерацію атомів С проводять таким чином, щоб подвійний зв'язок отримав найменший з можливих номерів. Назви етилен, пропілен, бутилен і т. д. (тривіальна номенклатура) утворені додаванням до назв відповідних радикалів насичених вуглеводнів суфікса –ен. Назві етилен, згідно правил ІЮПАК надається перевага перед назвою етен. За цими правилами допускається використання тривіальних назв деяких радикалів, які містять подвійний зв'язок: CH₂=CH– CH₂=CH-CH₂–

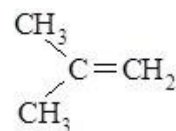
Для найпростіших представників етиленового ряду використовують і раціональну номенклатуру, згідно з якою усі алкени розглядають як похідні етилену, в молекулі якого атоми Гідрогену заміщені на радикали:



метилетилен



сим-диметилетилен (симетричний)

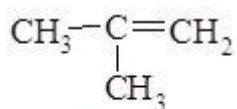
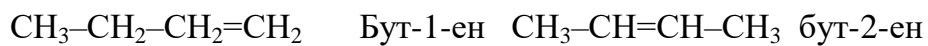


несим-диметилетилен
(несиметричний)

Ізомерія. Для алкенів характерна структурна та геометрична

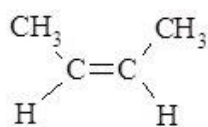
(цис-,

транс-) ізомерія. Структурна ізомерія в ряду алкенів розпочинається, як і в алканів, з вуглеводню C_4H_8 . Структурна ізомерія алкенів зумовлена не лише розгалуженням карбонового ланцюга, але й положенням подвійного зв'язку. Тому кількість структурних ізомерів у ряду алкенів більша, ніж для відповідних алканів з такою ж кількістю атомів Карбону. Так, для вуглеводню складу C_4H_8 відомі три ізомери:

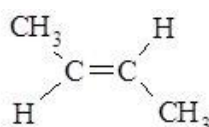


2-метилпропен

Поява геометричної ізомерії у ряду алкенів зумовлена неможливістю вільного обертання атомів і груп атомів навколо подвійного зв'язку. Геометричними ізомерами називають сполуки з однаковим складом і порядком сполучення атомів у молекулах, але різним розташуванням атомів і груп атомів у просторі спричинених наявністю подвійного зв'язку. Такі ізомери відносять до просторових ізомерів (стереоізомерія). Для позначення їх використовують префікси цис- і транс-. Префікс цис- означає, що однакові замісники знаходяться з одного боку від площини подвійного зв'язку (лат. *cis* – з цього боку), а префікс транс- означає, що з різних боків (лат. *trans* – через):



цис-бутен-2



транс-бутен-2

Геометричні ізомери мають різні фізичні властивості (температури топлення і кипіння, розчинність, густину, але однакові хімічні властивості, хоча при цьому вони можуть з різною швидкістю вступати в реакцію з одним і тим же реагентом. Перехід одного геометричного ізомера в інший можливий лише при високих температурах, дії світла або каталізаторів.

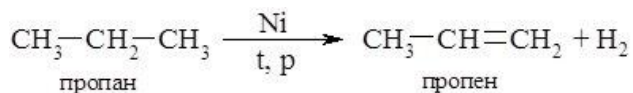
Добування. У промисловості алкени добувають в основному переробкою нафтопродуктів та природного газу. В лабораторних умовах олефіни одержують дегідратацією спиртів, дегідрогалогенуванням галогеналканів.

1. Піроліз нафтопродуктів та природного газу – основний промисловий спосіб добування алкенів. Піроліз – процес деструктивного перетворення вуглеводнів при високих температурах ($650 - 900^{\circ}C$). Піроліз вперше застосували в кінці XIX ст. для одержання із керосинової фракції нафти світильного газу. Починаючи з 50-х рр. XX ст. піроліз нафтопродуктів став основним процесом, що забезпечує багатотоннажне виробництво етилену, пропілену, бутиленів.

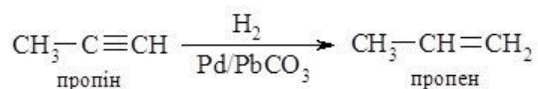
Олефіни C_6-C_{20} одержують термічним крекінгом парафінової фракції при $550^{\circ}C$, яка містить алкани складу $C_{14}-C_{34}$

2. Синтез алкенів із алканів та алкінів. За ступенем насиченості алкени займають проміжне місце між алканами та алкінами. Тому їх можна добувати із насичених вуглеводнів шляхом дегідрування, а із ацетиленових вуглеводнів – шляхом часткового відновлення (гідрування).

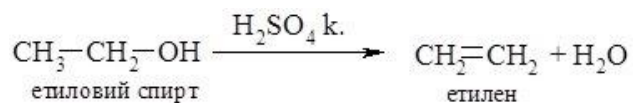
Реакція відщеплення водню (реакція дегідрування) від алканів відбувається в присутності подрібненої платини, нікелю, паладію або інших металів, при підвищених температурі і тиску.



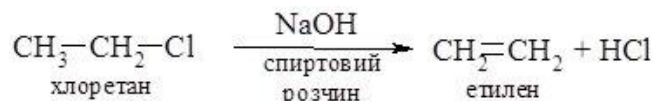
Гідрування (реакція приєднання водню) алкінів до алкенів проводять у присутності каталізаторів, які відновлюють лише потрійний зв'язок і не здатні відновлювати подвійний. Це каталізатори зі зниженими властивостями, наприклад, паладієвий каталізатор, дезактивований (отруєний) солями плюмбуму.



3. Дегідратація спиртів. Відщеплення води від спирту є одним із найпоширеніших методів добування алкенів у лабораторних умовах. Дегідратація спиртів відбувається в присутності каталізатора: сульфатної або ортофосфатної кислоти, алюміній оксиду Al_2O_3 :

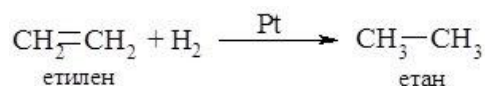


4. Дегідрогалогенування галогеналканів. Відщеплення галогеноводню від галогенопохідних насичених вуглеводнів проводять при нагріванні їх із спиртовим розчином лугу. Продуктами реакції є відповідні алкени з тією ж кількістю атомів Карбону.

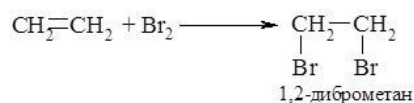


Хімічні властивості. Енергія подвійного зв'язку $\text{C}=\text{C}$ в молекулі C_2H_4 - 612кДж/моль і є значно нижчою ніж подвоєна енергія простого C—C зв'язку ($350 \cdot 2 = 700$ кДж/моль). Це означає що s- та π -зв'язки нерівноцінні. Менш міцним і більш реакційноздатним є π -зв'язок. Для алкенів характерні реакції приєднання, які відбуваються з розривом π -зв'язку і утворенням двох нових простих σ -зв'язків. Характерною особливістю вуглеводнів етиленового ряду є здатність до полімеризації, що веде до утворення високомолекулярних сполук. Алкени вступають також у реакції відновлення та окиснення.

1. Приєднання водню. Реакцію гідрування алкенів проводять у присутності каталізаторів. Найчастіше використовують подрібнені метали – Pt, Ni, Pd та ін. В результаті утворюються відповідні алкани (насичені вуглеводні).



2. Приєднання галогенів. Алкени легко за звичайних умов вступають у реакції з хлором та бромом з утворенням відповідних дигалогеналканів, у яких атоми галогену знаходяться біля сусідніх атомів Карбону.

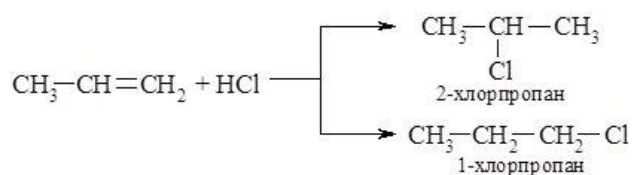


При взаємодії алкенів з бромом спостерігається знебарвлення жовто-бурого забарвлення бромової води. Це одна із найстаріших та найпростіших якісних реакцій на ненасичені вуглеводні, оскільки аналогічно реагують також алкіни та алкадієни.

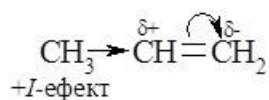
3. Приєднання галогеноводнів. При взаємодії етиленових вуглеводнів з галогеноводнями (HCl, HBr) утворюються галогеналкани, напрям реакції залежить від будови алкенів. У випадку етилену або симетричних алкенів реакція приєднання відбувається однозначно і веде до утворення лише одного продукту:



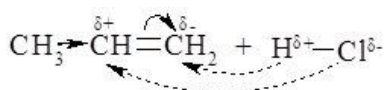
У випадку несиметричних алкенів можливе утворення двох різних продуктів реакції приєднання:



Насправді переважно утворюється лише один продукт реакції. Закономірність напрямку проходження таких реакцій встановив російський хімік В.В. Марковніков у 1869 р. Вона носить назву правило Марковнікова: При взаємодії галогеноводнів з несиметричними алкенами атом Гідрогену приєднується за місцем розриву подвійного зв'язку до найбільш гідрованого атома Карбону, тобто до того, що з'єднаний з більшою кількістю атомів Гідрогену. Дане правило Марковніков сформулював на основі експериментальних даних і тільки значно пізніше воно одержало теоретичне обґрунтування. Розглянемо реакцію пропену з хлороводнем. Однією із особливостей р-зв'язку є його здатність легко поляризуватись. Під впливом метильної групи (позитивний індуктивний ефект +I) в молекулі пропену електронна густина р-зв'язку зміщується до одного з атомів Карбону (=CH₂). Внаслідок цього на ньому виникає частковий негативний заряд (δ⁻). На іншому атомі Карбону подвійного зв'язку відповідно виникає частковий позитивний заряд (δ⁺).

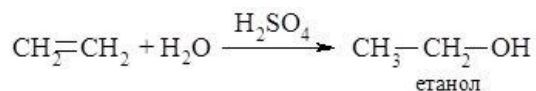


Такий розподіл електронної густини в молекулі пропену визначає місце майбутньої атаки протоном. Це – атом карбону метиленової групи (=CH₂), який несе частковий негативний заряд δ⁻. А хлор, відповідно, атакує атом Карбону з частковим позитивним зарядом δ⁺.

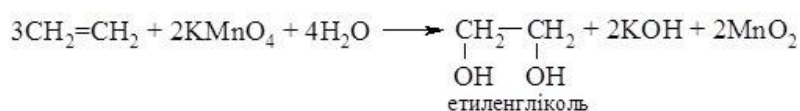


Як наслідок, основним продуктом реакції пропену з хлороводнем є 2-хлоропропан.

4. Приєднання води. Алкени приєднують воду у присутності кислотних каталізаторів. Найчастіше використовують H_2SO_4 або H_3PO_4 . Продуктами реакції є спирти:

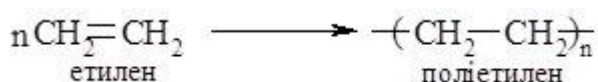


5. Окиснення. Алкени, на відміну від алканів, легко вступають в реакції окиснення. Так, етиленові вуглеводні при кімнатній температурі окиснюються KMnO_4 (реакція Вагнера). При обробці алкенів розбавленим розчином KMnO_4 утворюються двоатомні спирти, які містять дві гідроксильні групи:



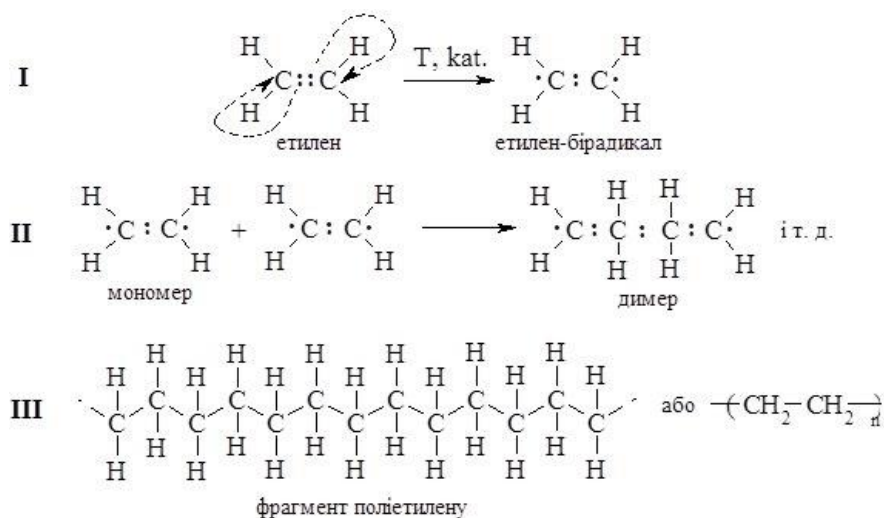
Ця реакція має аналітичне значення, оскільки при її проходженні фіолетовий розчин KMnO_4 знебарвлюється. Аналогічно до реакції з бромною водою - це якісні реакції на алкени

6. Реакції полімеризації. Органічні сполуки з кратними зв'язками здатні сполучатись між собою з утворенням довгих ланцюгових молекул. Якщо дві молекули сполучаються між собою, то продуктом реакції є димер, якщо три – тример. Сполучення великої кількості молекул між собою веде до утворення полімеру (гр. poly – багато, meros – частина). Так молекули C_2H_4 внаслідок розриву подвійного зв'язку здатні зв'язуватись між собою з утворенням поліетилену:



Реакцію полімеризації можна уявити як результат розриву подвійних зв'язків в молекулах ненасиченої сполуки і наступного сполучення цих молекул в одну велику молекулу. При нагріванні C_2H_4 без доступу повітря за наявності каталізатора відбувається розрив подвійного C-C зв'язку, внаслідок чого обидва атоми C одержують по одному неспареному електрону (стають радикалами) (I). Кожен радикал C сполучається з іншим радикалом утворюючи ковалентний зв'язок – відбувається ріст ланцюга полімера (II) У результаті реакції утворюється високомолекулярна сполука – поліетилен (III), яка складається із ланок етилену (мономерів, від гр. monomeros – одиничний), а n вказує на кількість мономерів, які взяли участь у реакції і називається ступенем полімеризації. Група атомів, яка повторюється n разів – $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)$ – **структурна ланка**. Реакцію сполучення між собою низькомолекулярних речовин (мономерів) з утворенням високомолекулярних сполук (полімерів) називають реакцією **полімеризації**.

Вперше полімеризацію етилену провів К. Ціглер (Німеччина, 1953 р.), використовуючи Ti-Al каталізатор. Дж. Натта (Італія) модифікував каталізатор Ціглера (каталізатор Ціглера-Натта – $(Al(C_2H_5)_3+TiCl_4)$ і розробив метод одержання полімерів із заданими властивостями.



Залежно від способу добування, розрізняють поліетилен високого та низького тиску, які відрізняються властивостями. Поліетилен високого тиску (поліетилен низької густини) одержують при тиску 120 – 320МПа і температурі 150-250⁰С. Він м'який і гнучкий, молекулярна маса – 10тис – 50тис. Поліетилен низького тиску (поліетилен високої густини) одержують полімеризацією етилену при атмосферному тиску в присутності комплексних каталізаторів. Твердий, молекулярна маса – 70тис – 400тис. Оскільки поліетилен низького тиску може містити залишки каталізатора, то для виготовлення виробів, які контактують з харчовими продуктами використовують лише поліетилен високого тиску.

Цінні властивості має політетрафторетилен $-(CF_2-CF_2)_n-$ – полімер тетрафторетилену. Його випускають у вигляді пластмаси під назвою тефлон або фторопласт. Він стійкий до дії кислот, лугів, органічних розчинників, негорючий, що дозволяє його застосовувати у хімічній промисловості (при добуванні фтору), медицині (пакувальна тара), побуті (тефлонове покриття посуду).

Мономер	Фрагмент полімеру	Застосування
$ \begin{array}{ccc} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ <p style="text-align: center;">етилен</p>	$ \left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n $ <p style="text-align: center;">поліетилен</p>	пакувальний матеріал, предмети побуту
$ \begin{array}{ccc} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array} $ <p style="text-align: center;">тетрафторетилен</p>	$ \left[\begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n $ <p style="text-align: center;">політетрафторетилен</p>	виготовлення покриття, стійкого в агресивних середовищах

$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array}$ <p>пропілен (пропен)</p>	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ <p>поліпропілен</p>	труби, предмети побуту
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$ <p>хлоретен (вінілхлорид)</p>	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array} \right]_n$ <p>полівінілхлорид</p>	труби, лінолеум, іграшки
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ <p>стирен (вінілбензен)</p>	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$ <p>полістирол</p>	електроізолятори, гудзики, пакувальні матеріали
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{CN} \end{array}$ <p>акрилонітрил</p>	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{CN} \end{array} \right]_n$ <p>поліакрилонітрил</p>	синтетичні волокна
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{O}-\text{C} \\ & & // \\ & & \text{O} \\ & & \\ & & \text{CH}_3 \end{array}$ <p>вінілацетат</p>	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{O}-\text{C} \\ & // \\ & \text{O} \\ & \\ & \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ <p>полівінілацетат</p>	клей ПВА, жувальна гумка
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ & & // \\ & & \text{O} \end{array}$ <p>метилметакрилат</p>	$\left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & -\text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ & // \\ & \text{O} \end{array} \right]_n$ <p>поліметилметакрилат</p>	органічне скло (плексиглас)

В останні роки значно зросла кількість галузей застосування полімерних продуктів. Полімери – довговічні матеріали і в природі відсутні процеси, які б їх руйнували, тому через кілька десятків років їх кількість на Землі зростає до катастрофічних розмірів. Для запобігання цьому створено різноманітні способи рециркуляції (повторного використання) полімерів. Використані полімери сортують за типом, переплавляють і повторно використовують. Найчастіше переробляють пляшки з-під напоїв, однак можлива переробка практично будь-якого полімеру.

Застосування. Основну масу C_2H_4 використовують для одержання полімерів, в органічному синтезі (добування галогенопохідних, етанолу тощо). Він є гормон росту, який контролює дозрівання фруктів та появи у них забарвлення. У невеликих кількостях він міститься у тканинах рослин, особливо плодів, накопичення C_2H_4 у листках викликає листопад. Для прискорення дозрівання фруктів застосовують метод обприскування садів C_2H_4 . Він прискорює досягання і зрілих плодів (зелених помідорів), для цього

достатньо навіть мінімальної його кількості в повітрі. Виявляє слабку наркотичну дію, раніше його застосовували для наркозу при хірургічних операціях.

Пропен (пропілен) $\text{CH}_3\text{--CH=CH}_2$ – газ, нерозчинний у воді. Вперше одержав Рейнолдс у 1849 р. при пропусканні парів алілового спирту ($\text{C}_3\text{H}_5\text{OH}$) через розпечену до червона залізму трубку. Одержують з продуктів переробки нафти, паралельно з етиленом. Застосовують для одержання полімерів, в органічному синтезі; для добування кумену (ізопропілбензену) – вихідної речовини у синтезі ацетону та фенолу; для синтезу гліцеролу.

Алкени – найпростіші ненасичені вуглеводні; приєднання молекули водню за місцем розриву подвійного зв'язку перетворює їх у насичені вуглеводні.

У 1865 р. Е. Ерленмейер запропонував позначати подвійний і потрійний зв'язки при написанні структурних формул відповідно $\text{C}=\text{C}$ та $\text{C}\equiv\text{C}$.

Окремі представники:

Етилен — викликає наркоз, володіє дратівливою і мутагенною дією.

Пропілен — викликає наркоз (сильніше, ніж етилен), викликає загальнотоксичну і мутагенну дію.

Бутен-2 — викликає наркоз, володіє дратівливою дією[8].

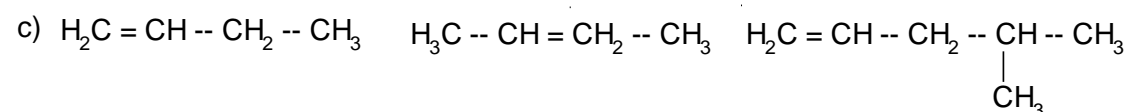
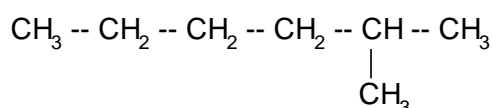
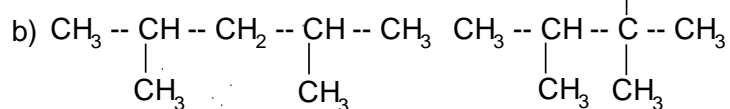
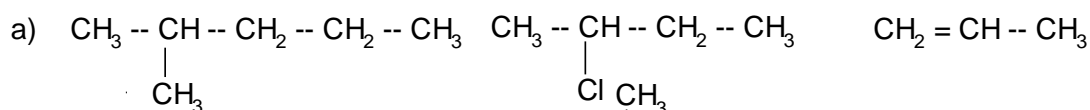
Завдання для самостійного опрацювання

1. Написати формули речовин

- а) 3-метил-5-бромогекс-2-ен; б) 3-бromo-5-метилгекс-5-ен; в) 5-бromo-3-метил-гекс-2-ен; г) 3-метил-5-бромогепт-2-ен. д) 2,2,3-триметилпент-6-ен; е) 3,4,4-триметилпент-1-ен; є) 2,2-диметил-3-метилпент-4-ен; ж) 3-метилбутен.

2. Назвати речовини

1.



3. Написати рівняння реакції взаємодії пропену з HBr , H_2 ; HCl , Cl_2 , KMnO_4 , H_2O .

- 4 Написати формули сполук: а) 3-метил-5-бромогекс-2-ен; б) бут-2-ен; в) 2,3,4-триметилпент-2-ен; г) 3,4,4-триметилпент-2-ен;

5. Встановити відповідність між реакційною здатністю галогенів і реакцією галогенування

- | | |
|---------|---|
| 1. Фтор | А. Взаємодіє повільно на сонячному світлі |
| 2. Хлор | Б. Загоряння реакційної суміші |
| 3. Бром | В. Взаємодіє при нагріванні. |
| 4. Йод | Г. Взаємодіє швидко на сонячному світлі з вибухом |

6. Вказати назву речовини, з якої в одну стадію можна одержати 1,2-дібромом-1-бутен:

а) 1-бутин; б) 2-бутен; в) бутан; г) 1,2-бутадиєн.

7. Вказати кількість атомів Гідрогену в молекулі найближчих 2 гомологів пент-1-ену

Література

1. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. – К.: “Перун”, 2002. – 544 с.
2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Київ – Вінниця: Нова книга, 2007. – 432 с.
3. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
4. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 592 с.
5. Перекалин В.В., Зонис С.А. Органическая химия. – М.: “Просвещение”, 1973. – 690 с.

Лекція № 4

Тема: Аліфатичні вуглеводні. Алкадієни (дієнові вуглеводні).

Мета: Вивчити будову і класифікацію алкадієнів, їх властивості. Розглянути практичне застосування дієнових вуглеводнів.

План

1. Класифікація.
2. Будова, номенклатура та ізомерія дієнових вуглеводнів.
3. Одержання алкадієнів.
4. Фізичні властивості алкадієнів.
5. Хімічні властивості дієнових вуглеводнів.
6. Окремі представники. Застосування алкадієнів.

Дієнові вуглеводні (алкадієни) - це ненасичені органічні сполуки, які містять у складі молекули два подвійних зв'язки (чотири атоми Карбону є у стані sp^2 -гібридизації) між атомами Карбону.

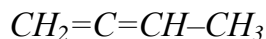
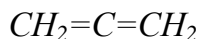
Вуглеводні, що мають відкритий вуглецевий ланцюг називають *алкадієнами*, а циклічні – *циклоалкадієни*.

Загальна формула дієнових вуглеводнів C_nH_{2n-2} .

1. Класифікація

В молекулах дієнових вуглеводнів два подвійних зв'язки можуть знаходитись у різних положеннях один відносно другого. Залежно від розміщення подвійних зв'язків алкадієни поділяють на три типи:

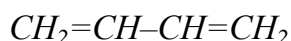
1) **кумулявані** – алкадієни, у яких подвійні зв'язки у карбоновому ланцюзі розташовані поруч, наприклад:



Пропадієн (аллен)

Бут-1,2-адієн

2) **спряжені** або **кон'юговані** - алкадієни, у яких подвійні зв'язки у карбоновому ланцюзі розділені одним одинарним С–С-зв'язком, наприклад:



Бут-1,3-дієн

3) **ізолювані** - алкадієни, у яких подвійні зв'язки у карбоновому ланцюзі розділені двома і більше одинарними С–С-зв'язками, наприклад:



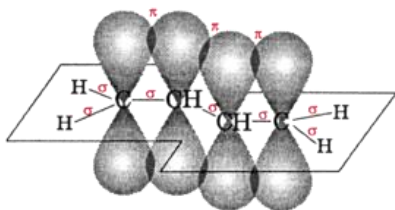
Пент-1,4-дієн

2. Будова, номенклатура та ізомерія дієнових вуглеводнів

Будова. Найбільше значення мають дієни зі спряженими подвійними зв'язками. Розглянемо їх будову на прикладі Бут-1,3-дієну (дивінілу).

У молекулах спряжених алкадієнів чотири сусідні атоми Карбону знаходяться у стані sp^2 -гібридизації, унаслідок чого спостерігається ефект π, π -спряження. За рахунок π, π -спряження утворюється спільна електронна густина з чотирьох не гібридизованих p -електронів, змінюється довжина зв'язків між атомами Карбону, зменшується енергія молекули.

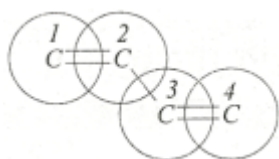
Електронна будова У молекулі бут-1,3-дієну немає повноцінних простих і подвійних зв'язків між Карбонами, π -електронна густина розподілена по всьому карбоновому ланцюгу, що впливає на хімічні властивості речовини. Тому структурну формулу молекули часто записують так:



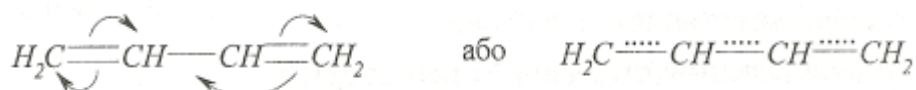
Наявність подвійного зв'язку біля кожного атома Карбону означає, що всі атоми перебувають у стані sp^2 -гібридизації й розміщені в одній площині. Молекула бут-1,3-дієну фактично складається з двох сполучених залишків етену " $\text{CH}_2=\text{CH}-$ ". Негібридизовані p -орбіталі перекриваються, утворюючи єдину π -електронну систему — над і під площиною молекули. Перекривання p -хмар з утворенням π -зв'язків відбувається не лише між першим/другим і третім/четвертим атомами Карбону, а й між другим і третім, де за

формулою номінально проміжний одинарний σ -зв'язок. Це зумовлює зміщення, внаслідок якого усі три зв'язки довші ніж звичайні $C=C$ та коротші від простого $C-C$ зв'язку.

В результаті електронографічних досліджень було встановлено, що подвійні зв'язки в молекулі між першим і другим, а також між третім та четвертим атомами Карбону дещо довші (0,136 нм), ніж подвійний зв'язок в молекулі етилену (0,134 нм). Простий зв'язок між другим і третім вуглецевими атомами коротший за звичайний σ -зв'язок (0,146 нм і 0,154 нм відповідно). Причина такого вирівнювання довжин вуглець-вуглецевих зв'язків полягає в тому, що $2p$ -орбіталі усіх чотирьох атомів Карбону перекриваються між собою з утворенням однієї π -електронної хмари (однак це перекривання між другим і третім атомами Карбону дещо менше):



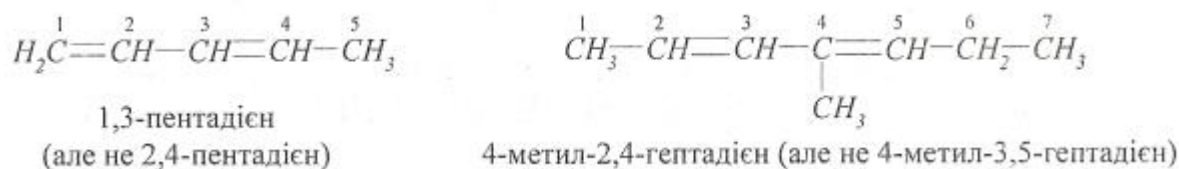
Таким чином, в молекулі бут-1,3-дієну, яка являє собою делокалізовану систему π -електронів, немає „чистих” подвійних і простих зв'язків. Таке вирівнювання (делокалізацію) π -електронної густини можна зобразити схемою:



Взаємодія двох сусідніх π -зв'язків сприяє процесу взаємного впливу атомів в цій системі (ефект спряження) і пониженню загальної енергії молекули.

Електронна густина спряженої системи π -зв'язків значно легше поляризується, ніж ізольованих π -зв'язків. Тому дієнові вуглеводні зі спряженими подвійними зв'язками легше ніж алкени, вступають у реакції за рахунок розриву π -зв'язків. Оскільки при поляризації електронна густина спряжених π -зв'язків веде себе як єдина система, то переважає приєднання реагенту по кінцях спряженої системи, тобто у положення 1,4.

Номенклатура. За систематичною номенклатурою дієнові вуглеводні називають замінюючи суфікс **-ан** на **-дієн** (два подвійних зв'язки). Нумерацію вуглецевих атомів здійснюють так, щоб сума цифр, якими позначають положення подвійних зв'язків, була найменшою:



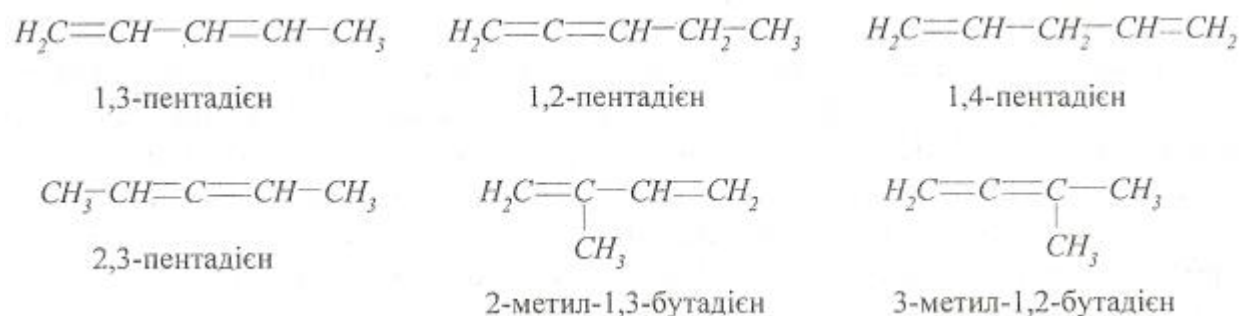
В систематичній номенклатурі зберігаються такі тривіальні назви, як *ален* (1,2-пропадієн), *дивініл* (1,3-бутадієн), *ізопрен* (2-метил-1,3-бутадієн).

Ізомерія. Для алкадієнів характерні ті ж види ізомерії, що і для алкенів:

- ізомерія карбонового скелета

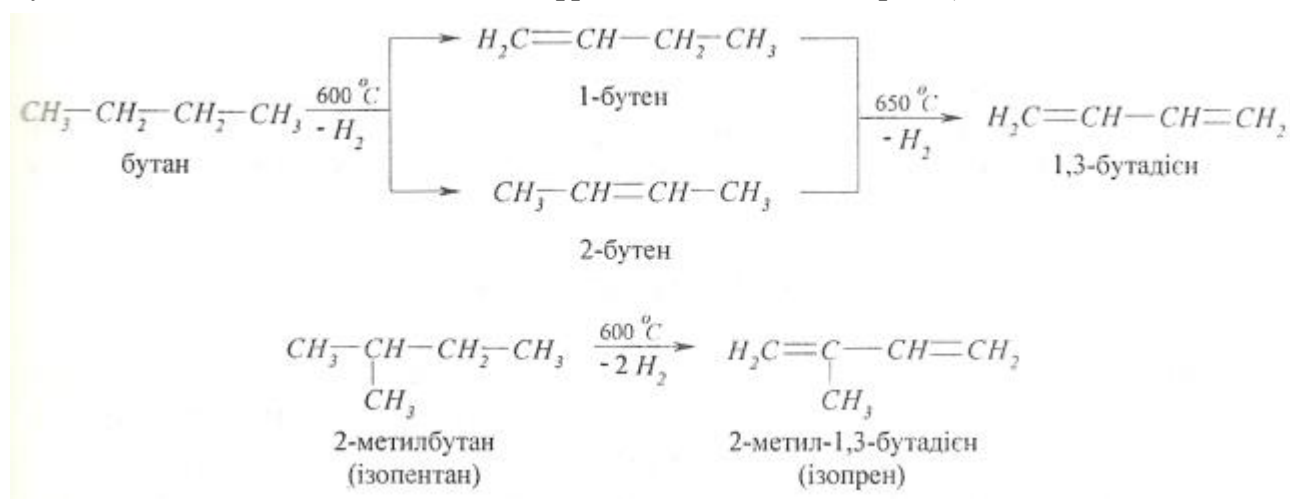
- ізомерія положення подвійних зв'язків;
- геометрична (цис-, транс-) ізомерія;
- міжкласова ізомерія (з алкінами).

Наприклад, для дієна з молекулярною формулою C_5H_8 можливі такі ізомери:



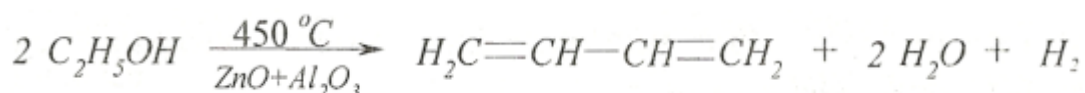
3. Одержання алкадієнів

1) із продуктів крекінгу нафти. Основним промисловим способом одержання дивінілу (1,3-бутадієну) та ізопрену (2-метил-1,3-бутадієну) є дегідрування відповідних бутан-бутенової або ізопентан-пентенової фракції над каталізатором (Cr_2O_3 або Al_2O_3):



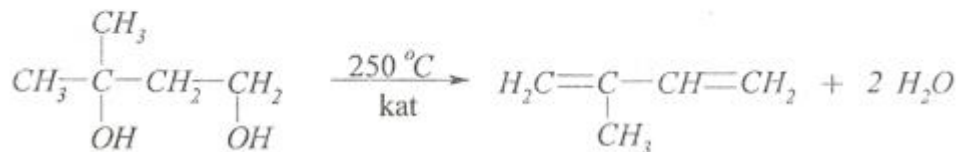
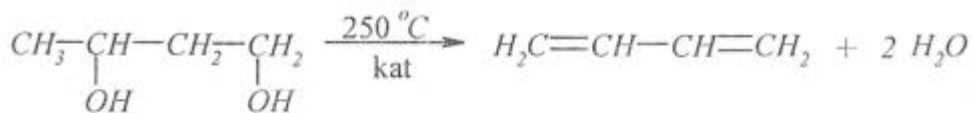
Вихідні речовини (сировина) виділяються з продуктів нафтопереробки або супутніх газів.

2) з етилового спирту. Вперше дивініл був одержаний за методом С.В.Лебедева (1874-1934) з етилового спирту. В подальшому цей метод був покладений в основу його промислового синтезу (1932 р.). Як каталізатор використовуються оксиди алюмінію та цинку, які сприяють одночасній дегідратації (відщепленню води) та дегідруванню (відщепленню водню):

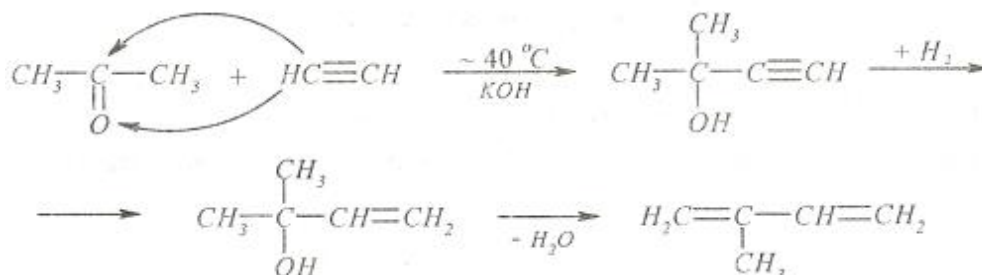


В наш час цей спосіб має обмежене застосування, так як його використовують лише при наявності дешевого синтетичного етилового спирту.

3) Дивініл та ізопрен одержують в невеликих кількостях з продуктів піролізу нафти, а також дегідратацією гліколей (двоатомних спиртів):



4) Ізопрен можна одержати з ацетилену та ацетону (метод А.Е.Фаворського):



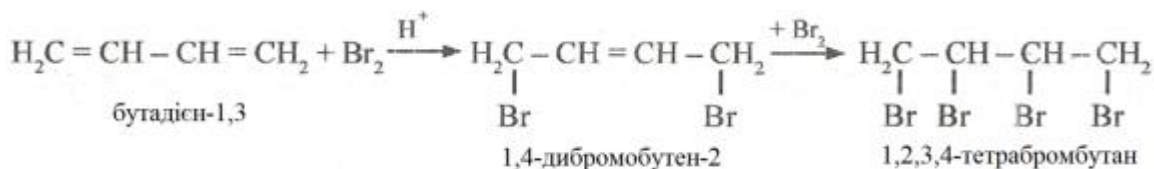
Світове виробництво 1,3-бутадієну та ізопрену перевищує кілька млн. тонн в рік, так як вони використовуються у виробництві синтетичного каучуку (СК).

4. Фізичні властивості алкадієнів

Дивініл (бутадієн-1,3) та ізопрену (2-метил-1,3-бутадієну) за звичайних умов - газоподібна речовина, має неприємний запах. Ізопрен (2-метилбутадієн-1,3) та інші найпростіші алкадієни - леткі рідини. Звичайні закономірності зміни фізичних властивостей, які характерні для гомологічних рядів вуглеводнів, властиві для дієнових вуглеводнів. Для алкадієнів зі спряженими подвійними зв'язками характерні аномально високі показники заломлення світла. Алкадієни поглинають ультрафіолетове випромінювання в довгохвильовій ділянці спектру.

5. Хімічні властивості дієнових вуглеводнів

Дієни, що містять ізольовані або кумульовані подвійні зв'язки, поводять себе як звичайні алкени. Приєднання проходить незалежно за кожним подвійним зв'язком. При цьому на одну молекулу дієну можуть витрачатися дві молекули реагенту (H_2 , Hal_2 , HHal та ін.):



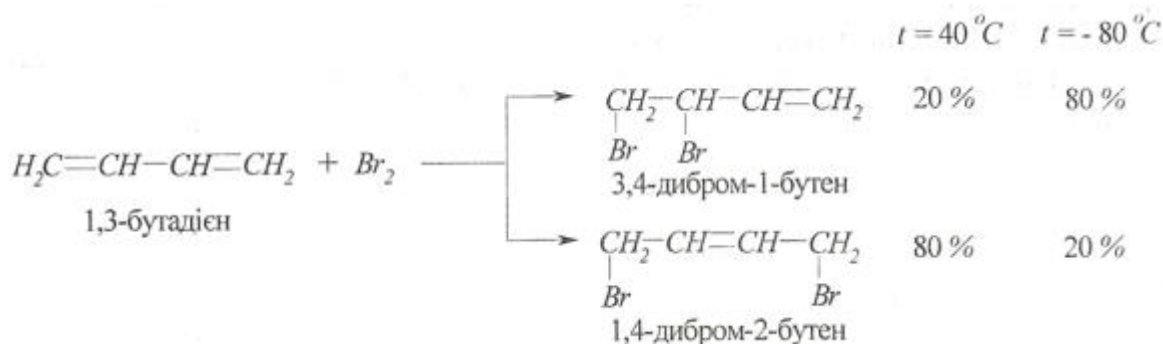
Особливості хімічних властивостей алкадієнів зі спряженими подвійними зв'язками

Алкадієни, які містять спряжені подвійні зв'язки, мають високу реакційну здатність і відрізняються рядом особливостей. Ці особливості зумовлені тим, що систему спряжених подвійних зв'язків слід розглядати як єдине ціле, а не як просту комбінацію двох подвійних зв'язків.

Реакції приєднання

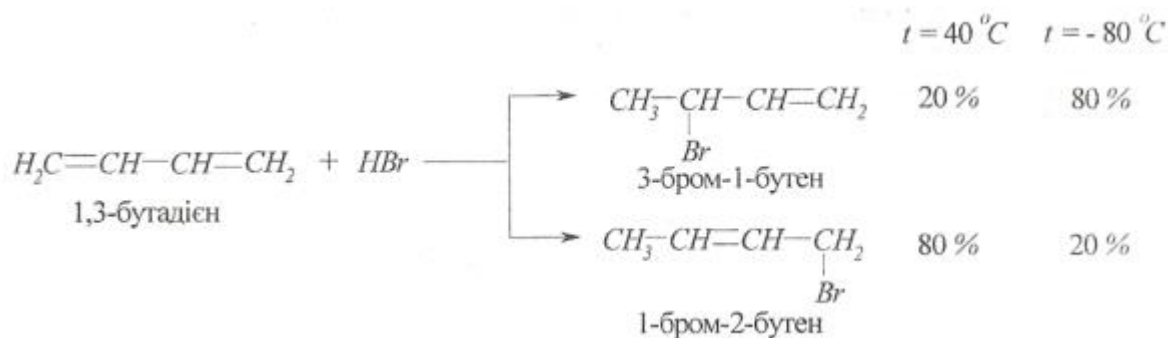
Наявність π, π -спряження у 1,3-алкадієнів проявляється в їх реакціях приєднання, що протікають у двох напрямках: 1,2- та 1,4-приєднання. Співвідношення ізомерних продуктів приєднання визначається температурою проведення реакції, полярністю розчинника, характером реагенту. За низьких температур і в неполярних розчинниках приєднання відбувається переважно у положення 1,2, а при підвищених температурах і в полярних розчинниках – у положення 1,4, оскільки цей ізомер більш термодинамічно стійкий.

1. Галогенування.



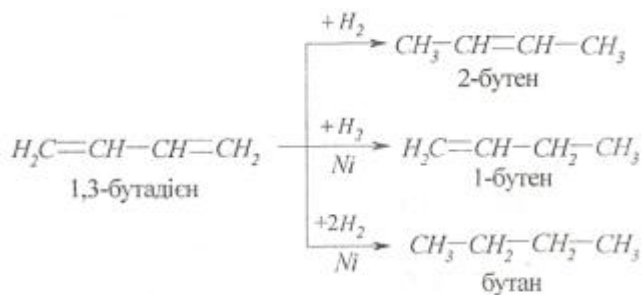
При низькій температурі в основному одержується продукт 1,2-приєднання, оскільки швидкість його утворення вища. При підвищенні температури зростає частка продукту 1,4-приєднання, так як він є термодинамічно стійкішим.

2. Приєднання електрофільних реагентів (HHal , HNO_3 , H_2SO_4 , H_2O) відбувається подібно до галогенування:



3. Гідрування.

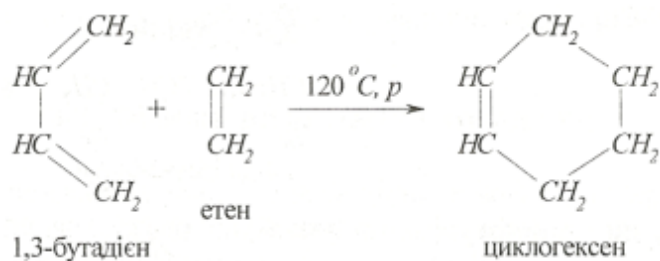
Вихід продуктів 1,4- або 1,2-приєднання залежить від характеру реагенту та від умов проведення реакції. Наприклад, водень в момент виділення ($\text{Zn}+\text{HCl}$) приєднується в положення 1,4, а газоподібний водень (над каталізатором – Ni) – в положення 1,2 або повністю гідрує бутадиєн до бутану:



Дієновий синтез

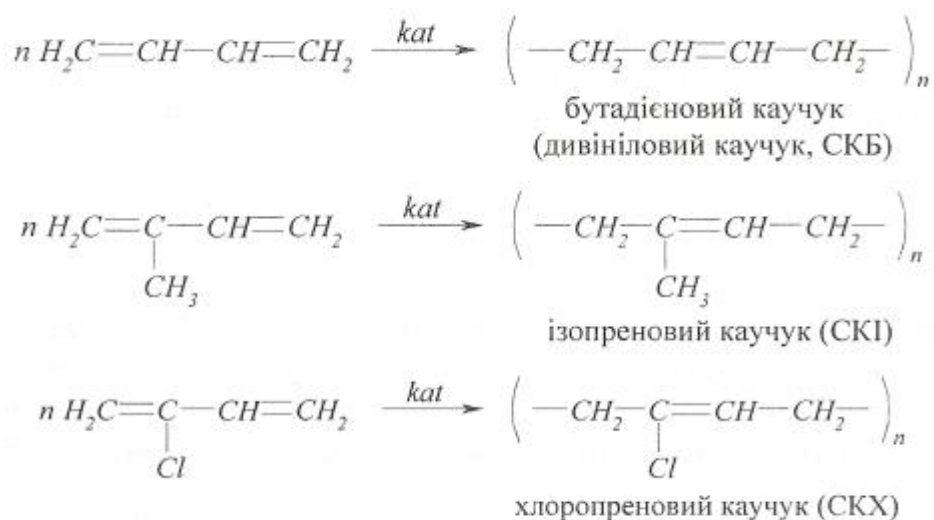
Однією з найважливіших реакцій, яка застосовується для одержання багатьох циклічних сполук, є реакція **дієнового синтезу**. Цей вид реакції полягає в 1,4-приєднанні алкєну або алкіну до дієнового вуглеводню зі спряженими подвійними зв'язками. Такі реакції відомі як синтез Дільса-Альдера.

Найпростішим прикладом дієнового синтезу може бути реакція приєднання етену до 1,3-бутадієну:



Реакції полімеризації

1,3-Алкадієни легко полімеризуються, головним чином, шляхом 1,4-приєднання. Полімеризація 1,3-алкадієнів, в залежності від умов проведення а також природи каталізатора, може відбуватися за вільнорадикальним або йонним механізмом. В результаті утворюються полімери - каучуки, які мають широке використання в промисловості і побуті. Уперше промислове виробництво синтетичного каучуку було здійснено у 1932р.:



Продукти полімеризації спряжених дієнів називають **синтетичними каучуками (СК)**.

Важливе значення має перетворення каучуків у гуму – процес вулканізації.

Якісні реакції алкадієнів

Алкадієни, як і алкени виявляють за знебарвленням бромної води і розчину калій перманганату у кислому середовищі.

6. Окремі представники. Застосування алкадієнів

Спряжені алкадієни широко використовують для одержання синтетичних каучуків, шестичленних циклічних органічних сполук, а також низки ненасичених органічних сполук етиленового ряду.

Дивініл (бутадієн-1,3) $H_2C=CH-CH=CH_2$ – безбарвний газ з різким неприємним запахом, який зріджується при температурі $-4,5^\circ C$. Служить однією з найважливіших вихідних речовин (мономером) для виробництва синтетичних каучуків і латексів, пластмас та інших органічних сполук.

Ізопрен (2-метилбутадієн-1,3) $H_2C=C(CH_3)-CH=CH_2$ – безбарвна рідина з температурою кипіння $34,1^\circ C$. Сам ізопрен в природі не зустрічається, але сполуки, вуглецевий скелет яких побудований з ізопренових ланок, поширені в рослинному та тваринному світі. Їх називають ізопреноїдними сполуками. Він є структурною складовою природного каучуку та інших сполук (терпенів, каротиноїдів тощо). Використовується для одержання синтетичного каучуку.

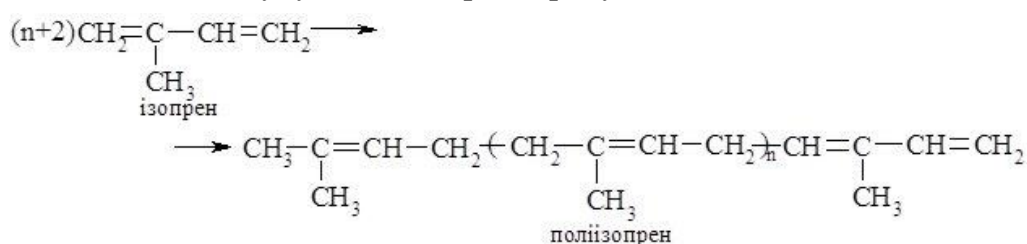
Хлоропрен (2-хлорбутадієн-1,3) $H_2C=CCl-CH=CH_2$ – безбарвна токсична рідина. До Як сировина для одержання хлоропрену використовується **вінілацетилен** $H_2C=CH-C=CH$. Його застосовують для виробництва хлоропренового синтетичного каучуку.

2,3-Диметилбутадієн-1,3 $H_2C=C(CH_3)-C(CH_3)=CH_2$ – рідина, яка кипить при $69,6^\circ C$. Легко полімеризується з утворенням „метилкаучуку”.

Аллен (пропадієн) $H_2C=C=CH_2$ – аллен відноситься до кумульованих дієнів. Він утворюється при піролізі бензину. Може бути використаний для одержання високомолекулярної сполуки – поліаллена, що має стереорегулярну структуру, а також для різних синт Найбільше теоретичне та практичне значення мають кон'юговані дієни, які виявляють специфічні властивості, і є вихідними речовинами у виробництві синтетичного каучуку.

Каучуки – еластичні матеріали, з яких шляхом спеціальної обробки одержують гуму. Натуральний каучук – еластична маса, яку одержують із молочного соку (латексу) бразильського каучуконосного дерева – гевеї. Каучук добували ще давні індіанці Південної Америки. У Європі про каучук дізнались від учасників другої експедиції Х. Колумба у 1493 – 1496рр. Вони спостерігали, як на острові Гаїті місцеві жителі грали м'ячем, зробленим з еластичної смоли, яку вони називали каучук (від індіанських слів соа – сльози і ошу – дерево, тобто “сльози дерева”). Туземці добували смолу, роблячи на стовбурі гевеї надріз, з якого витікала біла рідина, яка при затвердінні темнішала. Цією

смолою індіанці замазували днища човнів, робили з неї чоботи. Через 300 років англієць Макінтош почав робити плащі з тканини, просоченої каучуком, розчиненим у бензині (1823р.). Вони дістали назву “макінтош”. Але плащі на холоді ставали крихкими, а при високій температурі – липкими. Покращили властивості каучуку у 1832р. Людерсдорф виявив, що при обробці каучуку розчином сірки в скипидарі, він стає більш стійким. Незалежно від нього Ч. Генкок та Гульєр у 1842р. відкрили процес вулканізації. Гульєр випадково впустив каучукову пластинку посипану сіркою на гарячу плиту. А коли зняв її, то побачив, що вона не зіпсувалася, а набула нових властивостей. Ч. Генкок назвав цей процес “вулканізація” на честь древньоримського бога підземного вогню Вулкана. Новий продукт назвали гумою. Лише у 1924 р. будову каучуку з’ясував Г. Штаудінгер. Він встановив, що каучук – полімер ізопрену:



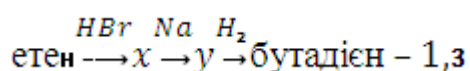
У 1876 р. Уїкгеш таємно вивіз із Бразилії насіння гевеї до Лондона. Звідти рослина потрапила на о. Цейлон, де були розбиті перші плантації гевеї. У 1936р. на частку Бразилії припадало лише 20% світового виробництва каучуку.

Синтетичний каучук. Перший промисловий спосіб виробництва синтетичного бутадієнового каучуку (СКБ – синтетичний каучук бутадієновий) запропонував С.В. Лебедев у 1927р. (масове виробництво розпочалось у 1932 р.). За цим способом бут-1,3-дієн отримували з етанолу, реакцією полімеризації у присутності металічного натрію. Крім полібутадієнового каучуку значного поширення набули співполімерні каучуки – продукти полімеризації бут-1,3-дієну з іншими ненасиченими сполуками (стиролом – бутадієн-стирольний каучук (СКС), акрилонітрилом – бутадієн-нітрильний каучук (СКН).

Контрольні питання і завдання

1. Які сполуки називають алкадієнами? Які є типи алкадієнів? Які з них мають найбільше технічне значення? Запишіть формули і назвіть найважливіших представників цього типу алкадієнів.
2. Охарактеризуйте природу хімічних зв’язків у молекулі бутадієну-1,3. В якому валентному стані знаходиться кожен з атомів Карбону в бутадієні-1,3?
3. Який тип реакцій характерний для спряжених алкадієнів? В які положення і за яких умов вони відбуваються?
4. Здійсніть наступні перетворення:
 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_6 \rightarrow \text{каучук.}$

5. Алкадієн масою 2,7г повністю прореагував з 16г бромю. Знайдіть молекулярну формулу вихідної сполуки.
6. Яку масу бутадієну-1,3 можна добути з 10л бутану (н.у.), об'ємна частка домішок в якому становить 10%? Укажіть умови перебігу реакції.
7. Обчисліть скільки кілограмів дивінілу можна одержати зі 100л етанолу, якщо масова частка спирту 96%, а густина 0,8г/см³. Масова частка виходу дивінілу становить 75% від теоретично можливого.
8. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити наступні перетворення:



Назвіть сполуки x та y , вкажіть умови перебігу реакцій.

9. Укажіть продукти приєднання 2моль гідроген хлориду до:
 - а) 1моль пентадієну-1,4;
 - б) 1моль пентадієну-1,3.
10. На реакцію гідрування 10,8г дієну витрачено 8,96л водню (н.у.). Назвіть утворену сполуку і її кількість.
11. Визначте, скільки бутадієну-1,3 можна одержати з 5л бутану (н.у.), що містить 10% домішок?

Література

1. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
2. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 592 с.
3. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. – К.: “Перун”, 2002. – 544 с.
2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Київ – Вінниця: Нова книга, 2007. – 432 с.

[PDF][Короткий конспект лекцій](#)

elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/400/1/ек.лок.%20К.л.орг.хімія.2013.pdf

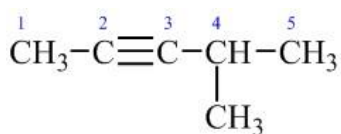
Л. 4. Алкіни. Поняття про потрійний зв'язок. Фізичні та хімічні властивості. Застосування. Добування.

План.

1. Загальна характеристика алкінів.
2. Електронна будова.
3. Фізичні властивості
4. Промислові методи одержання алкінів
5. Хімічні властивості.
6. Застосування.

Алкіни (ацетиленові вуглеводні), члени групи вуглеводнів із загальною формулою C_nH_{2n-2} , називаються також ацетиленами, за тривіальною назвою першого предстаника гомологічного ряду, ненасичені сполуки; характеризуються одним чи більше потрійними зв'язками між атомами вуглецю. Алкіни або ацетиленові вуглеводні - це аліфатичні ненасичені вуглеводні, в молекулах яких між атомами Карбону міститься один потрійний зв'язок $-C\equiv C-$. Як видно із загальної формули, алкіни є ізомерами алкадієнів.

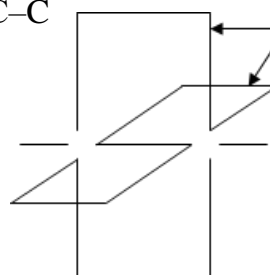
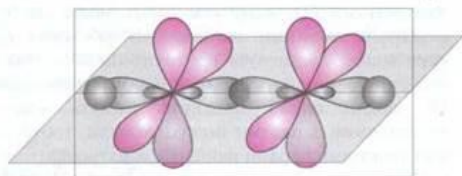
Назва алкінів за номенклатурою IUPAC утворюються з назв аналогічно побудованих алканів заміною суфіксу -ан на -ин (-ін) із зазначенням цифрою місця розташування потрійного зв'язку. Головний карбоновий ланцюг повинен включати потрійний зв'язок, навіть якщо він не найдовший. Нумерацію ланцюга починають з того кінця, ближче до якого знаходиться потрійний $C\equiv C$ зв'язок.



4-метилпент-2-ин

Для алкінів характерна міжкласова **ізомерія**, ізомерія карбонового ланцюга та місця положення потрійного зв'язку.

Електронна будова. Атоми С в молекулі C_2H_2 перебувають у стані sp -гібридизації. Це означає, що кожен атом С володіє двома гібридними sp -орбітальми, осі яких розташовані на одній лінії під кутом 180° один до одного, а дві p -орбіталі залишаються негібридизованими. По одній гібридній орбіталі кожного атома С взаємно перекриваються з утворенням σ -зв'язку. Інша гібридна орбіталь перекривається з s -орбітальною атома Н, утворюючи σ -зв'язок С-Н. Дві негібридні π -орбіталі кожного атома С, розташовані перпендикулярно одна одній і перпендикулярно напрямку σ -зв'язків, взаємно перекриваються і утворюють два π -зв'язки. Таким чином, потрійний зв'язок характеризується поєднанням одного σ -і двох π -зв'язків. Довжина потрійного зв'язку становить $0,120\text{нм}$, і значно коротша за довжину $C-C$ ($0,154\text{нм}$) для алкану і $C=C$ ($0,133\text{нм}$) для алкену.



Фізичні властивості

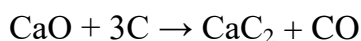
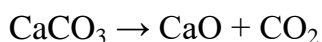
Алкіни C_2-C_4 - це гази, C_5-C_{16} - рідини, а від C_{16} - тверді речовини. Наявність потрійного зв'язку в ланцюзі приводить до підвищення температури кипіння, густини і розчинності їх у воді в порівнянні з олефінами і парафинами. Легкі алкіни - гази, більш важкі - рідини

або тверді речовини.. Всі ацетиленові вуглеводні – безбарвні речовини, практично не розчинні у воді, але добре розчинні в органічних розчинниках.

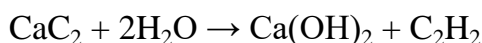
I. Промислові методи одержання алкінів

1. Карбідний метод

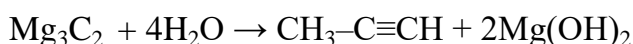
Метод добування ацетилену започаткований Ф. Велером. Кальцій карбід отримують шляхом спікання вапняку з коксом в електропечах при температурі 2000°C



При дії на отриманий карбід води утворюється натрій гідроксид і ацетилен

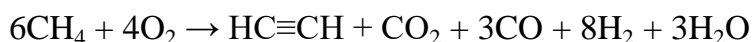


За карбіду магнію Mg_3C_2 аналогічно утворюється пропін



2. Піроліз вуглеводнів. Ацетилен добувають піролізом метану при високій температурі в 1200-1500°C з наступним швидким охолодженням продуктів реакції. Продукти, отримані в результаті реакції піролізу метану, швидко охолоджуються до температури 90-200°C. Робиться це для того, щоб зберегти ацетилен, оскільки при такій температурі реакція його розкладу припиняється $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + 3\text{H}_2$

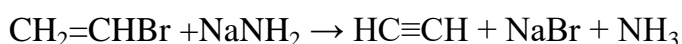
У промисловості також використовують термоокиснювальний піроліз метану. Цей процес полягає в неповному згорянні суміші метану з киснем при температурі 1450-1500°C і атмосферному тиску. Метан який не прореагував при цій температурі розкладається з утворенням ацетилену і ряду інших продуктів



Також ацетилен добувають піролізом вуглеводневої сировини (бензину, гасу) при 1200-1500°C, який проходить легше ніж піроліз метану $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow 3\text{HC}\equiv\text{CH} + 4\text{H}_2$

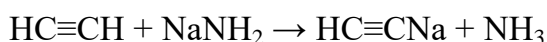
II. Лабораторні методи одержання алкінів

1. Дегідрогалогенування дигалогеналканів або галогеналкенів. Реакція дегідрогалогенування відбувається при підвищених температурах сильними основами (спиртовий розчин лугу, алкоголят, амід натрію тощо) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHBr}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$

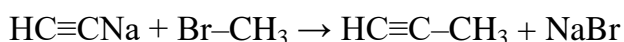


2. Алкілювання алкінів. Алкілювання алкінів проводять в два етапи.

1) утворення ацетиленідів



2) дія алкілгалогеніду на ацетиленід



Хімічні властивості алкінів подібні до властивостей етину. Вони зумовлені наявністю в їх молекулі потрійного зв'язку $\text{-C}\equiv\text{C-}$. Цей зв'язок – поєднання одного σ - та двох π -

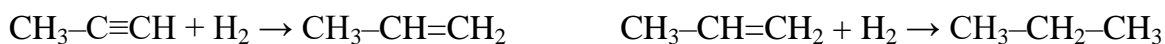
зв'язків. Атоми С, які утворюють такий зв'язок перебувають у стані sp-гібридизації.

Довжина зв'язку

$\text{—C}\equiv\text{C—}$ 1,205Å, довжина зв'язку °C—H – 1,059Å. Енергія $\text{—C}\equiv\text{C—}$ 836 кДж/моль, і значно менша ніж сума енергій трьох одинарних зв'язків. Хімічні властивості алкінів схожі з алкенами, що обумовлено їхньою ненасиченістю. Однак, внаслідок особливостей будови потрійного зв'язку алкіни проявляють меншу здатність до реакцій електрофільного приєднання Ае порівняно з алкенами і вступають в реакції нуклеофільного приєднання Ап, в яку алкени не вступають. Для алкінів характерні реакції приєднання, окиснення, полімеризації, ізомеризації та заміщення.

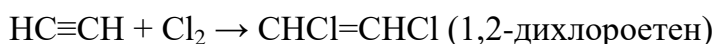
Реакції приєднання алкінів супроводжуються поетапним розривом двох π -зв'язків. Спочатку розривається один π -зв'язок і на місці потрійного зв'язку залишається подвійний, який після розриву другого π -зв'язку перетворюється на простий С-С зв'язок. Таким чином, завдяки наявності двох π -зв'язків, до однієї молекули ацетиленового вуглеводню може приєднатись дві молекули реагенту. Але, на відміну від алкенів, для алкінів з кінцевим потрійним зв'язком характерні також і реакції заміщення (утворення ацетиленідів). Це зумовлено слабкими кислотними властивостями - $\text{C}\equiv\text{C—H}$ -групи.

1. Реакції приєднання Гідрювання алкінів здійснюється при нагріванні з тими ж металічними каталізаторами (Ni, Pd або Pt), що й у випадку алкенів, але з меншою швидкістю. На першій стадії алкін гідрується до алкену, а на другій швидко перетворюється на алкан

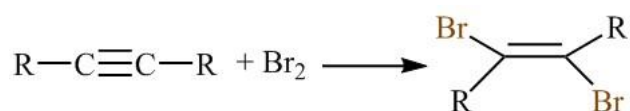


Реакцію можна зупинити на першій стадії використавши менш активний каталізатор

2. Галогенування. Електрофільне приєднання галогенів до алкінів проходить повільніше ніж до алкенів і проходить у дві стадії, які відрізняються між собою швидкістю

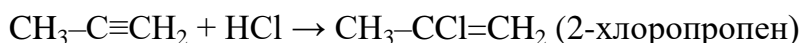


Галогенування алкінів проходить як транс-приєднання



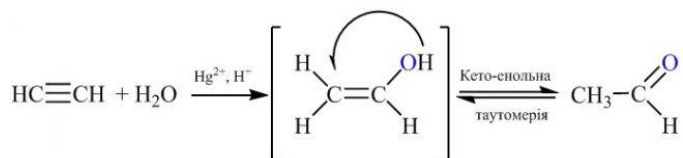
Знебарвлення жовто-бурого забарвлення бромної води є якісною реакцією на потрійний зв'язок.

3. Гідрогалогенування. Взаємодія алкінів з галогеноводнями також проходить за електрофільним механізмом. Реакція йде в дві стадії: спершу утворюється галогеналкен, який далі переходить в дигалогеналкан. Взаємодія галогеноводнів з несиметричними алкінами здійснюється за правилом Марковнікова і відбувається в транс-положення

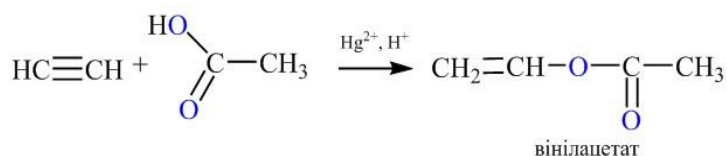


Даною реакцією у промисловості добувають вінілхлорид, який є вихідною речовиною для добування полівінілхлориду (ПВХ) $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ (хлороетен, вінілхлорид)

4. Гідратація алкінів (реакція М. Кучерова). Приєднання води до алкінів відбувається у присутності 10% H_2SO_4 та 3% HgSO_4 . Реакція проходить через утворення нестійкого ненасиченого спирту (енолу) який внаслідок кето-енольної таутомерії переходить в етаналь (у випадку ацетилену) або в кетон (у випадку будь-яких інших алкінів)



5. Приєднання кислот. Для проведення реакції алкінів з кислотами як каталізатори використовують солі ртуті (II), купруму (I), кислоти Льюїса тощо. Взаємодією ацетилену з етановою кислотою синтезують вінілацетат або вініловий естер оцтової кислоти, який використовують для виробництва полівінілацетату (ПВА).



Взаємодією ціанідної кислоти з ацетиленом синтезують інший важливий продукт нітрил акрилової кислоти (акрилонітрил)



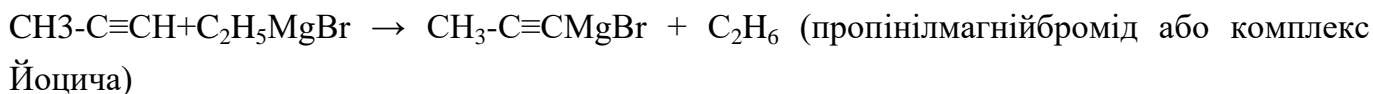
6. Утворення алкінідів (ацетиленідів). Завдяки "кислому" характеру атома Гідрогену біля потрійного зв'язку алкіни здатні вступати в реакції заміщення. В алкінів кислотні властивості проявлені сильніше ніж в амоніаку і алкенах, але слабше ніж в спиртах. Вони утворюють солі, які називаються ацетиленідами.

Алкіни здатні реагувати з багатьма металами з утворенням алкінідів або ацетиленідів. Ацетиленіди d-металів нестійкі і вибухають від удару. Атом Гідрогену біля атома Карбону з потрійним зв'язком заміщується на метал:

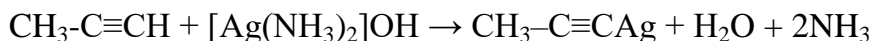


Внаслідок більшої електронегативності (за Полінгом) атома Карбону в стані sp-гібридизації, зв'язок $\equiv\text{C}-\text{H}$ є достатньо полярним, що і обумовлює можливість відщеплення протону. Ацетиленіди здатні утворювати лише ацетилен та алкіни, що містять кінцевий потрійний зв'язок $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$. Утворення сірувато-коричневого осаду купрум (I) ацетиленіду є якісною реакцією на кінцевий потрійний зв'язок і її можна використовувати

для того, щоб відрізнити алкени від алкінів. Дизаміщені купрум (I) та аргентум (I) ацетиленіди в сухому вигляді вибухонебезпечні і можуть вибухати при ударі або нагріванні.



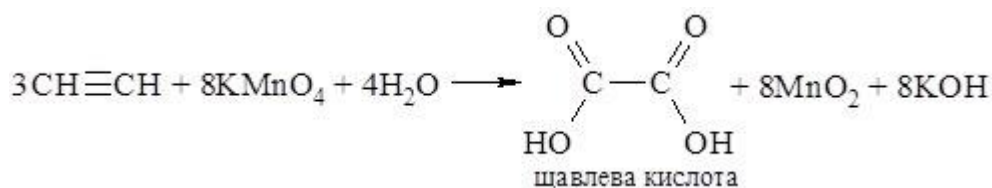
Реакція алкінів з $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ або $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ - якісна реакція кінцевий потрійний зв'язок



Аргентум пропінід осад білого кольору, купрум (I) пропінід - осад жовтого кольору, нарешті, купрум (I) діацетиленід - осад червоного кольору.

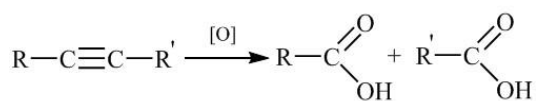
II. Реакції окиснення. Ацетилен і його гомологи легко окиснюються різними окисниками (KMnO_4 ($\text{pH} < 7$, $\text{pH} > 7$), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\text{pH} > 7$, O_3 та ін.), але важче ніж алкени. Будова продуктів окиснення залежить від природи окисників і умов проведення реакцій.

Окиснення. Подібно до алкенів, алкіни вступають в реакцію окиснення з калій перманганатом, калій дихроматом, CrO_3 ($\text{pH} < 7$). При окисненні C_2H_2 KMnO_4 утворюється щавлева кислота:



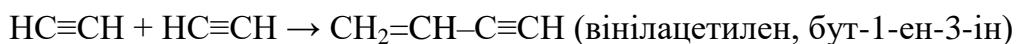
Алкіни згорають у кисні з утворенням CO_2 і H_2O . При горіння ацетилену виділяється велика кількість теплоти ($Q = 1300$ кДж/моль) $2\text{HC}\equiv\text{CH} + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$

В жорстких умовах (нагрівання, концентрований розчин, кисле середовище) відбувається розщеплення алкіну по потрійному зв'язку з утворенням карбонових кислот



III. Полімеризація алкінів: Димеризація

У присутності солей купруму (I) і амоній хлориду у водному середовищі ацетилен вступає в реакцію димеризації з утворенням вінілацетилену:



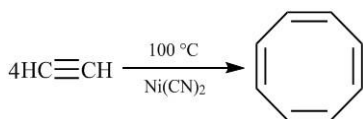
Реакція може йти далі з утворенням дівінілацетилену



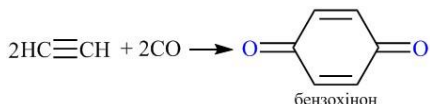
2. Циклізація. При нагріванні ацетилену при температурі 500°C над активованим вугіллям відбувається його тримеризація з утворенням бензолу (реакція Бертло)



Використовуючи каталізатор нікель (II) ціанід утворюється цикло-1,3,5,7-тетраєн



Циклізація у присутності карбон (II) оксиду призводить до утворення бензохінону



3. Полімеризація. Внаслідок полімеризація C_2H_2 одержують полієн: $n\text{HC}\equiv\text{CH} \rightarrow (-\text{CH}=\text{CH}-)_n$

Спряжені полієни цікаві тим, що з них можна зробити електропровідний полімер.

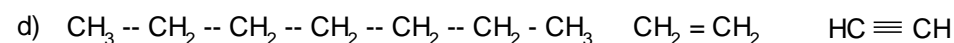
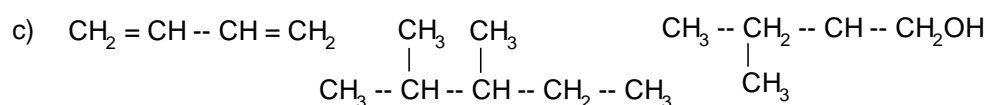
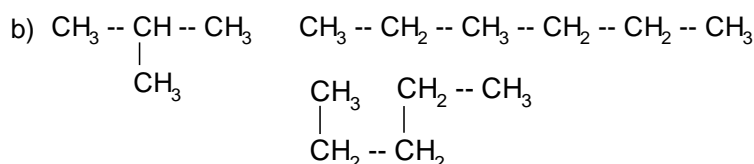
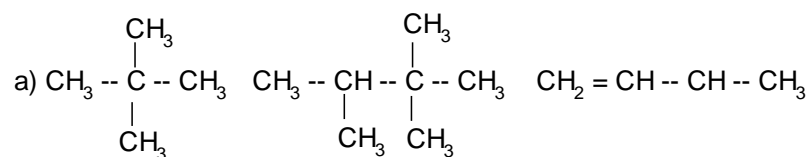
IV. Ізомеризація. Під дією сильних основ алкіни здатні ізомеризуватись Ракція О. Фаворського



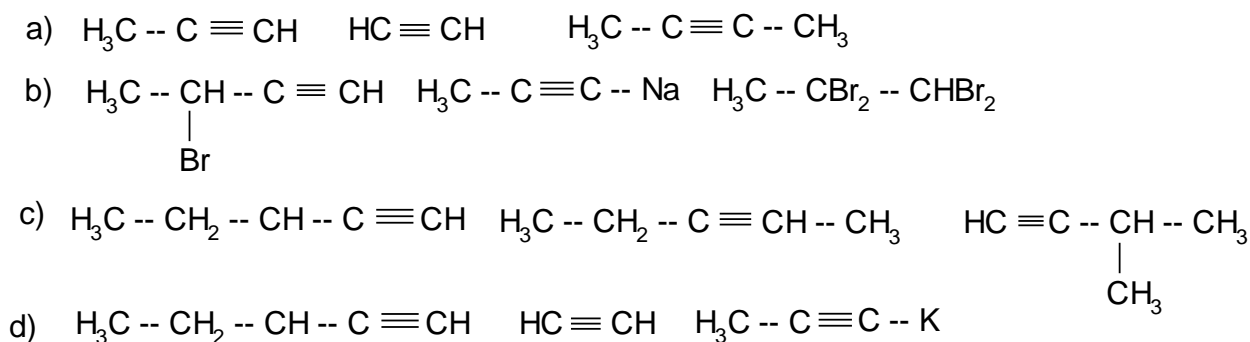
2. Утворення алкінгалогенідів. Ацетилен і його термальні гомологи у лужному середовищі галогенуються гіпогалогенідами $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Br} + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$

Застосування C_2H_2 використовується у великих кількостях для зварювання і різання металів, оскільки при його згорянні виділяється багато теплоти. Крім того, він є вихідним продуктом для промислового виробництва: ацетальдегіду, оцтової кислоти, етилену, хлороцтової та трихлороцтової кислот, поліхлорвінілу, трихлоретилену, тетрахлоретану, гліцерину, полімерів і каучуків, розчинників, пластмас. Із інших алкінів найважливішим є вінілацетилен – для одержання хлоропренового каучуку.

1. Назвати речовини:



2. Назвати речовини:



2. Написати рівняння реакції взаємодії пент-1-ину: з KMnO_4 , Br_2 , HCl , HBr ; H_2O , H_2 .

3. Вказати кількість атомів Гідрогену в молекулі найближчих 2 гомологів 2,3-диметилпент-1-ену

Література

1. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992. – 503 с.
2. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 592 с.
3. Бобрівник Л.Д., Руденко В.М., Лезенко Г.О. Органічна хімія. – К.: “Перун”, 2002. – 544 с.
2. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Київ – Вінниця: Нова книга, 2007. – 432 с.

[PDF][Короткий конспект лекцій](#)

elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/400/1/ек.лок.%20К.л.орг.хімія.2013.pdf