

**Міністерство охорони здоров'я України
Фаховий коледж Національного фармацевтичного
університету**

Дисципліна «Органічна хімія»

Модуль 1 «Основи будови органічних сполук. Вуглеводні»

Змістовий модуль 2 «Вуглеводні»

Лекція №4 «Алкени»



*Викладач ЦК «Хімічних дисциплін»
Ісаєнко Ю.В.*

Затверджено Міністерством освіти і науки України (наказ № 1407 від 23.10.2017 р.)

ХІМІЯ

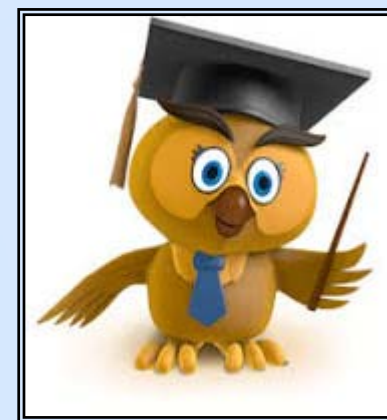
10-11 класи

Рівень стандарту

Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти

Зміст навчального матеріалу

- **Загальна формула та молекулярні формули алкенів.**
- **Структурна ізомерія алкенів.**
- **Систематична номенклатура алкенів.**
- **Хімічні властивості етену.**
- **Методи одержання етену.**
- **Застосування алкенів.**

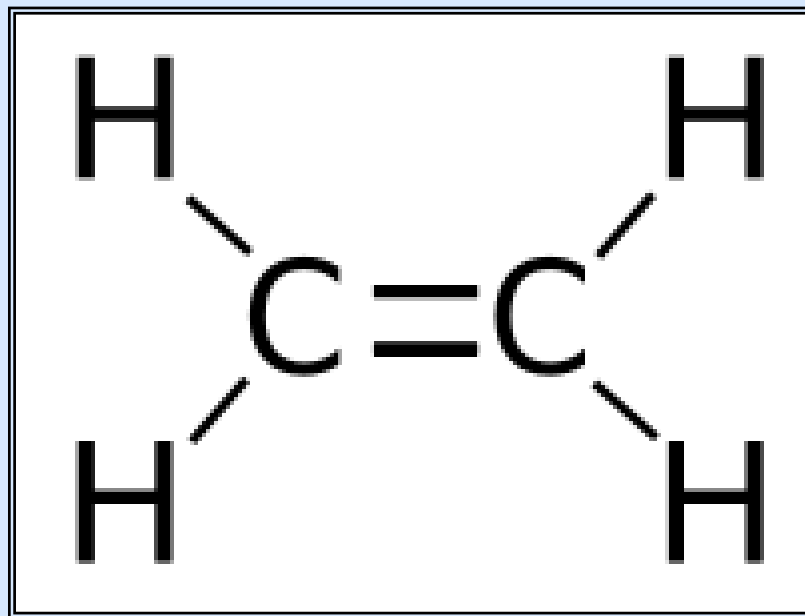
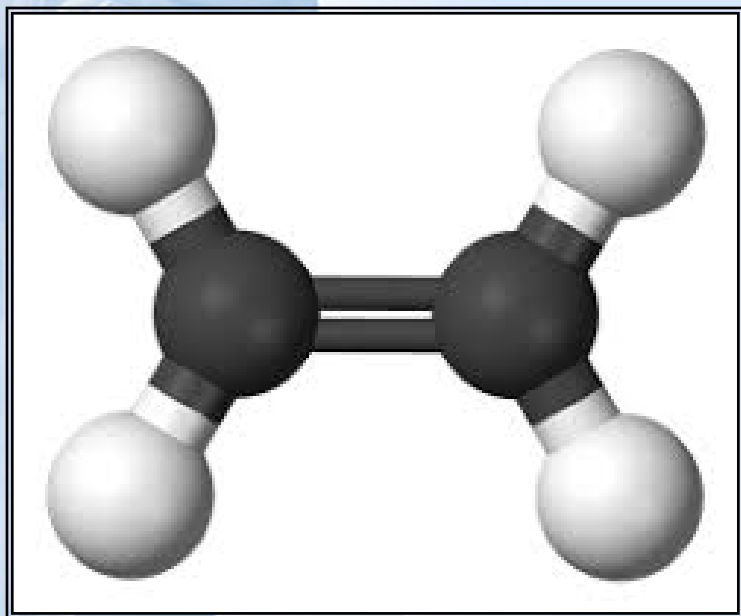




План

- 1. Номенклатура алкенів.***
- 2. Будова алкенів.***
- 3. Ізомерія алкенів.***
- 4. Способи добування алкенів.***
- 5. Фізичні властивості алкенів.***
- 6. Хімічні властивості алкенів.***
- 7. Застосування алкенів.***

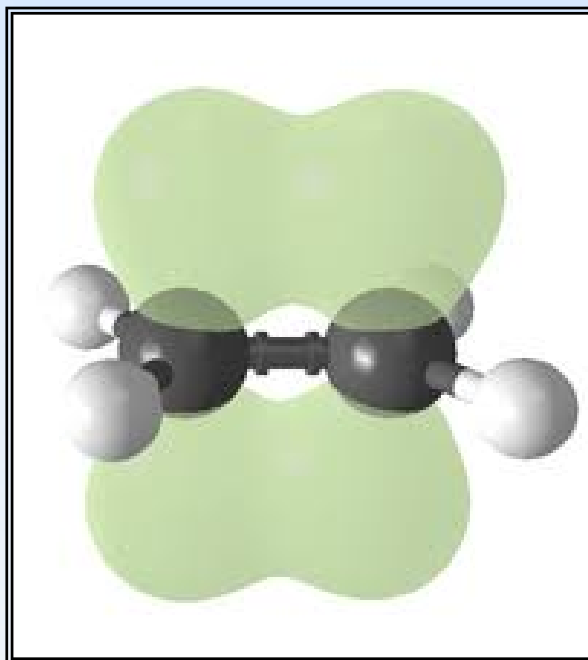
Алкени –вуглеводні аліфатичного ряду, які містять один подвійний зв'язок. Вони складають гомологічний ряд, першим представником якого є етилен. Через це алкени ще називають етиленовими вуглеводнями. Для них збереглася також історична назва **олефіни** (маслоутворюючі). Назва **олефін** (від франц. *gazolefiant* - олієподібний газ) виникла ще в XVIII ст. від назви олійної на вигляд сполуки $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ - “олії голландських хіміків”, що була отримана при взаємодії етилену з хлором.



1. Номенклатура алкенів

Міжнародна (ІЮПАК)

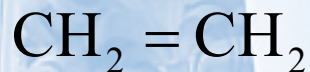
Тривіальна



Номенклатура алкенів

Для назв алкенів найчастіше застосовують замісникову номенклатуру **IUPAC**.

Назви алкенів утворюють від назв відповідних алканів, замінюючи суфікс -ан на -ен і вказуючи положення подвійного зв'язку в ланцюзі карбонових атомів.



етен



бут-1-ен



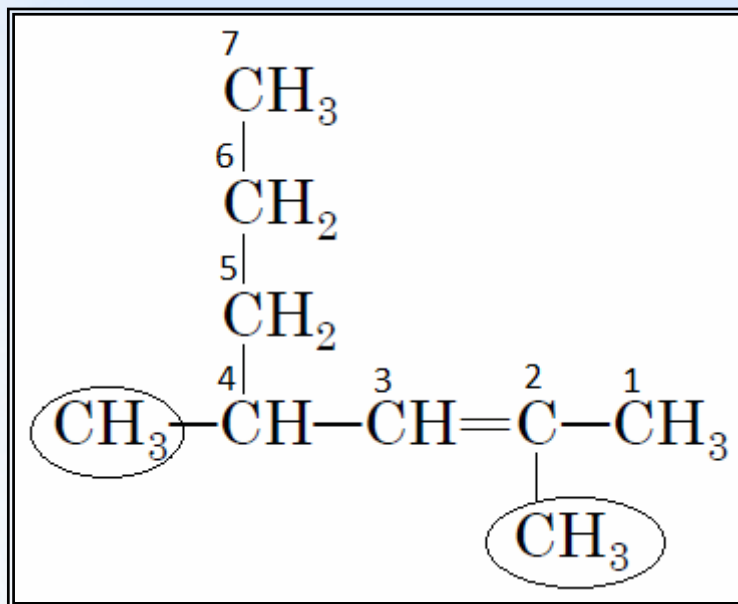
пропен

IUPAC

**International Union of Pure and
Applied Chemistry**

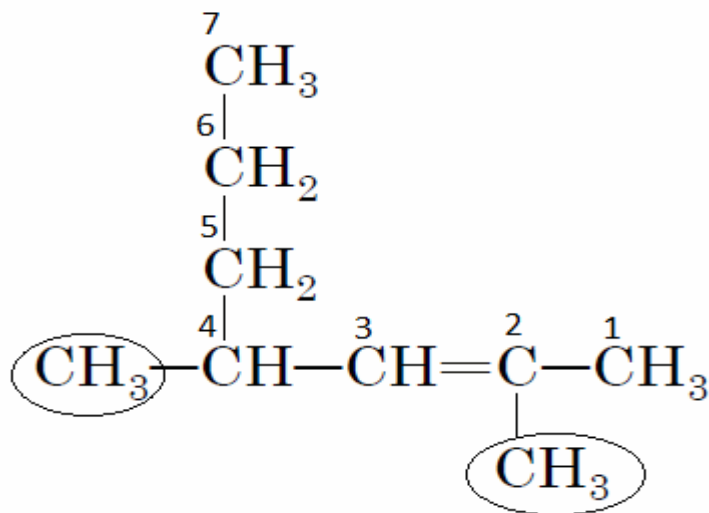
Номенклатура ІЮПАК

- Вибирають найдовший карбоновий ланцюг, що включає подвійний зв'язок (головний карбоновий ланцюг).
- Атоми Карбону головного ланцюга нумерують, причому нумерацію починають з того кінця ланцюга, до якого ближче розміщений подвійний зв'язок.



Номенклатура ІЮПАК

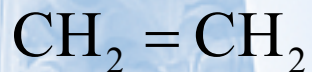
•Складають назву алкену, спочатку перелічуючи, як і у випадку з алканами, в алфавітному порядку вуглеводневі замісники, і вказуючи їх положення в головному ланцюзі. Потім називають вуглеводень, якому відповідає головний карбоновий ланцюг і, нарешті, перед суфіксом -ен через дефіс ставлять цифру, яка свідчить про положення подвійного зв'язку (номер першого з двох карбонових атомів, що утворюють подвійний зв'язок).



2,4-диметилгепт-2-ен

Номенклатура

Для нижчих членів гомологічного ряду алкенів застосовують також тривіальні назви: етилен, пропілен, бутилен і т. д., причому назві першого представника-етилен правилами ІЮПАК надається перевага над назвою етен.



етилен



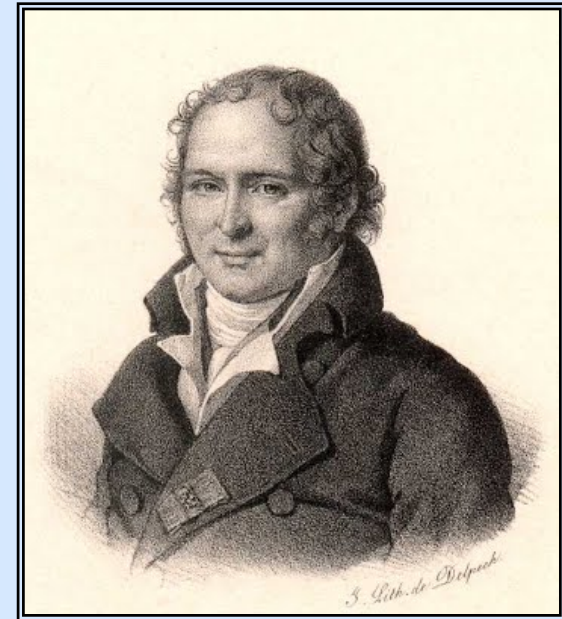
пропілен



α-бутилен

Етен (етилен)

Вперше етилен був отриманий в 1669 німецьким хіміком лікарем Бехером дією сульфатно ї кислоти на етанол. Вчений установив, що його «повітря» більш хімічно активне, ніж метан; однак, ідентифікувати отриманий газ він не зміг і назви йому не дав. В наступні сто років цей газ називали «повітрям Бехера».



2. Будова алкенів

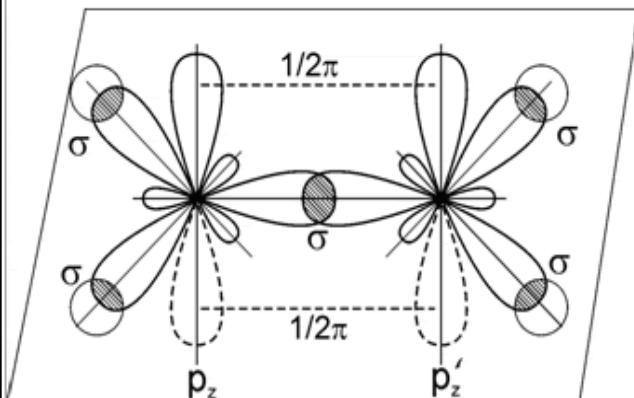
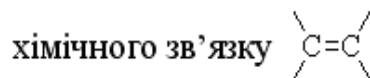


Рисунок 2.7 - Орбітальна модель молекули етилена (утворення π- та σ-зв'язків).

σ-Зв'язок в алкенах утворюється при перекриванні s-орбіталей атома Гідрогену і гібридизованих sp²-орбіталей атома Карбону або при їх перекриванні між собою; π-зв'язок – при бічному перекриванні негібридизованих p_z-орбіталей сусідніх атомів Карбону.

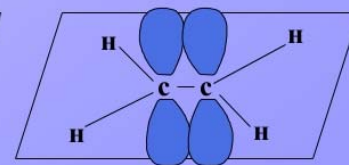
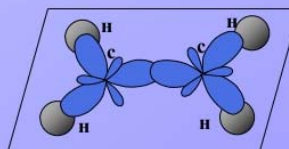
Характеристика подвійного



sp²-гібридизація

Кут зв'язку – 120°

Форма молекули – плоский трикутник



3. Ізомерія алкенів

Структурна

Зумовлена різною послідовністю зв'язування атомів Карбону в молекулі (ізомерія ланцюга) і різним положенням подвійного зв'язку при одному і тому самому карбоновому скелеті (ізомерія положення). Алкени ізомерні циклоалканам з такою ж самою кількістю атомів Карбону (міжкласова ізомерія).

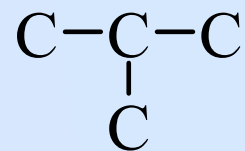
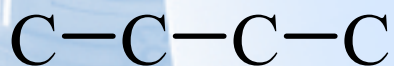
Просторова (геометрична)

Геометрична, або так звана цис-транс-ізомерія. зумовлена різним розміщенням атомів або груп атомів у просторі відносно площини подвійного зв'язку.

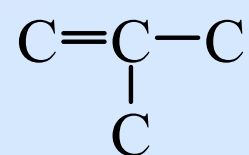
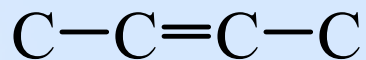
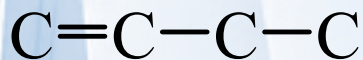
Структурна ізомерія

Розглянемо структурні ізомери ненасичених вуглеводнів складу C_4H_8 .

Існують два карбонових скелети, що містять чотири атоми Карбону: нерозгалужений і розгалужений:

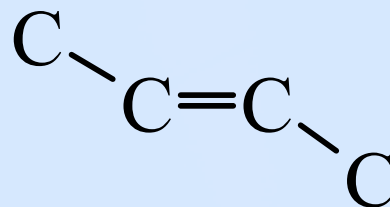
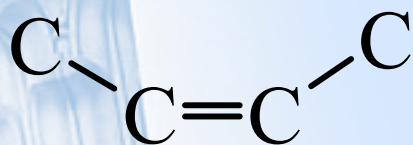


У нерозгалуженому скелеті можливі два положення подвійного зв'язку: у середині ланцюга і на початку ланцюга, а в розгалуженому скелеті — тільки на початку ланцюга:



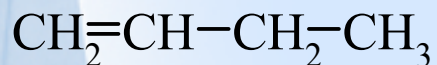
Геометрична ізомерія

В алкені з подвійним зв'язком у середині ланцюга кожен атом Карбону зв'язаний із двома різними замісниками, тому цей алкен може існувати у виді цис- і транс-ізомерів:

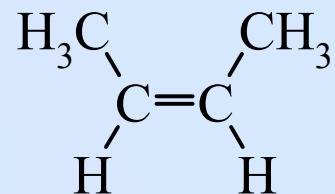


Ізомерні алкени складу C_4H_8

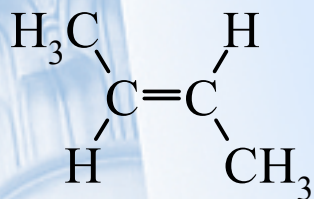
Таким чином, сполуці C_4H_8 відповідають чотири алкени:



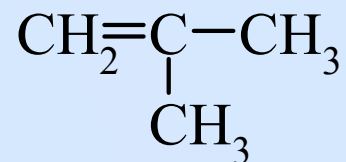
бут-1-ен



цис-бут-2-ен



транс-бут-2-ен



метилпропен

4. Способи добування алкенів

Природні джерела

У невеликих кількостях алкени зустрічаються в деяких родовищах нафти і природного газу, з яких можуть бути виділені в чистому вигляді.



Синтетичні методи добування

Більшість синтетичних методів добування основані на елімінуванні (відщепленні) атомів або атомних груп від молекул алканів, галогеноалканів і спиртів.



Синтетичні методи добування

4.1. Промислові методи



4.2. Лабораторні методи



4.1.1. Дегідрування алканів

При температурі 300-500°C у присутності каталізаторів (дрібноподрібнені нікель, хром(III) оксид Cr_2O_3 та ін.) алкани відщеплюють водень, утворюючи алкени:

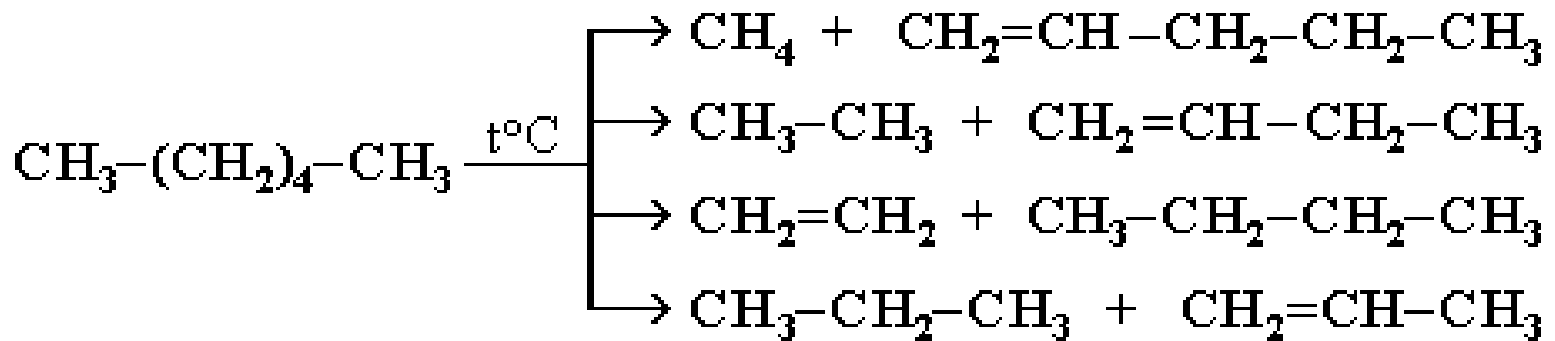


пропан

пропен

4.1.2. Крекінг алканів нафти

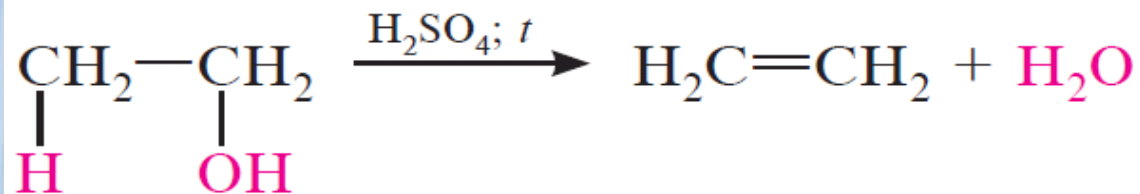
Алкани за умов термічного крекінгу (проводять при температурах 800°C і вищих) розкладаються з утворенням складної суміші нижчих алканів і алкенів. Розрив карбонового ланцюга молекули може відбутися в будь-якому місці, наприклад:



гексан

4.1. Дегідратація насичених спиртів

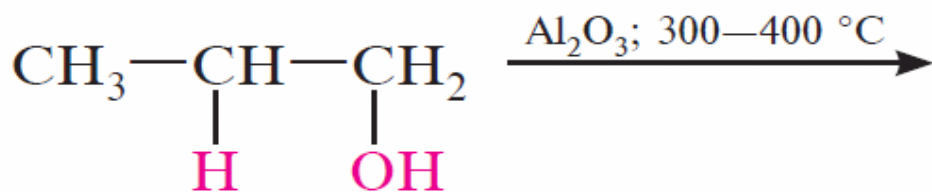
При нагріванні з сильними мінеральними кислотами, наприклад сульфатною, насичені спирти відщеплюють молекулу води і утворюють відповідні алкени:



етанол

етен

У промисловості дегідратацію здійснюють пропусканням пари спирту над каталізатором-алюміній оксидом Al_2O_3 при $300\text{-}400\text{ }^\circ\text{C}$:



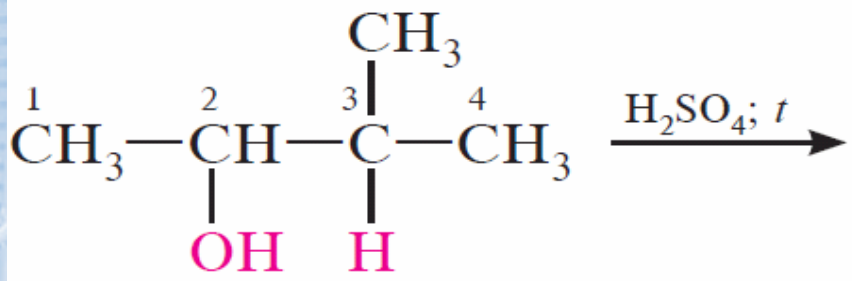
пропан-1-ол



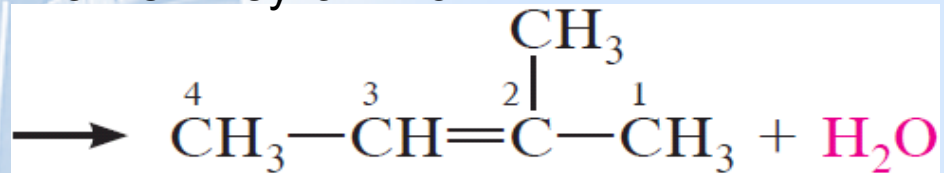
пропен

4.2.1. Дегідратація насичених спиртів

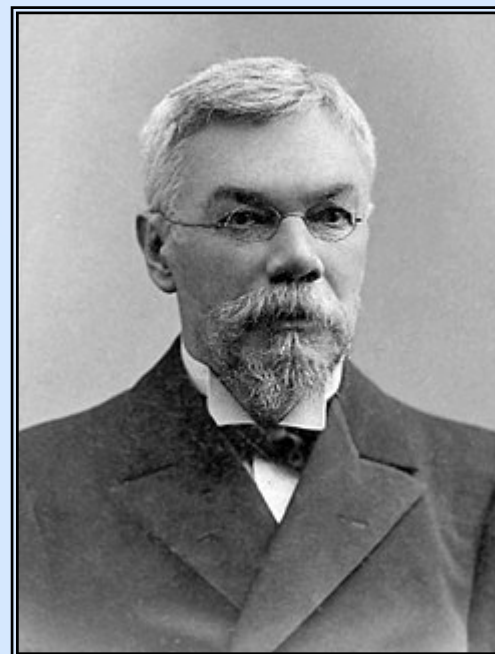
Якщо в молекулі спирту атоми Карбону, які суміжні з атомом Карбону, який зв'язаний з гідроксигрупою, нерівноцінні, то відщеплення води проходить переважно таким чином, що разом з гідроксилем відходить Гідроген від менш гідрогенізованого сусіднього атома Карбону. Ця закономірність була встановлена в 1875 р. російським хіміком-органіком О.М. Зайцевим і дістала назву правила Зайцева, наприклад:



3-метилбутан-2-ол



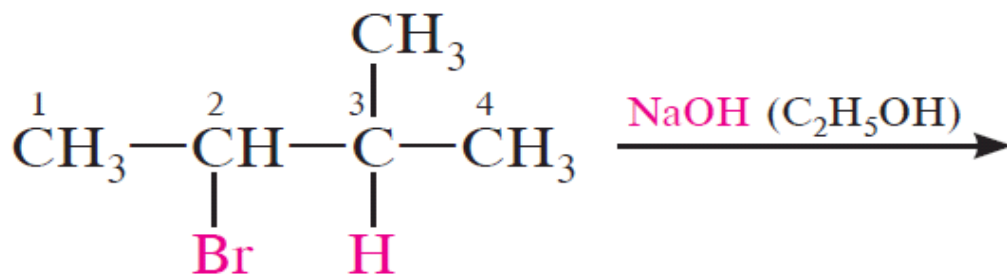
2-метилбут-2-ен



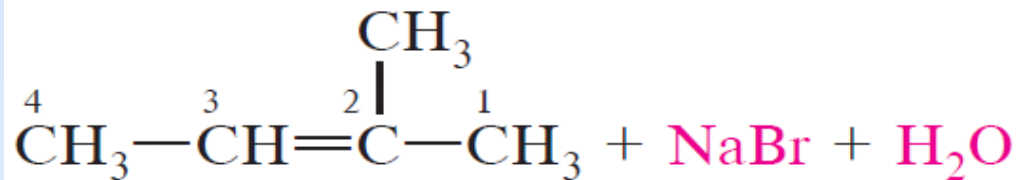
4.2.3. Дегідрогалогенування моногалогеноалканів

При нагріванні моногалогеноалканів зі спиртовим розчином натрій або калій гідроксиду відщеплюється гідроген галогенід і утворюються алкени.

Подібно до спиртів порядок відщеплення гідроген галогеніду від вторинних і третинних галогеноалканів визначається переважно правилом Зайцева, тобто разом з галогеном відходить атом Гідрогену, який знаходиться при менш гідрогенізованому сусідньому атомі Карбону, наприклад:



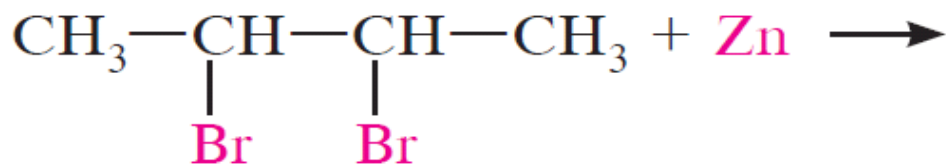
2-бromo-3-метилбутан



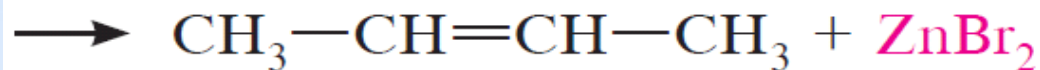
2-метилбут-2-ен

4.2.4. Дегалогенування дигалогеноалканів

Дигалогеноалкани з атомами галогену біля сусідніх атомів Карбону при дії цинку або магнію у водно-спиртовому розчині відщеплюють два атоми галогену, утворюючи алкени:



2,3-дибромобутан



бут-2-ен

5. Фізичні властивості алкенів

Фізичні властивості алкенів

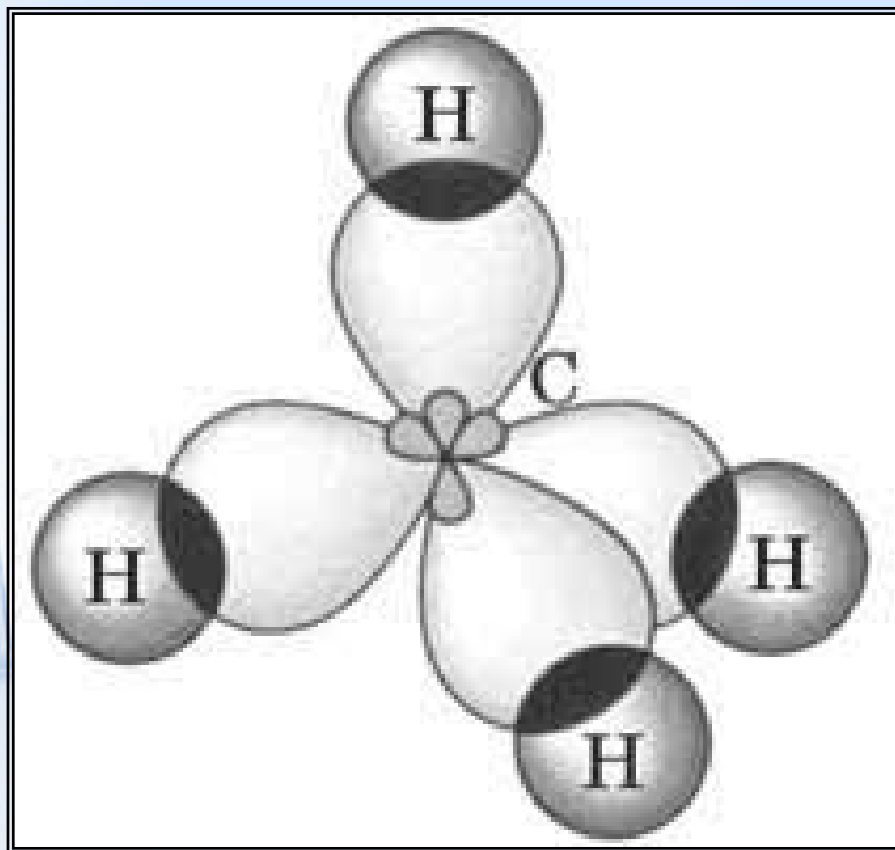
Нижчі члени гомологічного ряду до C_4H_8 – гази

Середні члени гомологічного ряду до $C_{18}H_{36}$ – рідини

Вищі алкени гомологічного ряду – тверді речовини

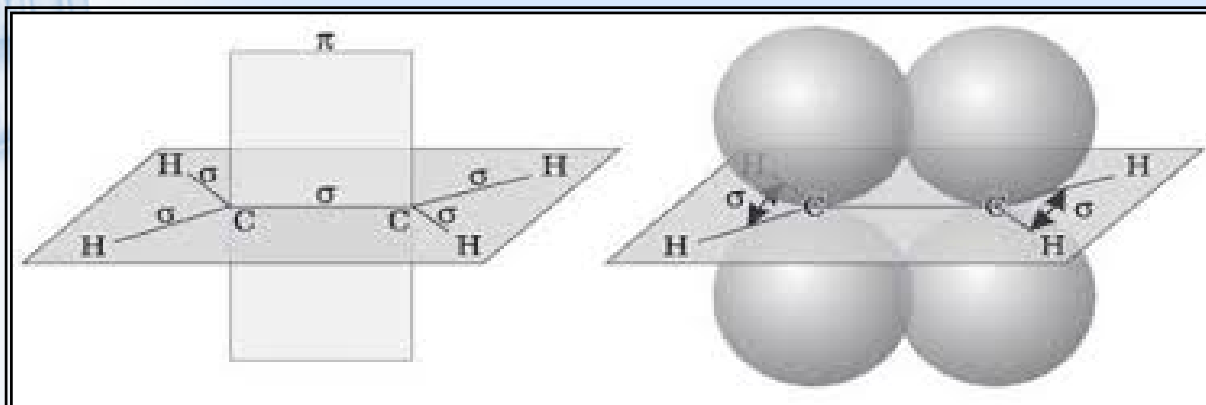
Алкени не розчиняються у воді, але добре розчиняються у органічних розчинниках

Який основний тип хімічних реакцій характерний для насичених вуглеводнів (алканів)?



6. Хімічні властивості алкенів

Головною структурною особливістю, що визначає реакційну здатність алкенів, є наявність в їх молекулі подвійного карбон-карбонового зв'язку. Атоми Карбону, зв'язані подвійним зв'язком, знаходяться в стані sp^2 -гібридизації. Подвійний зв'язок являє собою поєднання ковалентних σ - і π -зв'язків, з яких π -зв'язок є менш міцним, ніж σ -зв'язок. Електронна густина π -зв'язку розміщена симетрично вище і нижче площини, в якій лежать σ -зв'язки sp^2 -гібридизованих атомів Карбону. Завдяки такому розміщенню електрони π -зв'язку легше поляризуються у порівнянні з електронами σ -зв'язку.

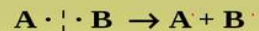


6. Хімічні властивості алкенів

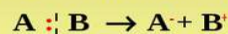
Внаслідок високої поляризованості та низької енергії утворення π -зв'язку алкени доволі легко вступають у реакції приєднання, що проходять з розривом π -зв'язку. У більшості випадків такі реакції йдуть за йонним механізмом і починаються з атаки електрофільним реагентом (електрофільною частинкою) електронів π -зв'язку, а тому їх називають реакціями електрофільного приєднання (АЕ).

Типи механізмів органічних реакцій

- **Гомолітичним, або вільнорадикальним** називають механізм, в якому при розриві зв'язків у реагуючих молекул у кожного з фрагментів, що утворюються, залишається по одному електрону. Такі частинки називають **радикалами** (R)

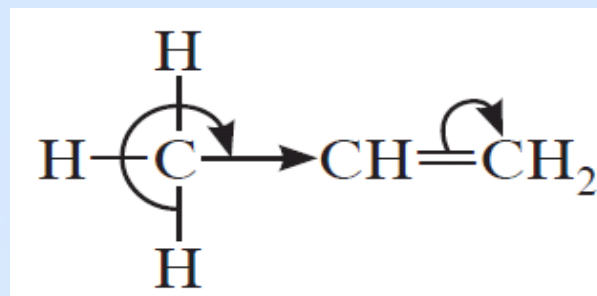


- **Гетеролітичним, або йонним** називають механізм, в якому при розриві зв'язків у реагуючих молекул обидва електрони залишаються на одному з фрагментів, що утворюються. Такі частинки називають **йонами**



6. Хімічні властивості алкенів

Крім того, подвійний зв'язок впливає на реакційну здатність зв'язку C—H біля сусіднього з ним sp^3 -гібридизованого атома Карбону:



Завдяки надспряженню (σ , π -спряження) атоми Гідрогену, розташовані біля α -карбонового атома відносно подвійного зв'язку, набувають рухливості та здатні вступати в реакції заміщення (SR), які проходять значно легше, ніж в алканів.

Для алкенів характерні також реакції окиснення, відновлення і полімеризації.

6. Хімічні властивості алкенів

- ❖ 1. Реакції електрофільного приєднання (АЕ)
- ❖ 2. Реакції окиснення
- ❖ 3. Реакції полімеризації
- ❖ 4. Алільне галогенування

6.1. Реакції електрофільного приєднання (АЕ)

За рахунок наявності у своїй структурі π -зв'язку алкени виявляють нуклеофільні (електронодонорні) властивості і вступають у реакції з електрофільними реагентами. Ці реакції проходять за механізмом електрофільного приєднання (АЕ).

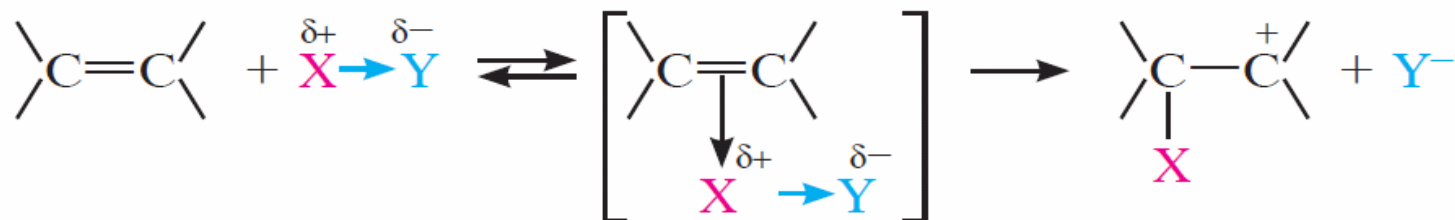
Механізм включає дві послідовні стадії:

• На стадії I електрофільна частинка або молекула електрофільного реагенту $X-Y$ в результаті електростатичної взаємодії з електронною хмарою π -зв'язку утворює з молекулою алкenu так званий π -комплекс. Потім утворюється ковалентний зв'язок між електрофільною частинкою X^+ і одним із атомів Карбону подвійного зв'язку, при цьому π -комплекс перетворюється на карбкатіон.

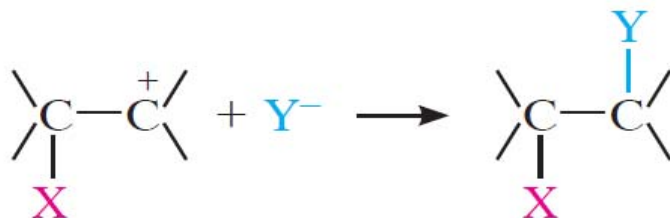
6.1. Реакції електрофільного приєднання (АЕ)

• На стадії II процесу карбкатион взаємодіє з вивільненою з електрофільного реагенту нуклеофільною частинкою Y- і утворюється кінцевий продукт приєднання:

Стадія I

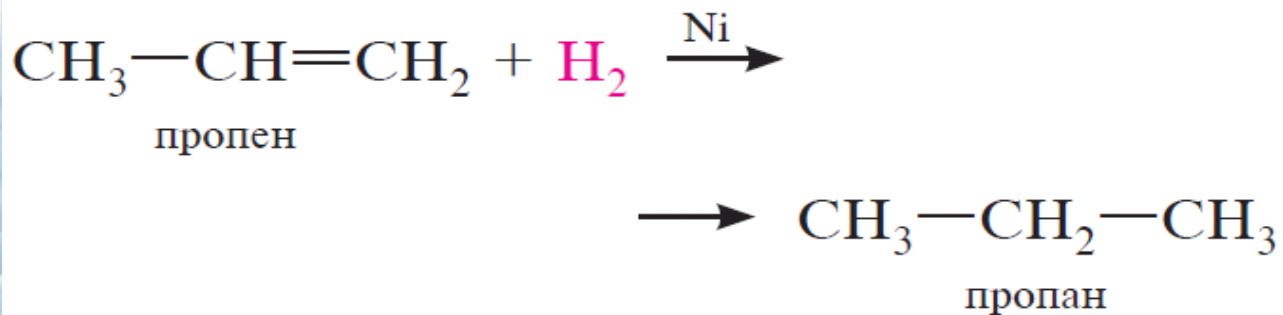


Стадія II



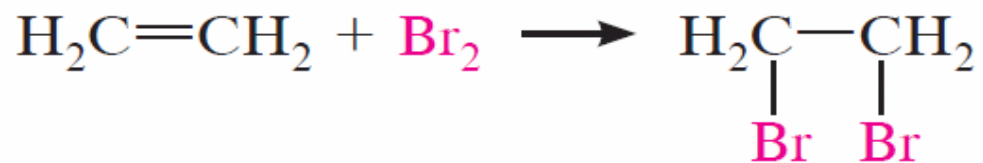
6.1.1. Реакція гідрування (гідрогенізації, відновлення): реакція приєднання водню

У присутності каталізаторів (дрібноподрібнені *Pt*, *Pd* або *Ni*) алкени приєднують за місцем розриву подвійного зв'язку водень, утворюючи алкани:



6.1.2. Реакція галогенування: реакція приєднання галогену

Алкени доволі легко приєднують за місцем розриву подвійного зв'язку хлор і бром, важче-йод, з утворенням дигалогенопохідних алканів, що містять атоми галогену біля сусідніх атомів Карбону (віцинальні дигалогенопохідні):

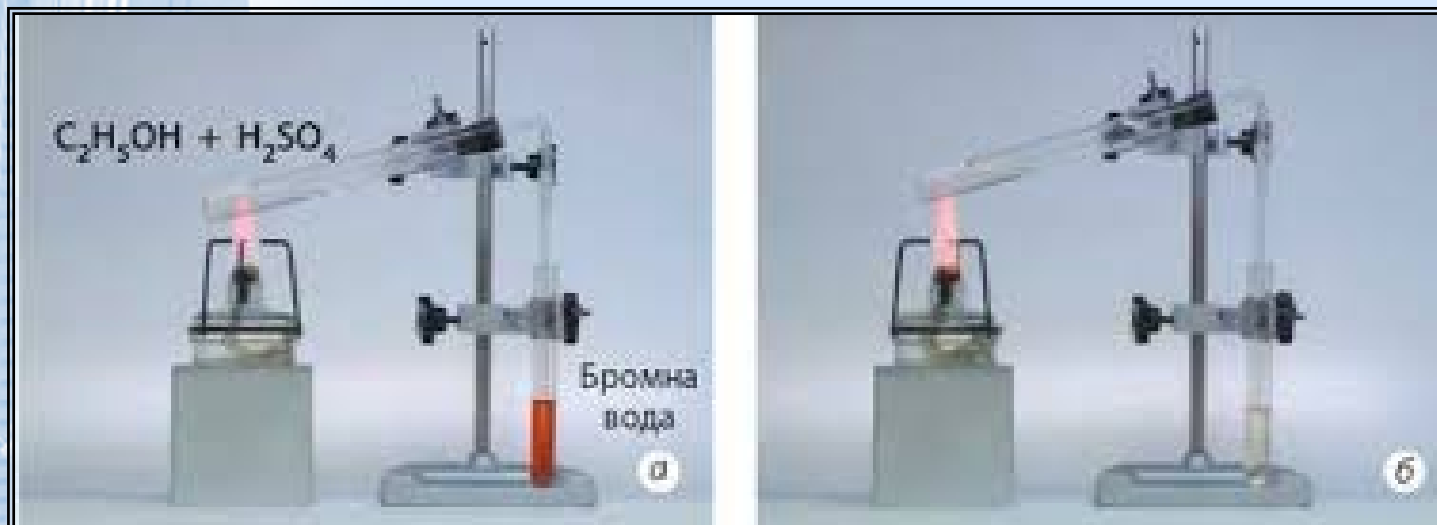


етен

1,2-дибромоетан

6.1.2. Реакція галогенування: реакція приєднання галогену

Знебарвлення бромної води-якісна реакція на сполуки з подвійним зв'язком.



6.1.3. Реакція гідрогенгалогенування: реакція приєднання гідроген галогенідів

Алкени приєднують за місцем розриву подвійного зв'язку усі гідроген галогеніди, утворюючи галогеноалкани:



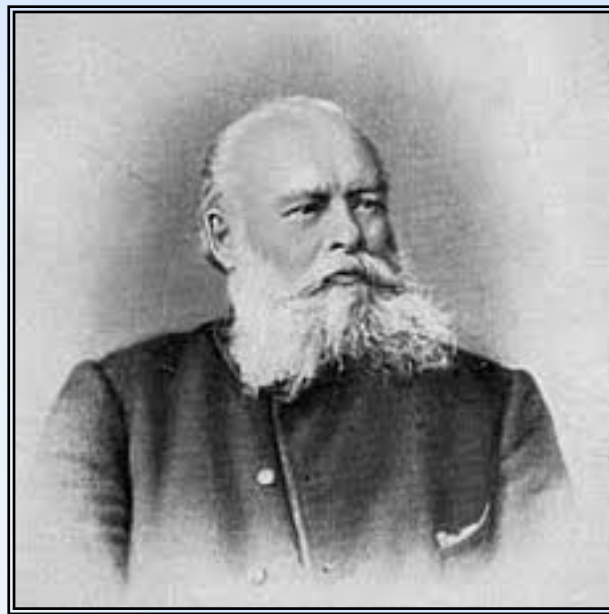
етен

бромоетан

Реакція з HI, HBr і HF проходить при кімнатній температурі, взаємодія з HCl потребує нагрівання.

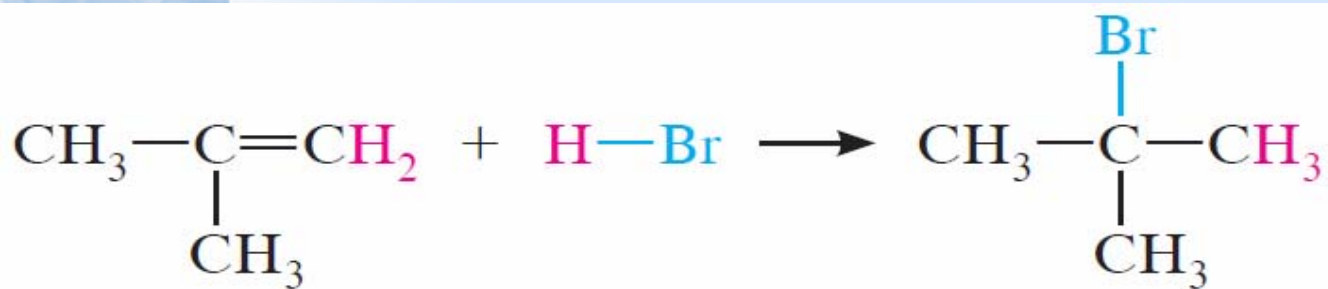
6.1.3. Реакція гідрогенгалогенування: реакція приєднання гідроген галогенідів

У 1869 р. російський хімік В.В. Марковников установив закономірність, яка завбачає напрям приєднання гідроген галогенідів і споріднених з ними сполук (сульфатної кислоти, води в присутності мінеральних кислот) за місцем розриву подвійного зв'язку алкенів, яка дістала назву правила Марковникова.



6.1.3. Реакція гідрогенгалогенування: реакція приєднання гідроген галогенідів

При взаємодії гідроген галогенідів і споріднених з ним сполук з несиметричними алкенами атом Гідрогену приєднується за місцем розриву подвійного зв'язку до більш гідрогенізованого атому Карбону, тобто атому Карбону, який зв'язаний з більшою кількістю атомів Гідрогену. Наприклад:

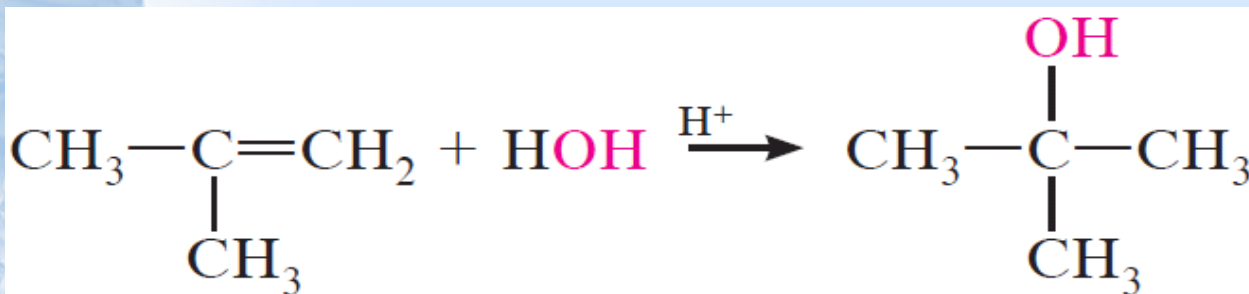


метилпропен

2-бromo-2-метилпропан

6.1.4. Реакція гідратації: реакція приєднання води

У присутності мінеральних кислот (сульфатна, нітратна, хлорна та ін.) алкени приєднують за розривом подвійного зв'язку воду. Реакція підпорядковується правилу Марковникова і приводить до утворення спиртів:

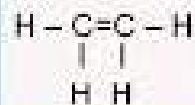


метилпропен

2-метилпропан-2-ол

6.2. Реакції окиснення

6.2.1. Повне окиснення (горіння)

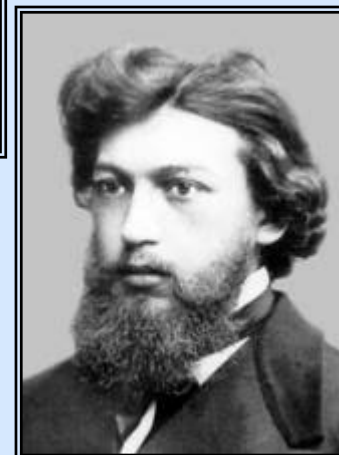
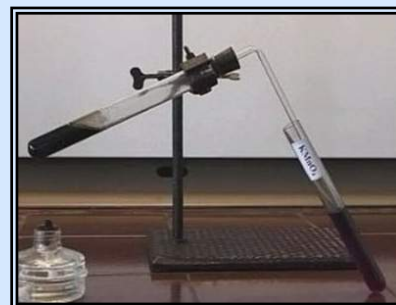
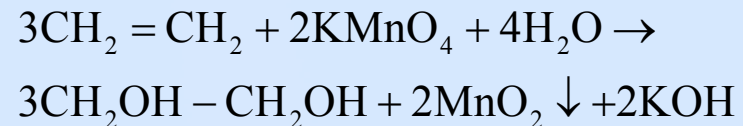


етен



Алкени горять світлим полум'ям, утворюючи карбон(IV) оксид і воду

6.2.2. Неповне окиснення

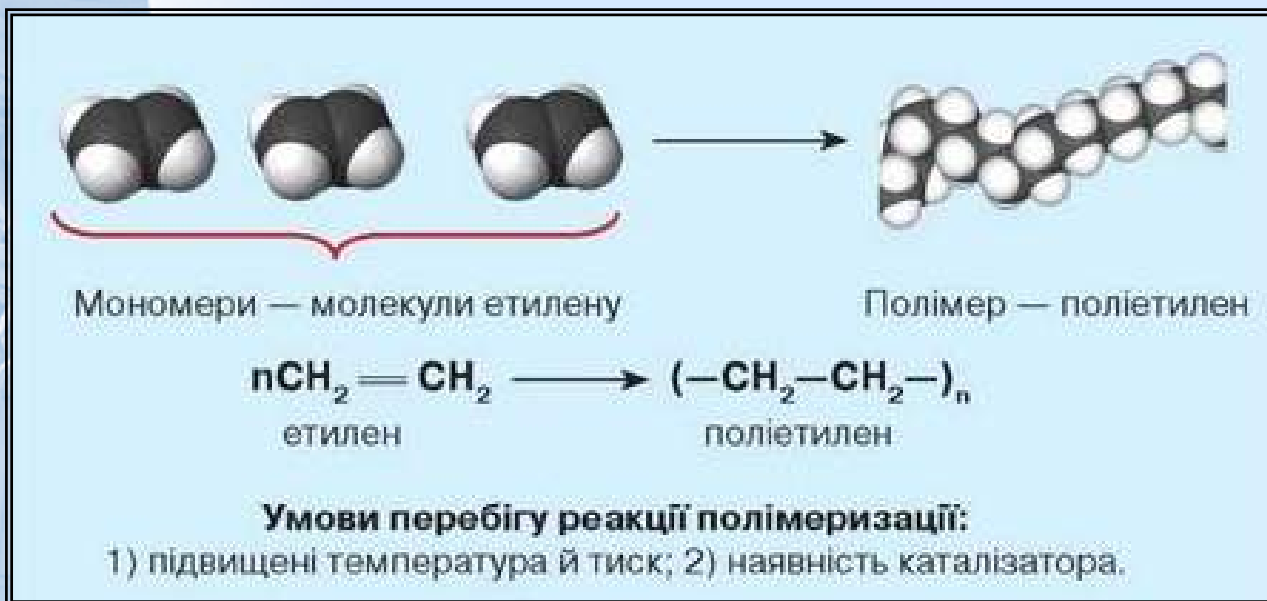


Реакція Вагнера

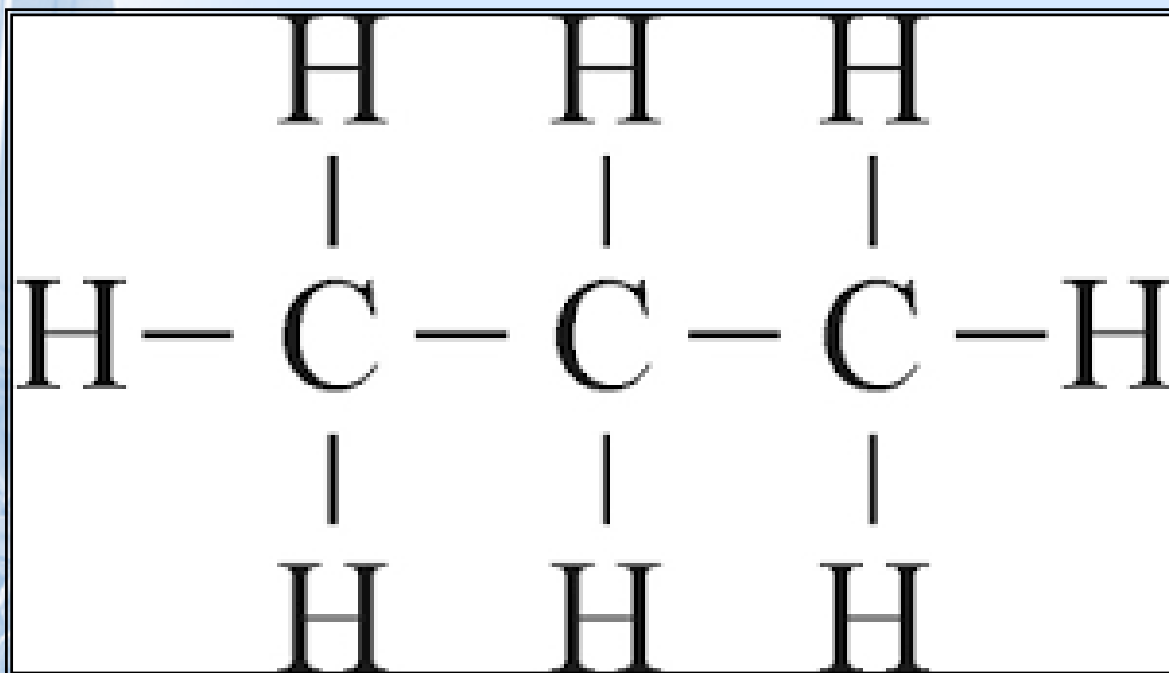
6.3 Реакція полімеризації

Полімеризацією називають процес сполучання одна з одною молекул низькомолекулярних речовин (мономерів) з утворенням високомолекулярних сполук (полімерів).

Полімеризація алкенів являє собою послідовне зв'язування молекул алкену одна з одною внаслідок розриву подвійного зв'язку.

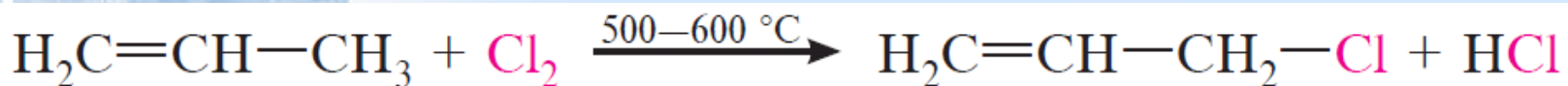


Як Ви вважаєте, чому алкани не вступають в реакцію полімеризації?



6.4. Алільне галогенування

При дії на алкени таких галогенуючих реагентів, як Cl_2 , N -бромсукцинімід та інших, у присутності ініціаторів процесу утворення вільних радикалів (пероксиди, температура, УФ-світло) відбувається не приєднання галогену за місцем розриву подвійного зв'язку, а вільнорадикальне заміщення на галоген атома Гідрогену, який знаходиться при атомі Карбону в α -положенні до подвійного зв'язку (алільне положення):

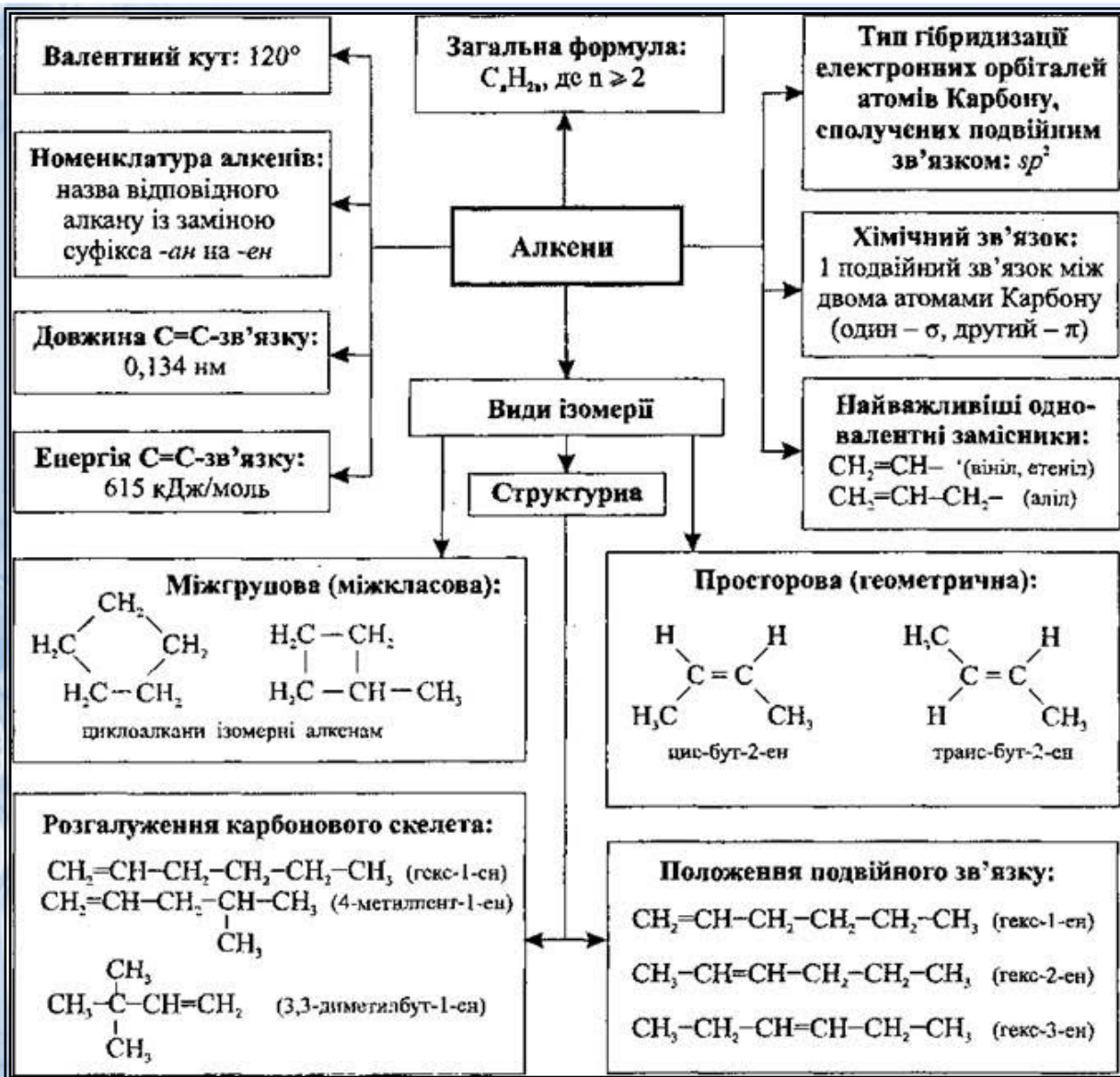


пропен

алільхлорид

7. Застосування алкенів





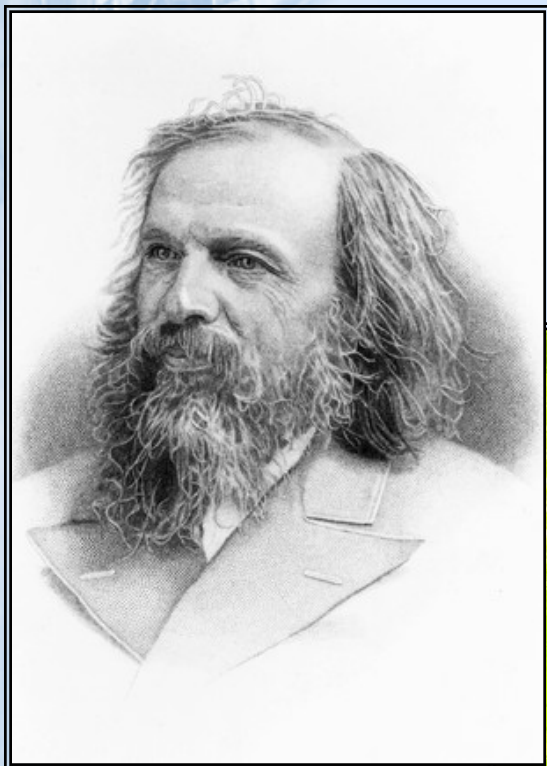
Висновки

- *Ознайомились з номенклатурою, будовою, ізомерією, способами добування, фізичними та хімічними властивостями, а також застосуванням алкенів;*
- *встановили генетичний зв'язок алкенів з різними класами органічних сполук;*
- *поглибили, закріпили та систематизували теоретичні знання щодо ациклічних вуглеводнів.*



Домашнє завдання

- *Опрацювати лекційний матеріал.*
- *Опрацювати матеріал підручника стор. 140-157*
- *[Черних В.П., Зименковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія: базовий підруч. для студент. вищ. навч. фармац. закл.— Харків: НФаУ, 2016.-750 с.]*



Дякую за увагу!

*Без явно посиленої
працьовитості немає ні
талантів, ні геніїв.*

*Дмитро
Менделєєв*

