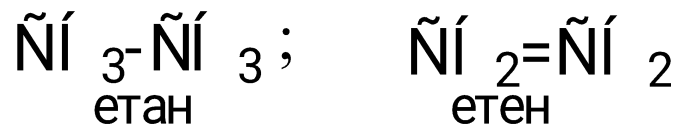


АЛКЕНИ (ЕТИЛЕНОВІ ВУГЛЕВОДНІ, ОЛЕФІНИ)

Алкенами називають вуглеводні, в молекулах яких між вуглецевими атомами є один подвійний **C=C**-зв'язок. Алкени утворюють гомологічний ряд загальної формули **C_nH_{2n}**. Ряд починається з етену **CH₂=CH₂**, який, часто називають етиленом.

НОМЕНКЛАТУРА ТА ІЗОМЕРІЯ

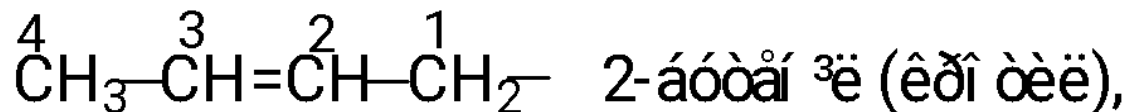
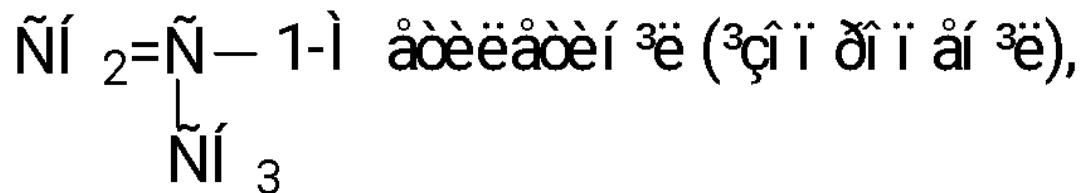
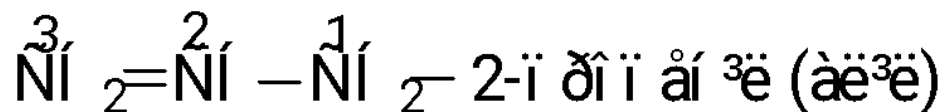
За номенклатурою IUPAC назви алкенів утворюють від назв відповідних алканів (з тим же числом атомів вуглецю), шляхом заміни суфікса **-ан** на **-ен**.



Головний ланцюг вибирають так, щоб він обов'язково включав подвійний зв'язок і нумерацію головного ланцюга починають з того кінця, до якого ближче подвійний зв'язок.

Місце знаходження подвійного зв'язку в головному ланцюзі позначають локантом, відповідно до того вуглецевого атома, де він знаходиться. Цей локант прийнято ставити перед назвою головного ланцюга (допускається і після суфікса *-ен*)

Назви залишків алкенів (алкенільних груп) утворюються **приєднанням** до назви алкена закінчення **-ил (іл)**.

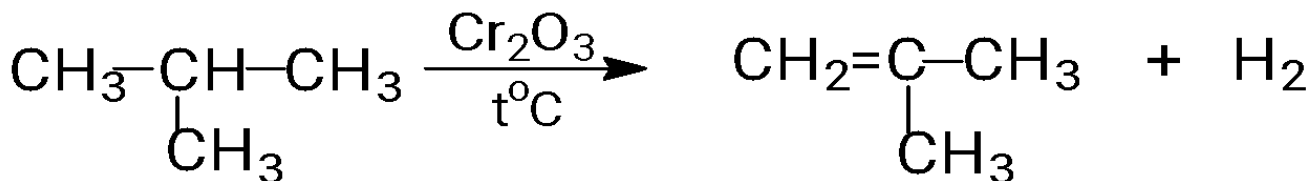
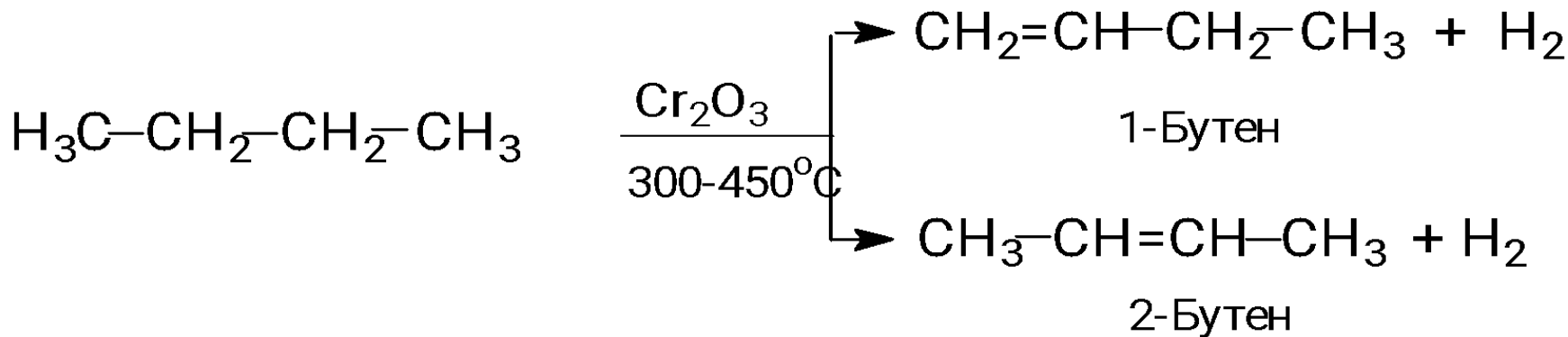


$\text{Ñòðóèòóðí à ô î ðì óèà}$	Í î áí èèàóóðà		$\text{Ñêèèòí à ô î ðì óèà}$
	$^2\text{p } \ddot{\text{I}} \text{ \AA} \text{E}$	$\text{Òðèâ}^3\text{èüí à}$	
$\text{ÑH}_2=\text{CH}_2$	Àòáí	Àòèèáí	
$\text{ÑH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	Ì ðì í áí	Ì ðì í ^3èáí	
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	1-Áóòáí	α -Áóòèèáí	
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	2-Áóòáí	β -Áóòèèáí	
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$	2-Ì àòèèí ðì í áí	$^2\text{çí}$ áóòèèáí	
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	1-Ì áí òáí	α -Àì ^3èáí	
$\text{CH}_3-\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	2-Ì áí òáí	β -Àì ^3èáí	
$\text{CH}_3-\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$	2-Ì àòèè-1-áóòáí	Í àñèì . ì àòèèáòèèáòèèáí	
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	3-Ì àòèè-1-áóòáí	α - $^2\text{çí}$ àì ^3èáí	
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_3$	2-Ì àòèè-2-áóòáí	β - $^2\text{çí}$ àì ^3èáí	

•ПРОМИСЛОВІ МЕТОДИ ДОБУВАННЯ

• 1. Дегідрування алканів

Дегідрування алканів відбувається при температурі до 600°C.

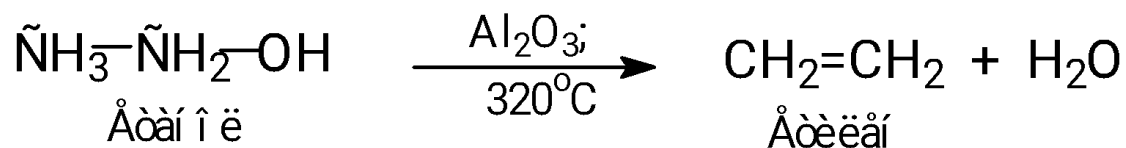
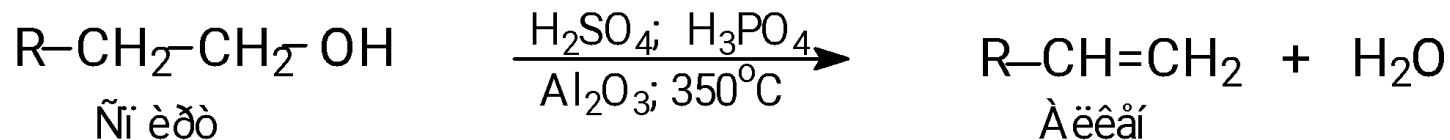


• 2. Виділення з продуктів крекінгу нафти та природного газу

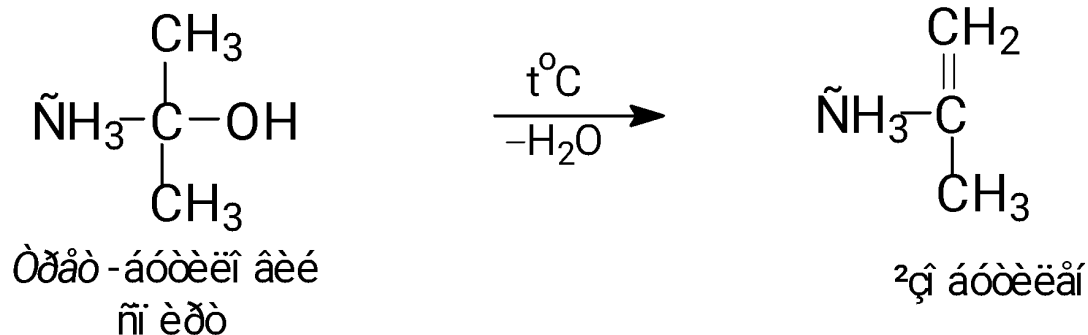
Газоподібні алкени - етилен, пропілен, бутилен виділяють з продуктів термічного крекінгу нафтопродуктів. Вміст нижчих алкенів (особливо етилену) в газах крекінгу тим вищий, чим вища температура крекінгу та довший час нагрівання. Алкени також утворюються при піролізі нафти та коксуванні кам'яного вугілля.

ЛАБОРАТОРНІ МЕТОДИ ДОБУВАННЯ

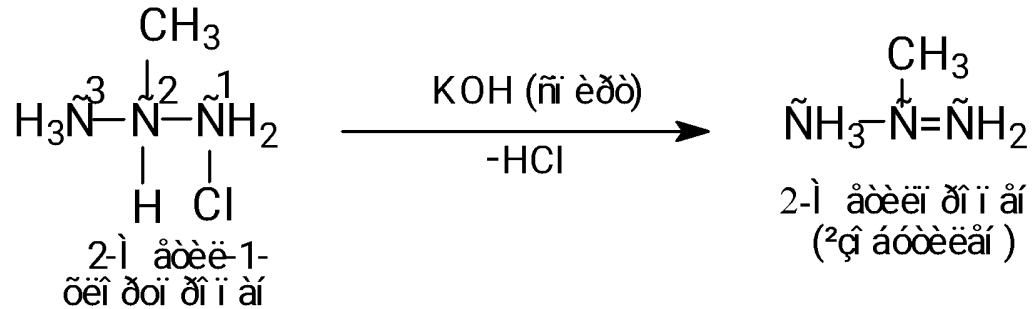
- 1. Дегідратація спиртів (відщеплення або елімінування води)



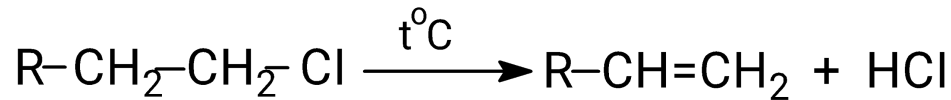
- Особливо легко дегідратуються третинні спирти:



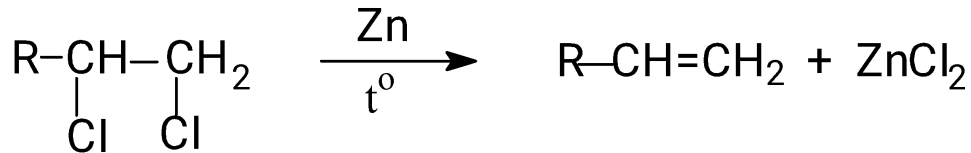
- **2. Відщеплення галогеноводнів або галогенів від алкілгалогенідів дегідрогалогенування і дегалогенування)**
- При дії на алкілгалогеніди спиртового розчину лугу утворюються алкени за рахунок дегідрогалогенування:



- Можливе також термічне відщеплення галогеноводню (при нагріванні):

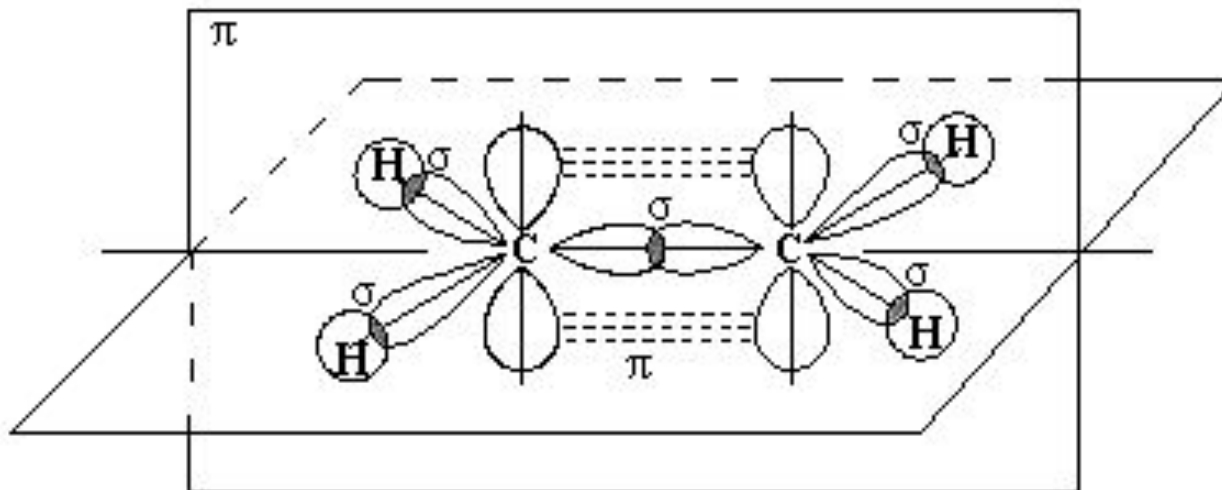


- Під дією Zn, солей Cr (II), або LiAlH_4 , можна одержати алкени з дигалогенопохідних:



ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АЛКЕНІВ

- Хімічні властивості алкенів зумовлені наявністю подвійного $C=C$ -зв'язку, який складається з σ - і π -зв'язків.

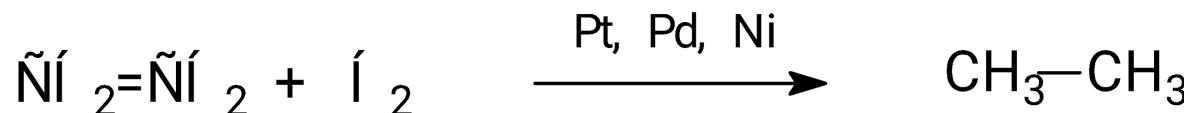


- Електрони π -зв'язку розташовані даліше від атомних ядер, ніж електрони σ -зв'язку. Енергія π -зв'язку менша від енергії σ -зв'язку. Тому при дії різних реагентів (в першу чергу електрофільних) π -зв'язок розривається і відбувається приєднання атомів або груп атомів в місці розриву.
- Отже, для алкенів, в першу чергу, характерні реакції приєднання (A), але крім того, вони здатні вступати в реакції окиснення, полімеризації та деякі реакції заміщення (S).

Реакції приєднання

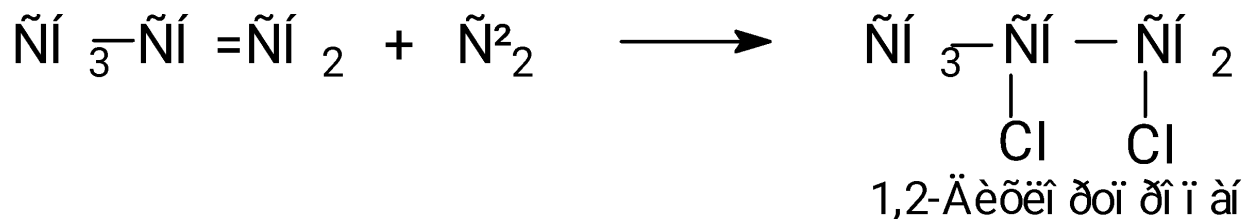
- 1. Гідрування алкенів

- Алкени приєднують водень тільки в присутності каталізаторів, з виділенням тепла, ймовірно, за радикальним механізмом:

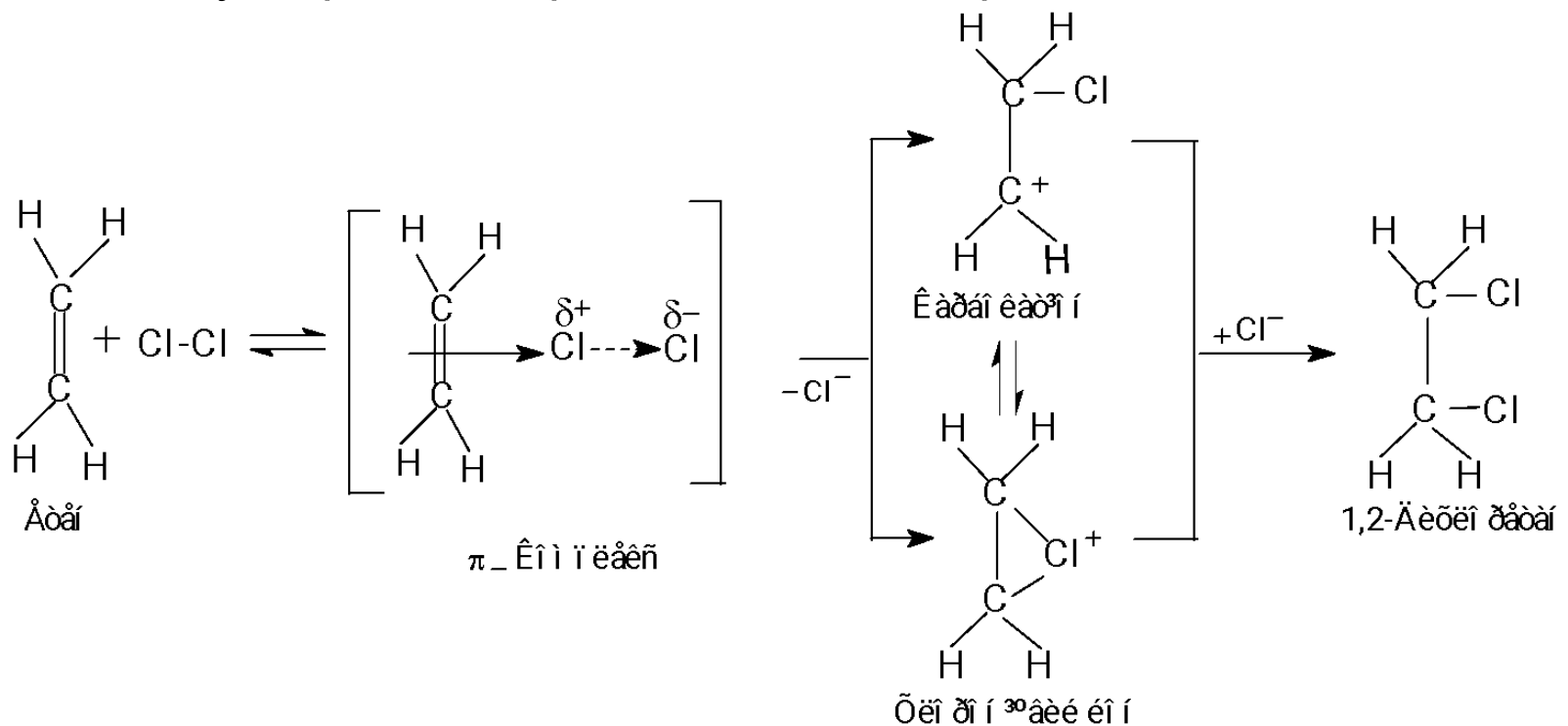


- 2. Галогенування

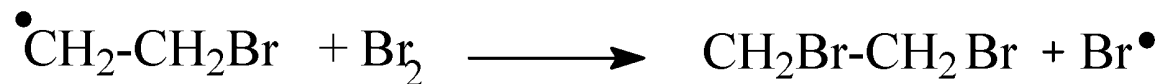
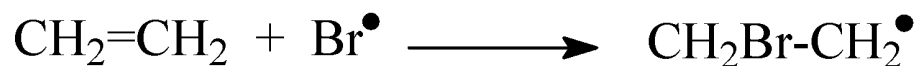
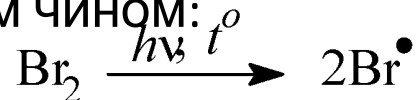
- До алкенів легко приєднуються галогени з утворенням насичених дигалогенопохідних



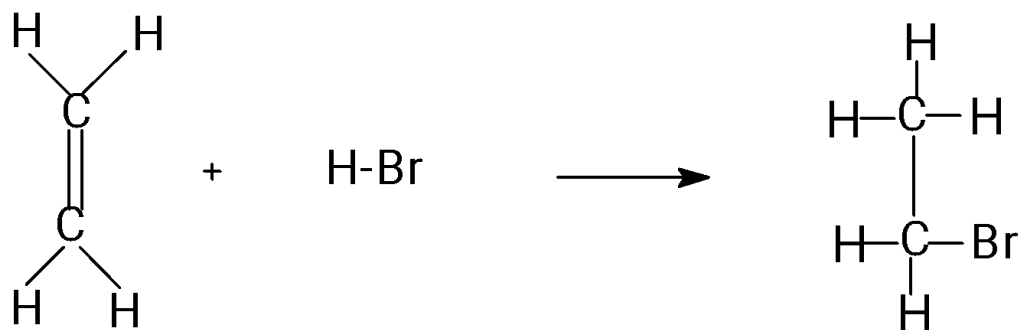
- Залежно від умов реакції, приєднання галогенів відбувається за йонним або радикальним механізмом.
- При йонному приєднанні спочатку утворюється π -комплекс (комплекс з перенесенням заряду або скорочено КПЗ), у якому відбувається зміна електронної густини молекул, що беруть участь в його утворенні. В результаті утворюється електрофільна частинка галогена, наприклад, Cl^+ , яка реагує з етеном, утворюючи карбокатион або хлоронієвий йон:



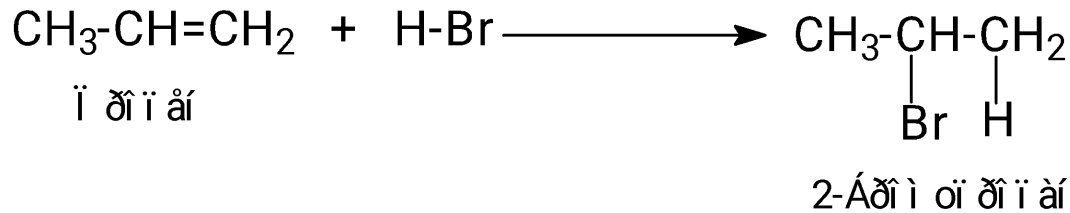
У випадку радикального приєднання галогенів (A_R) реакція відбувається таким чином:



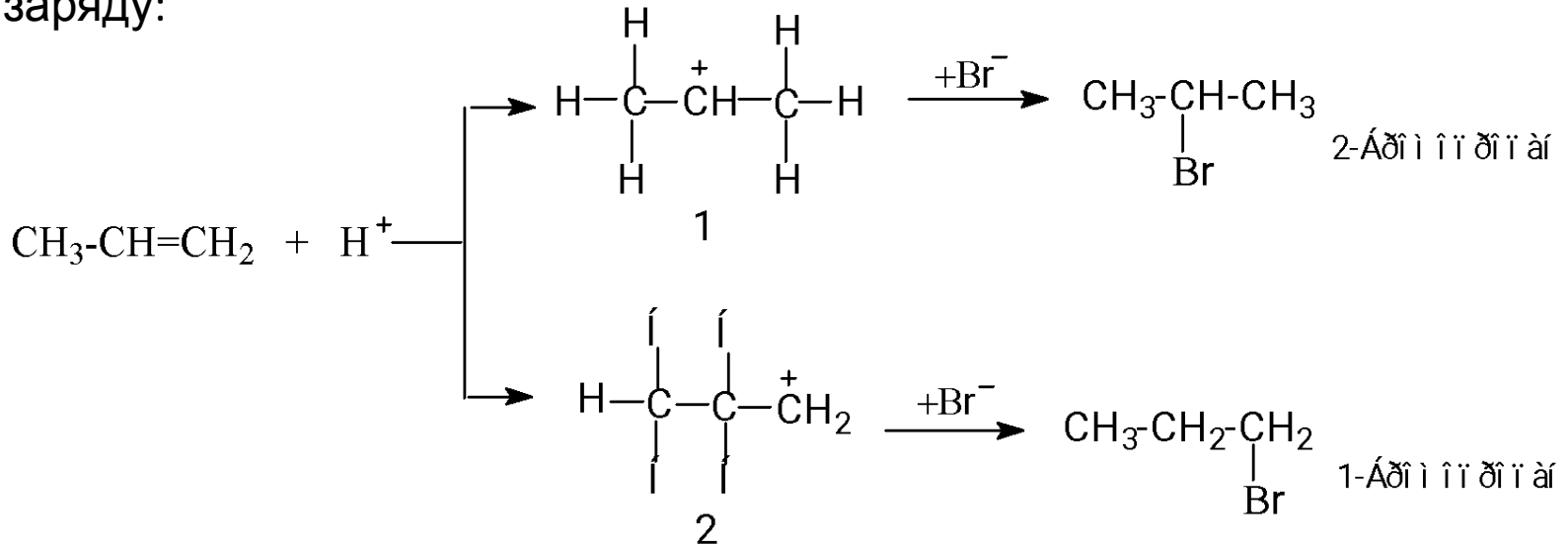
- **3. Гідрогалогенування - приєднання галогеноводнів.**
- Алкени реагують з галогеноводнями з утворенням відповідних алкілгалогенідів. Реакційна здатність галогеноводнів зростає в ряді $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$, який збігається з рядом зростання сили галогеноводневих кислот.



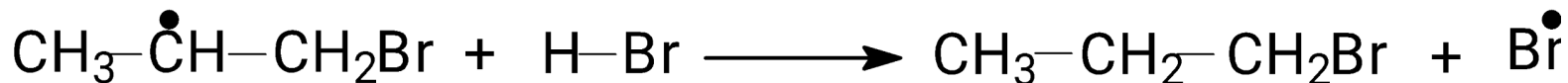
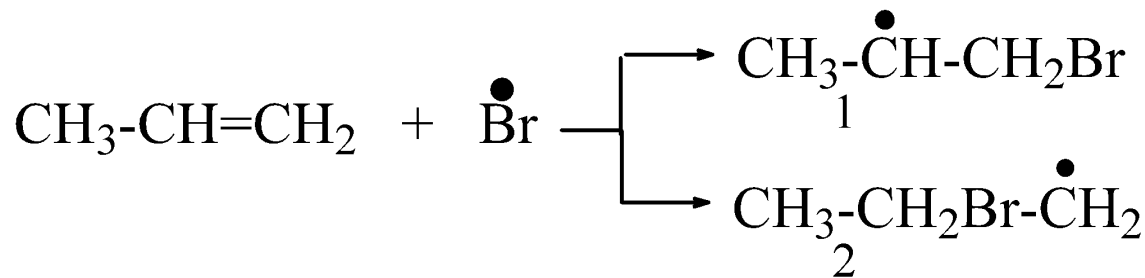
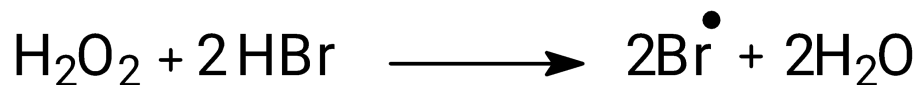
Правило В.В.Марковнікова – у випадку приєднання галогеноводнів до несиметричних алкенів, водень приєднується до найбільш «гідрованого» ненасиченого атома вуглецю, тобто, до того, у якого більше атомів водню:



- Правило Марковнікова реалізується при йонному механізмі реакції (A_E). Пояснення цього правила можна дати, розглядаючи стабільність проміжних карбокатионів. Інтермедіат (1) вторинний карбокатион буде стабільніший ніж (2) за рахунок кращої делокалізації його позитивного заряду:

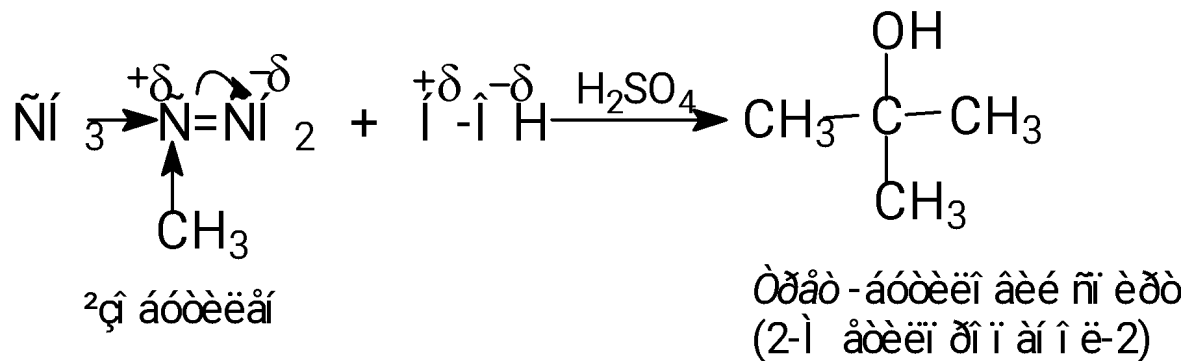


- **Пероксидний ефект М.Караша (1933).** При радикальному механізмі приєднання галогеноводнів завжди відбувається проти правила Марковнікова. Цей механізм реалізується в присутності пероксиду водню.
- На першій стадії утворюється атомарний бром, який являє собою вільний радикал:

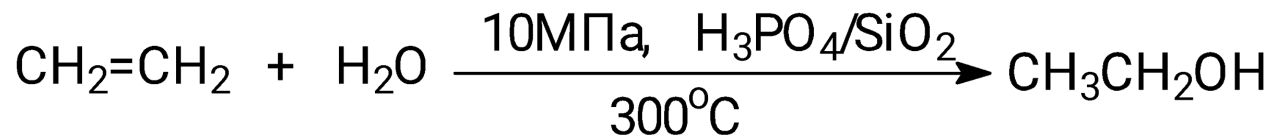


4. Гідратація алкенів відбувається у присутності кислот за правилом Марковнікова

- Каталізатором процесу служить конц. сульфатна кислота



- Розроблені економічно вигідніші методи гідратації на твердих каталізаторах без H_2SO_4 :

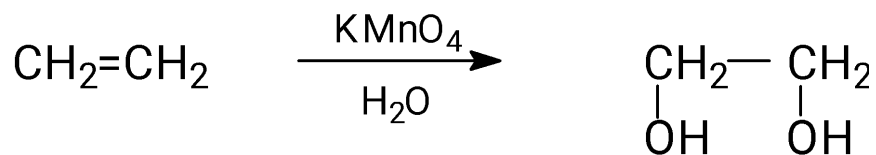


Реакції окиснення

Алкени легко окиснюються і залежно від природи окиснювача та умов реакції утворюються різні продукти.

1. Окиснення водним розчином KMnO_4 (реакція Е.Е.Вагнера, 1888 р.).

При окисненні розведеними водними розчинами KMnO_4 в лужному середовищі утворюються гліколі:

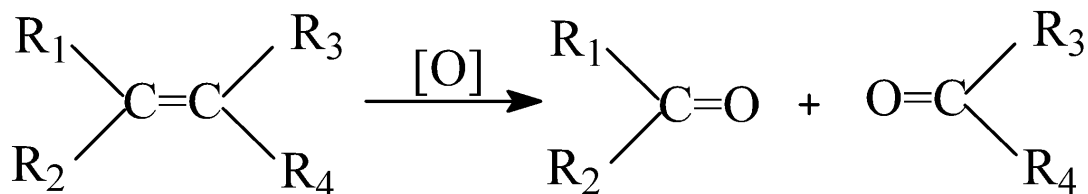


1,2-Етангліколь
(Етан-1,2-діол)

- **2. Окиснення сильними окисниками**

- Під дією сильніших окиснювачів (CrO_3 , HNO_3 , KMnO_4 (конц.), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) відбувається розрив подвійного зв'язку з утворенням кислот та кетонів за схемою:

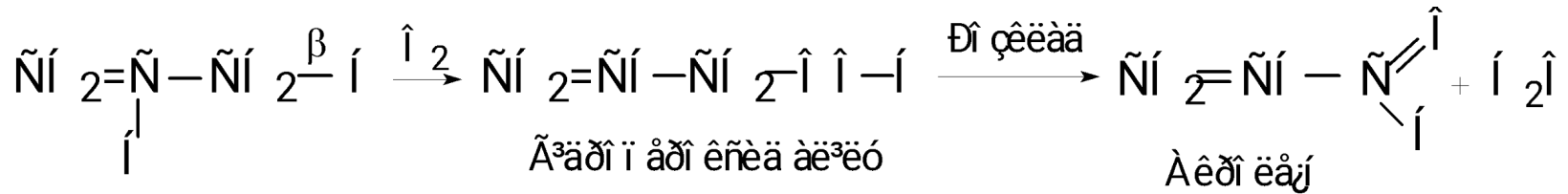
-



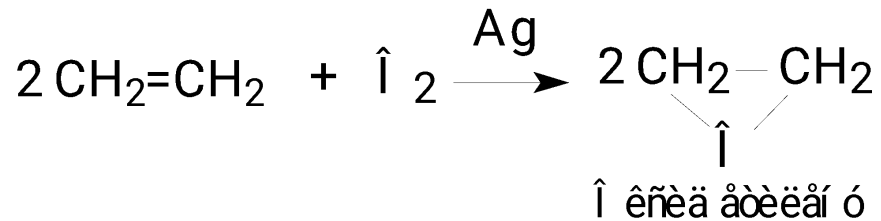
3. Окиснення молекулярним киснем

Окиснення алкенів киснем протікає різними шляхами, залежно від умов реакції.

3.1. Без каталізатора - окиснення напрямлене на розрив β-С-Н-зв'язку з утворенням гідропероксидів, які далі розпадаються на спирти та альдегіди.

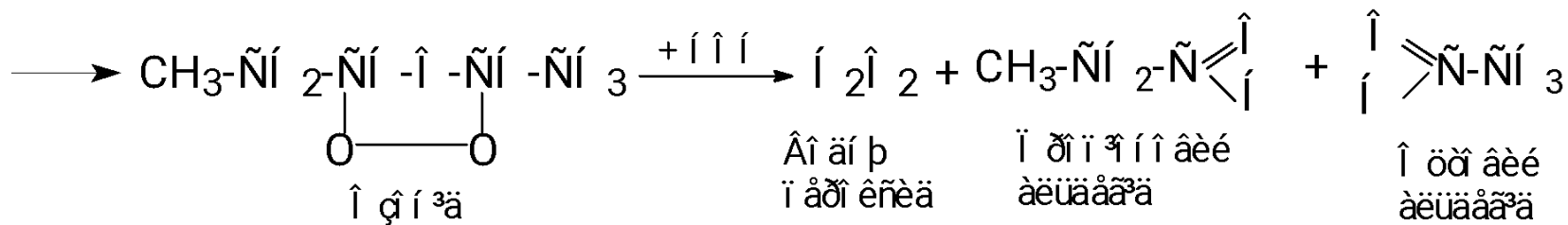
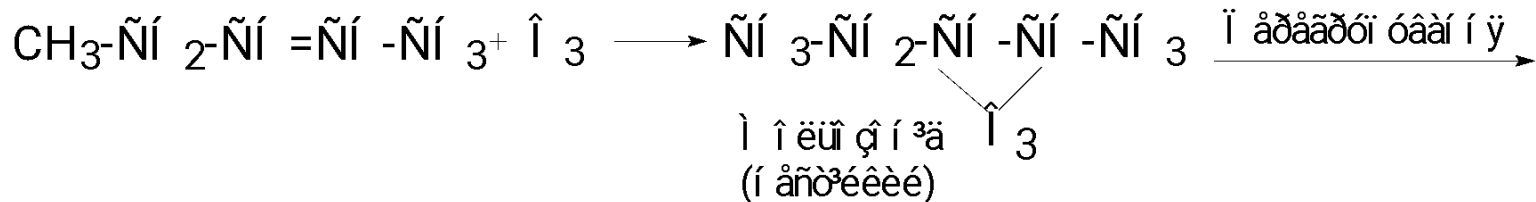


- 3.2. У присутності каталізаторів** одержують органічні оксиди (епоксиди)



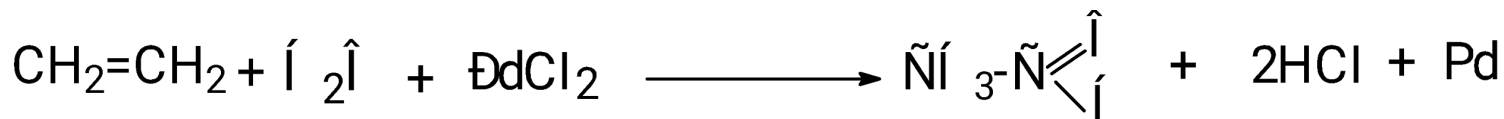
3. Окиснення озоном (озонування за Гаррієсом)

Реакцію озонування використовують для встановлення будови алкенів і вона завжди протікає селективно за місцем подвійного зв'язку з утворенням пероксиду водню, та карбонільних сполук (альдегідів або кетонів).



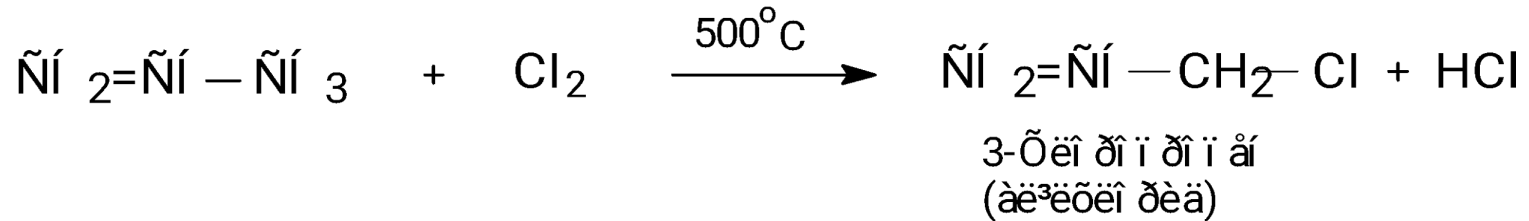
- **4. Окиснення в присутності солей паладію**

- Окиснення алкенів в присутності солей Pd (II) і води також приводить до утворення карбонільних сполук типу альдегідів або кетонів, але за іншою схемою:



Реакції заміщення

- Цей тип реакцій не є характерним для алкенів. Їх слід розглядати як виняток, вони протікають за участю β -C-H-зв'язків. До них відноситься так звана реакція аномального хлорування пропену:

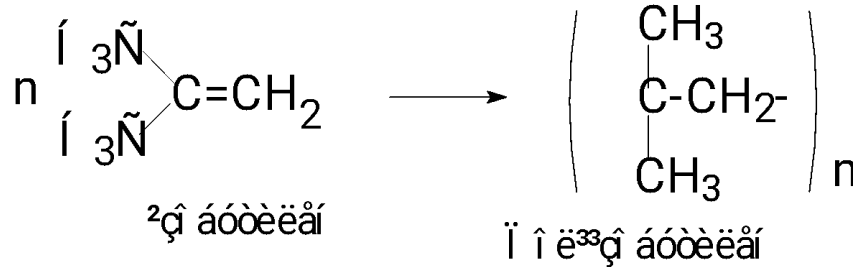
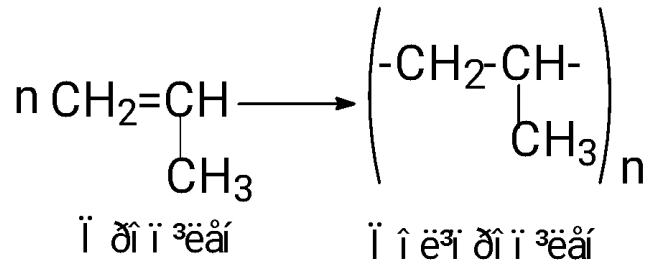


Реакції полімеризації

- Молекули алкенів здатні приєднуватися одна до одної за рахунок розщеплення
- π-зв'язків з утворенням димерів, тримерів тощо (реакція олігомеризації), або полімерів (реакція полімеризації).
- Полімери характеризуються великою молекулярною масою і відносяться до високомолекулярних сполук (ВМС). Їх молекулярна маса рівна кільком десяткам і, навіть, сотням тисяч а.о.м. На загал до ВМС відносяться сполуки, молекулярна маса яких перевищує 20000 а.о.м. У випадку утворення сполук молекулярної маси 500-20000, реакція називається *олігомеризацією*
- Реакцією полімеризації з етилену синтезують поліетилен за схемою:



Аналогічно отримують поліпропілен, поліізобутилен, тощо:



- Фрагмент, що багаторазово повторюється в макромолекулі, називається *елементарною ланкою полімеру*, а середнє число повторень n – *ступінем полімеризації*. Так, для поліпропілену:

