

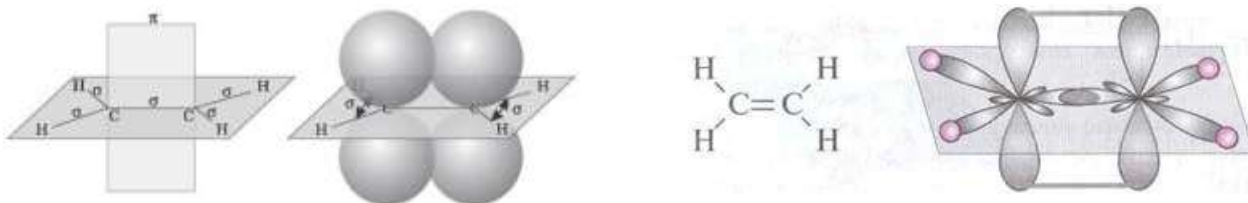
Лекція 3. Алкени. Фізичні та хімічні властивості. Поняття про подвійний зв'язок. Застосування та добування.

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. Фукруа 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 р-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-орбіталлю 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-орбіталями та s-орбіталями 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 $C=C$ – 0,133нм, що менше довжини одинарного зв'язку (0,154нм). Енергія подвійного зв'язку (606кДж/моль) менше подвоєного значення енергії одинарного зв'язку ($347 \cdot 2 = 694$ 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.

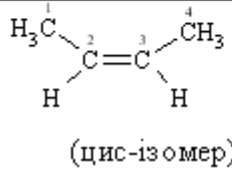
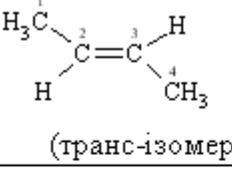
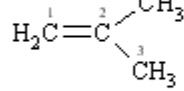
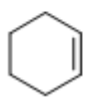
Фізичні властивості. Перші три члени ряду олефінів є газами, сполуки C_5 - C_{17} - рідини, що не змішуються з водою; вищі олефіни - починаючи з C_{18} - тверді речовини. Зі збільшенням молекулярної маси підвищуються температури плавлення і кипіння. Також відрізняють за фізичними властивостями геометричні ізомери. Ткип цис-ізомерів вища ніж транс-ізомерів, а $T_{топл}$ - 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, °C	Температура кипіння, °C	D_4^{20}
Етилен	C_2H_4	-169,1	-103,7	0,5700
Пропен	C_3H_6	-187,6	-47,7	0,5193
Бутен-1	C_4H_8	-185,3	-6,3	0,5951
Пентен-1	C_5H_{10}	-165,2	+30,1	0,6405
Гексен-1	C_6H_{12}	-139,8	63,5	0,6730
Гептен-1	C_7H_{14}	-119	93,6	0,6970
Октен-1	C_8H_{16}	-101,7	121,3	0,7140
Нонен-1	C_9H_{18}	-81,4	146,8	0,7290

Таблиця 2.4.1 – Назви та фізичні константи деяких алкінів

Формула	Номенклатура		T _{пл.} , °C	T _{кип.} , °C
	раціональна	IUPAC		
HC≡CH	ацетилен	етин	-81,8	-83,6
HC≡C-CH ₃	метилацетилен	пропін	-101,5	-23,2
¹ HC≡C- ² CH ₂ - ³ CH ₃	етилацетилен	бутин-1	-122,5	8,6
¹ H ₃ C- ² C≡C- ³ CH ₃	симетричний диметилацетилен	бутин-2	-28,3	27,2
¹ HC≡C- ² CH ₂ - ³ CH ₂ - ⁴ CH ₃	пропілацетилен	пентин-1	-98,0	39,7
HC≡C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	бутилацетилен	гексин-1	-124,0	71,4
HC≡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

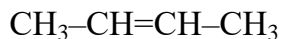
Формула	Номенклатура		T _{пл.} , °C	T _{кип.} , °C
	раціональна	IUPAC		
H ₂ C=CH ₂	етилен	етен	-169,4	-102,4
H ₂ C=CH-CH ₃	метилетилен	пропен	-185,2	-47,7
¹ H ₂ C=CH- ² CH ₂ - ³ CH ₃	етилетилен	бутен-1	-185,4	-6,3
 (цис-ізомер)	симетричний диметилетилен (Z-ізомер)	Z-бутен-2	-139,3	-3,7
 (транс-ізомер)	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 замісничовою 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=С. 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–

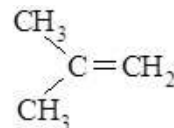
Для найпростіших представників етиленового ряду використовують і раціональну номенклатуру, згідно з якою усі алкени розглядають як похідні етилену, в молекулі якого атоми Гідрогену заміщені на радикали:



метилетилен

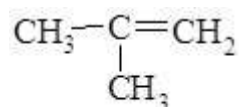


сим-диметилетилен (симетричний)



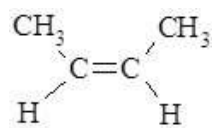
несим-диметилетилен
(несиметричний)

Ізомерія. Для алкенів характерна структурна та геометрична (цис-, транс-) ізомерія. Структурна ізомерія в ряду алкенів розпочинається, як і в алканів, з вуглеводню $\text{-C}_4\text{H}_8$. 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:

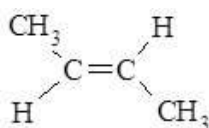


2-метилпропен

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.

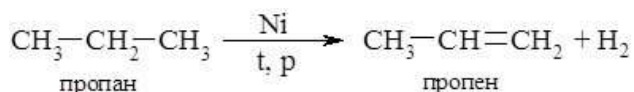
1. Піроліз нафтопродуктів та природного газу – основний промисловий спосіб добування алкенів. Піроліз – процес деструктивного перетворення вуглеводнів при високих температурах ($650 - 900^\circ\text{C}$). Піроліз вперше застосували в кінці XIXст. для одержання із керосинової фракції

нафти світильного газу. Починаючи з 50-х рр.ХХ ст. піроліз нафтопродуктів став основним процесом, що забезпечує багатотоннажне виробництво етилену, пропілену, бутиленів.

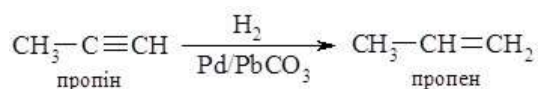
Олефіни C_6-C_{20} одержують термічним крекінгом парафінової фракції при $550^{\circ}C$, яка містить алкани складу $C_{14}-C_{34}$

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).

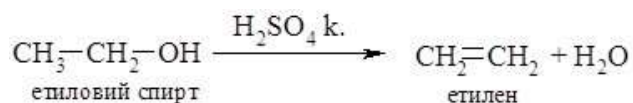
Реакція відщеплення водню (реакція дегідрування) від алканів відбувається в присутності подрібненої платини, нікелю, паладію або інших металів, при підвищених температурі і тиску.



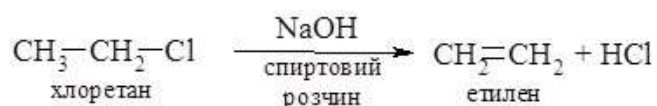
Гідрування (реакція приєднання водню) алкінів до алкенів проводять у присутності каталізаторів, які відновлюють лише потрійний зв'язок і не здатні відновлювати подвійний. Це каталізатори зі зниженими властивостями, наприклад, паладієвий каталізатор, дезактивований (отруєний) солями плюмбуму.



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 :

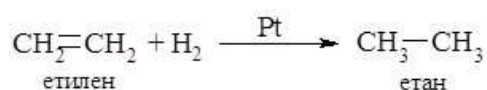


4. Дегідрогалогенування галогеналканів. Відщеплення галогеноводню від галогенопохідних насичених вуглеводнів проводять при нагріванні їх із спиртовим розчином лугу. Продуктами реакції є відповідні алкени з тією ж кількістю атомів Карбону.

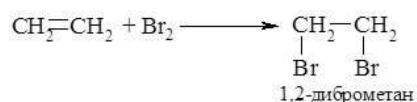


Хімічні властивості. Енергія подвійного зв'язку $C=C$ в молекулі C_2H_4 - 612кДж/моль і є значно нижчою ніж подвоєна енергія простого $C-C$ зв'язку ($350 \cdot 2 = 700 \text{кДж/моль}$). Це означає що σ - та π -зв'язки нерівноцінні. Менш міцним і більш реакційноздатним є π -зв'язок. Для алкенів характерні 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.

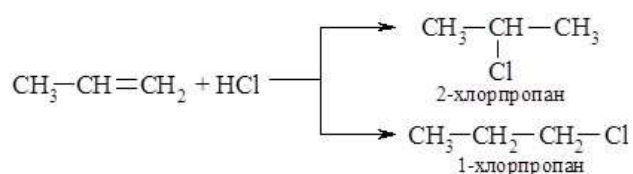


При взаємодії алкенів з бромом спостерігається знебарвлення жовто-бурого забарвлення бромом. Це одна із найстаріших та найпростіших якісних реакцій на ненасичені вуглеводні, оскільки аналогічно реагують також алкіни та алкадієни.

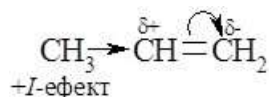
3. Приєднання галогеноводнів. При взаємодії етиленових вуглеводнів з галогеноводнями (HCl, HBr) утворюються галогеналкани, напрям реакції залежить від будови алкенів. У випадку етилену або симетричних алкенів реакція приєднання відбувається однозначно і веде до утворення лише одного продукту:



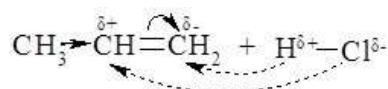
У випадку несиметричних алкенів можливе утворення двох різних продуктів реакції приєднання:



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⁺).

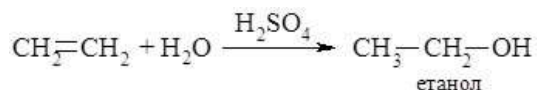


Такий розподіл електронної густини в молекулі пропену визначає місце майбутньої атаки протоном. Це – атом карбону метиленової групи (=CH₂), який несе частковий негативний заряд δ⁻. А хлор, відповідно, атакує атом Карбону з частковим позитивним зарядом δ⁺.

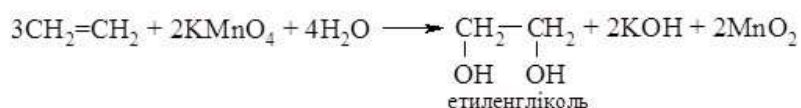


Як наслідок, основним продуктом реакції пропену з хлороводнем є 2-хлоропропан.

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:



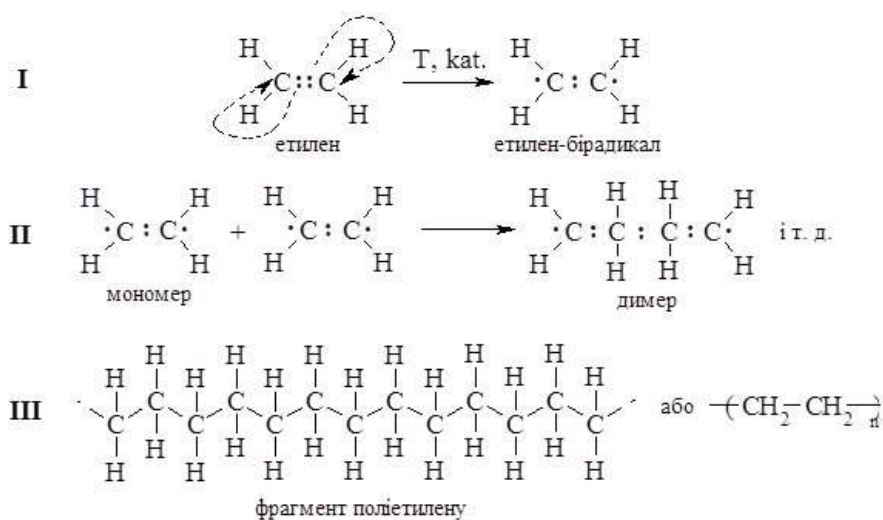
Ця реакція має аналітичне значення, оскільки при її проходженні фіолетовий розчин KMnO_4 знебарвлюється. Аналогічно до реакції з бромною водою - це якісні реакції на алкени

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 С-С зв'язку, внаслідок чого обидва атоми С одержують по одному неспареному електрону (стають радикалами) (I). Кожен радикал С 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**.

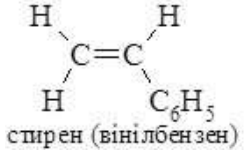
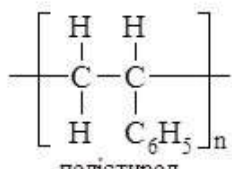
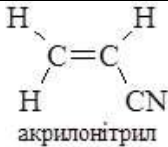
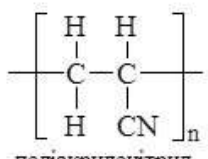
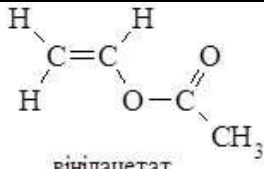
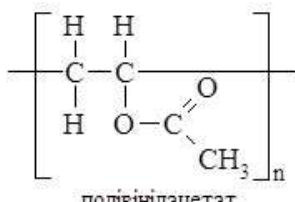
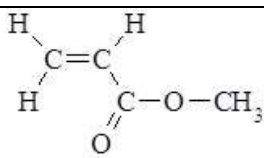
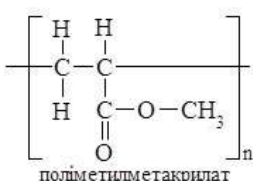
Вперше полімеризацію етилену провів К. Ціглер (Німеччина, 1953 р.), використовуючи Ti-Al каталізатор. Дж. Натта (Італія) модифікував каталізатор Ціглера (каталізатор Ціглера-Натта – $(\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3+\text{TiCl}_4)$) і розробив метод одержання полімерів із заданими властивостями.



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
<p>етилен</p>	<p>поліетилен</p>	пакувальний матеріал, предмети побуту
<p>тетрафторетилен</p>	<p>політетрафторетилен</p>	виготовлення покриття, стійкого в агресивних середовищах
<p>пропілен (пропен)</p>	<p>поліпропілен</p>	труби, предмети побуту
<p>хлоретен (вінілхлорид)</p>	<p>полівінілхлорид</p>	труби, лінолеум, іграшки

 <p>спирен (вінілбензен)</p>	 <p>полістирол</p>	електроізолятори, гудзики, пакувальні матеріали
 <p>акрилонітрил</p>	 <p>поліакрилонітрил</p>	синтетичні волокна
 <p>вінілацетат</p>	 <p>полівінілацетат</p>	клей ПВА, жувальна гумка
 <p>метилметакрилат</p>	 <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) $CH_3-CH=CH_2$ – газ, нерозчинний у воді. Вперше одержав Рейнолдс у 1849 р. при пропусканні парів алілового спирту (C_3H_5OH) через розпечену до червона залізу 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. Ерленмейєр запропонував позначати подвійний і потрійний зв'язки при написанні структурних формул відповідно $C=C$ та $C\equiv C$.

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].

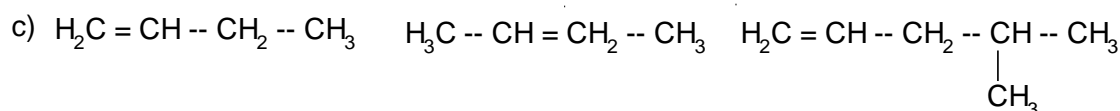
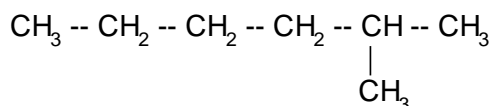
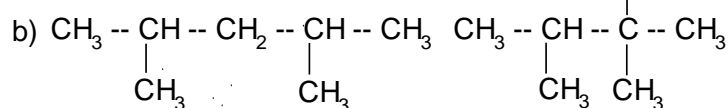
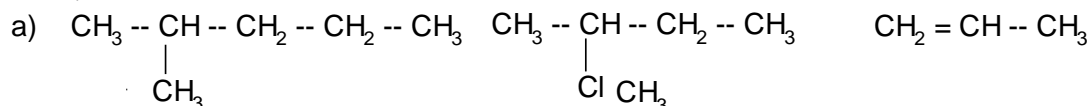
Завдання для самостійного опрацювання

1. Написати формули речовин

- 3-метил-5-бромо-2-гексен;
- 3-бромо-5-метил-5-гексен;
- 5-бромо-3-метил-2-гексен;
- 3-метил-5-бромо-2-гептен.
- 2,2,3-триметил -6-пентен;
- 3,4,4-триметил-1-пентен;
- 2,2-диметил-3-метил -4-пентен;
- 3-метил-1-бутен.

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) бу-2-тен; в) 2,3,4-триметилпент-2ен;

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-дибромо-1-бутен: а

- 1-бутин;
- 2-бутен;
- 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.