Класифікація вуглеводнів. Алкани

Класифікація вуглеводнів. Частково з класифікацією цих речовин ви вже ознайомилися. Вам відомі деякі представники насичених (такі, як метан та його гомологи) і ненасичених (етен та етин) вуглеводнів. Однак цими речовинами знання про вуглеводні не обмежуються.

Детальнішу класифікацію вуглеводнів показано на рис. 14. Ознайомившись із представниками цих груп вуглеводнів, ви поглибите свої знання про алкани, алкени й алкіни, довідаєтеся про склад і хімічну будову ароматичних сполук, способи їх одержання.

Рис. 14. Схема класифікації вуглеводнів

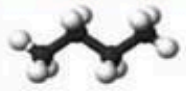
Алкани, будова молекул. Повернімося до табл. 1 (див. с. 5) і повторімо склад відомих вам перших десяти представників насичених вуглеводнів. Інша назва цих сполук «парафіни». За системою міжнародних назв, тобто за міжнародною номенклатурою, їх називають алканами. Як бачимо з таблиці, хімічний склад насичених вуглеводнів відображає загальна формула $\mathbf{C_nH_{2n+2}}$.

Ізомерія. Алканам властива структурна ізомерія. Починаючи з бутану, атоми Карбону в карбоновому ланцюзі можуть розміщуватися в різній послідовності (див. формули (1) і (2), с. 17).

Розглянемо кулестержневі моделі молекул ізомерів бутану й пентану (табл. 4).

Таблиця 4

Моделі молекул ізомерів бутану й пентану, їхні формули та фізичні властивості

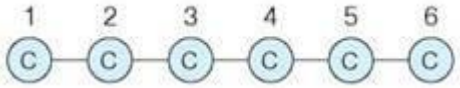
Кулестержнева модель молекул	Напівструктурна формула	Назва, фізичні властивості	Висновок
	$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{CH_2}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$	бутан, $t_{кип.} = -0,5\ ^\circ C$	Молекулярна формула, що відображає склад цих двох сполук, однакова: $\mathbf{C_4H_{10}}$, але послідовність сполучення атомів у молекулі різна, тобто будова й властивості сполук різні.
	$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{CH}(CH_3)-\overset{3}{CH_3}$	ізобутан (2-метилпропан), $t_{кип.} = -11,4\ ^\circ C$	
	$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{CH_2}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_2}-\overset{5}{CH_3}$	пентан, $t_{кип.} = 36\ ^\circ C$	Із збільшенням карбонового ланцюга кількість ізомерів зростає. Є три ізомери пентану, які відрізняються порядком сполучення атомів у молекулі. Отже, будова цих сполук різна, тому й властивості різні.
	$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{CH}(CH_3)-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$	ізопентан (2-метилбутан), $t_{кип.} = 28\ ^\circ C$	
	$\overset{1}{H_3C}-\overset{2}{C}(CH_3)_2-\overset{3}{CH_3}$	ізопентан (2,2-диметилпропан), $t_{кип.} = 10\ ^\circ C$	

• ***Структурні ізомери*** *— це сполуки, що мають однаковий якісний та кількісний склад молекул, але відрізняються послідовністю сполучення атомів у молекулі, а отже, будовою та властивостями.*

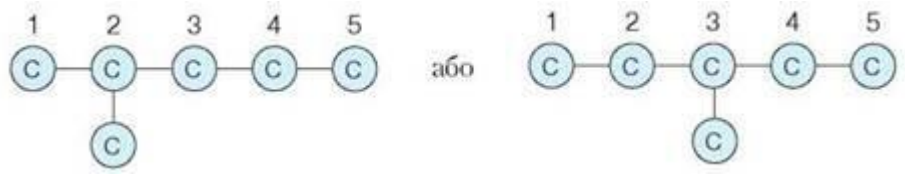
Складання формул структурних ізомерів. На прикладі структурних ізомерів бутану й пентану ви переконалися, що зі зростанням кількості атомів Карбону в молекулах алканів зростає кількість ізомерів. Так, декан $C_{10}H_{22}$ має 75 ізомерів.

Розглянемо послідовність складання структурних формул ізомерів гексану, молекулярна формула якого C_6H_{14}.

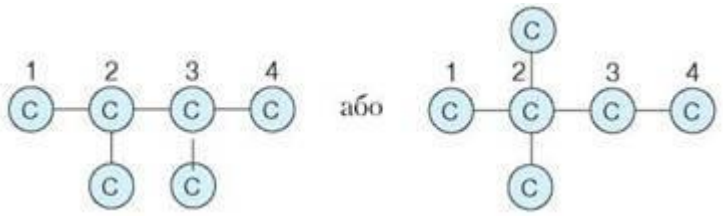
1. Запишемо карбоновий ланцюг ізомеру нерозгалуженої будови та пронумеруємо в ньому атоми Карбону:



2. Розгалузимо карбоновий ланцюг, скоротивши його на один атом Карбону та приєднавши цей атом до одного з атомів карбонового ланцюга, крім крайніх:



3. Розгалузимо карбоновий ланцюг більше, скоротивши його на два атоми Карбону, і отримаємо ще два можливі варіанти розміщення атомів:



4. Щоб скласти структурну формулу, необхідно отримані карбонові ланцюги доповнити зв'язками з атомами Гідрогену.

Систематична номенклатура алканів. Одна з умов євроінтеграції хімічної науки та освіти — створення системи понятійного апарату, хімічної термінології та номенклатури. Це сприятиме кращому порозумінню вчених, підготовці конкурентоспроможних фахівців на ринку праці та одночасно засвідчить рівень української хімічної науки.

Щоб правильно називати ізомери, потрібно знати назви їхніх замісників.

• ***Замісник*** *— атом або група атомів, що заміщують у головному карбоновому ланцюзі один або кілька атомів Гідрогену.*

Назви алкільних замісників утворюють заміною суфікса -ан, що властивий назві алкану, на суфікс -ил (-іл). Приклади формул алкільних замісників та назв алканів наведено в табл. 5.

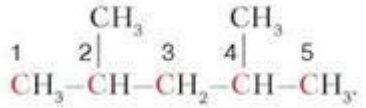
Таблиця 5

Формули та назви алканів та алкільних замісників

Алкан		Алкільний замісник	
Формула	**Назва**	**Формула**	**Назва**
CH_4	мет**ан**	$-CH_3$	мет**ил**
C_2H_6	ет**ан**	$-C_2H_5$	ет**ил**
C_3H_8	проп**ан**	$-C_3H_7$	проп**іл**
C_4H_{10}	бут**ан**	$-C_4H_9$	бут**ил**

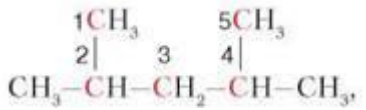
У складі вуглеводню може бути декілька однакових замісників. Їх кількість позначають префіксами -ди, -три, -тетра і т. ін. Зважаючи на мовні правила, якщо корінь починається приголосним, треба писати префікс -ди (диметил), а перед голосною -ді (діетил).

Утворімо назву ізомеру алкану зі структурною формулою



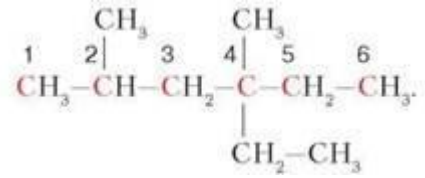
Назва цього алкану 2,4-диметилпентан.

Нумерацію можна змінити так:



але назва від цього не змінюється.

Розглянемо ще один приклад:



Назва цього алкану — 4-етил-2,4-диметилгексан.

Алгоритм утворення назв алканів

- *1. Вибираємо найдовший карбоновий ланцюг із найбільшою кількістю найпростіших розгалужень.*
- *2. Нумеруємо атоми Карбону, починаючи з того кінця, до якого замісник розташований найближче.*
- *3. Місце алкільних замісників позначаємо локантами — цифрами, що вказують положення замісників у головному карбоновому ланцюзі.*
- *4. Назви замісників ставимо перед назвою сполуки в алфавітному по рядку.*
- *5. Указуємо назву алкану, що утворює найдовший карбоновий ланцюг.*

Поміркуйте, як можна змінити нумерацію карбонового ланцюга, щоб назва сполуки не змінилася.

Хімічні властивості алканів. У 9 класі ви вже ознайомилися з деякими властивостями алканів на прикладі метану та його гомологів. Вам відомо, що алкани вступають у реакції горіння з утворенням карбон(IV) оксиду та води.

Реакції неповного окиснення алканів. Такі реакції відбуваються за нестачі кисню, унаслідок чого частина алкану розкладається. Залежно від кількості кисню продуктами реакції можуть бути карбон(II) оксид або навіть сажа (вуглець) і вода. Рівняння реакцій:

$$2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O;$$

$$CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2H_2O;$$

$$2C_2H_6 + 5O_2 \rightarrow 4CO + 6H_2O;$$

$$2C_2H_6 + 3O_2 \rightarrow 4C + 6H_2O.$$

Реакцію неповного окиснення можна спостерігати на досліді.

Дослід. Розплавимо в порцеляновій чашці шматок стеаринової свічки та запалимо. Вміст у чашці горить, виділяючи кіптяву. Якщо внесемо в полум'я скляну пластину, вона зразу ж вкриється кіптявою.

Реакції термічного розкладу. За високих температур (понад 1000 °C) алкани розкладаються, утворюючи вуглець і водень. Наприклад:

$$CH_4 \xrightarrow{t} C + 2H_2.$$

Якщо ж метан нагрівають до температури 1500 °C, утворюється етин:

$$2CH_4 \xrightarrow{t} CH{\equiv}CH + 3H_2.$$

Реакції ізомеризації. Алкани з нерозгалуженим ланцюгом під час нагрівання та за наявності каталізаторів утворюють ізомери. Такі реакції називають реакціями ізомеризації. Наприклад, запишемо рівняння ізомеризації пентану:

$$\underset{\text{пентан}}{H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3} \xrightarrow{t,\ кат.} \underset{\text{2-метилбутан}}{H_3C{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}{-}CH_2{-}CH_3}.$$

Реакції заміщення. За яскравого освітлення або внаслідок нагрівання, під дією ультрафіолетових променів алкани взаємодіють із галогенами (крім йоду) з утворенням галогенопохідних. Реакції відбуваються в декілька стадій — доти, поки всі атоми Гідрогену не замістяться на атоми галогену.

Розглянемо схему хлорування метану на I стадії, зображену на рис. 16. Продуктами реакції є хлорометан CH_3Cl і гідроген хлорид HCl.

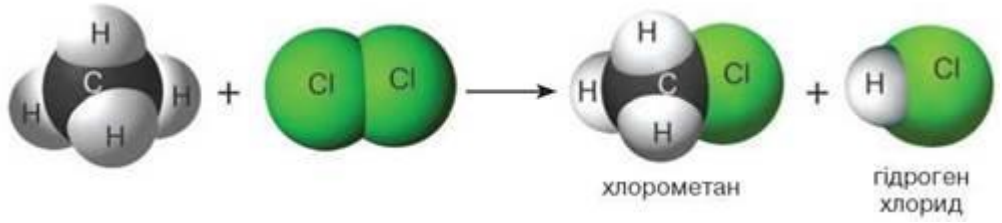
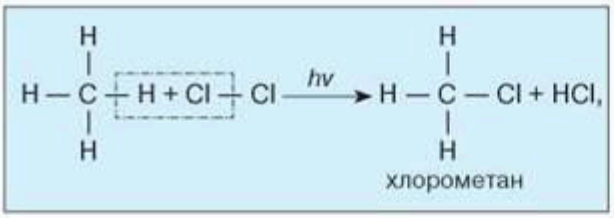


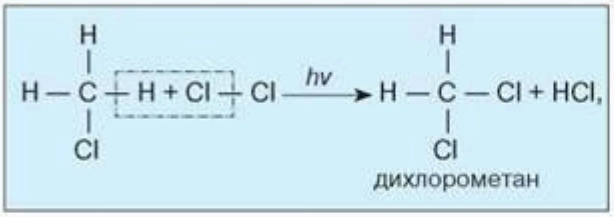
Рис. 16. Схема хлорування метану на I стадії

Наступні стадії реакції відбуваються поступово. Продуктом хлорування метану на II стадії є дихлорометан CH_2Cl_2, на III — трихлорометан $CHCl_3$ і на IV стадії — тетрахлорометан CCl_4.

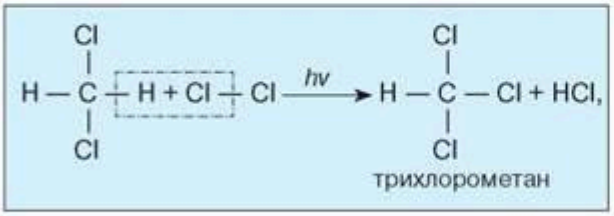
Запишемо рівняння реакцій поступового хлорування метану:



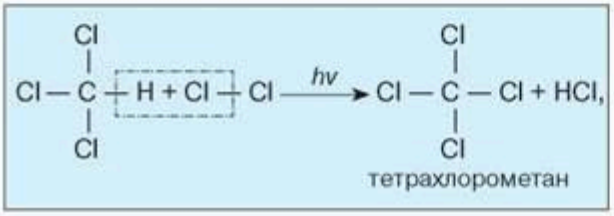
або $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$;



або $CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$;



або $CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$;



або $CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$.

Реакції взаємодії з галогенами називають галогенуванням, а продукти цих реакцій — галогенопохідними алканів.

Відношення насичених вуглеводнів до сильних окисників, кислот і лугів. Щоб з'ясувати, чи взаємодіють алкани з кислотами та лугами, проведемо такі демонстраційні досліди.

Дослід 1. Пропустимо метан крізь-розчин калій перманганату, що має фіолетове забарвлення. Колір розчину не змінюється, тобто метан не окиснюється сильними окисниками.

Дослід 2. Аналогічно, як і в першому досліді, пропустимо метан почергово крізь розчини кислоти й лугу. Жодних змін не спостерігається.

Отже, можна зробити висновок, що за звичайних умов алкани не реагують із сильними окисниками, кислотами та лугами, тобто щодо цих речовин вони хімічно інертні.

Добування алканів. Джерелами вуглеводнів насиченого складу є природний та супутні нафтові гази, нафта й кам'яне вугілля.

Алкани також добувають гідруванням, тобто приєднанням водню:

$$\underset{\text{етен}}{CH_2{=}CH_2} + H_2 \xrightarrow{кат.} \underset{\text{етан}}{CH_3{-}CH_3}; \qquad \underset{\text{етин}}{CH{\equiv}CH} + 2H_2 \xrightarrow{кат.} \underset{\text{етан}}{CH_3{-}CH_3}.$$

У промисловості — синтетичним способом, наприклад із синтез-газу:

$$CO + H_2 \rightarrow \text{суміш вуглеводнів},$$

або реакцією, оберненою до реакції розкладу метану, тобто нагріванням вуглецю з воднем за наявності каталізатора:

$$C + 2H_2 \xrightarrow{кат., t} CH_4.$$