

**Тема.** Алкани. Загальна формула алканів, структурна ізомерія, систематична номенклатура. Хімічні властивості алканів.

**Мета:**

- формувати в учнів знання про гомологію, гомологічні ряди на прикладі алканів; ознайомити учнів із систематичною номенклатурою;
- розвивати уміння і навички складати структурні формули й називати алкани;
- виховувати творчу, допитливу особистість.

**Обладнання та реактиви:** підручник, картки-завдання, моделі молекул.

**Базові поняття та терміни:** вуглеводні, алкани, загальна формула, реакція заміщення, горіння, радикал, крекінг алканів.

**Тип уроку:** вивчення нового матеріалу.

**Наскрізні змістовні лінії:**

**Громадянська відповідальність.**

*Навчатися працювати в команді, відповідально ставитись до завдань, визначених колективом, та ретельно виконувати свою частину роботи. У позаурочний час дбати про чистоту навколишнього середовища свого регіону, брати посильну участь у реалізації соціально значущих навчальних проектів.*

**Здоров'я і безпека.**

*Дотримання правил безпечного поводження з речовинами і матеріалами у лабораторії, побути й довіллі; усвідомлення залежності здоров'я від чистоти води, повітря, складу харчових продуктів; дотримання здорового способу життя.*

**Екологічна безпека і сталий розвиток**

*Значення засобів захисту рослин і їхній вплив на здоров'я людей та довкілля за їх неправильного використання.*

*Забезпечення збереження довкілля під час одержання, зберігання, транспортування і застосування вуглеводнів та їхніх похідних*

**Підприємливість і фінансова грамотність**

*Одержання алканів, етену, етину, бензену, їх застосування.*

**Компетентності:** предметна компетентність, ключова компетентність: інформаційно-цифрова, спілкування державною мовою, екологічна грамотність і здорове життя, обізнаність та самовираження у сфері культури, математична компетентність

## Хід уроку

### I. Організаційний момент

Привітання, побажання хорошого настрою.

### II. Актуалізація опорних знань



*Бесіда*

1. Що таке гомологи?
2. Які гомологічні ряди вуглеводнів ви знаєте?
3. Що ви пам'ятаєте про алкани з курсу хімії 9 класу?

### III. Мотивація навчальної діяльності

Відкрито величезну кількість органічних речовин. Щоб вивчати їх та використовувати, потрібно запровадити певну класифікацію: розбити їх на класи, запровадити певні правила для називання речовин.

Ми вивчили у 9 класі метан, який є першим представником класу насичених вуглеводнів (алканів). Але насичених вуглеводнів багато, і ми повинні знати ці речовини, тому, що людина використовує їх у своїй практичній діяльності. Для зручності вивчення вуглеводнів їх об'єднують у гомологічні ряди, які ви повинні знати. Існують правила складання формул органічних речовин та утворення їх назв, які повинні бути зрозумілими будь-якій людині, що володіє елементарними знаннями про органічні речовини.

Мабуть у вас також є бажання навчитися вміло оперувати назвами речовин, складати формули та пояснювати їх будову. Отже, тема нашого уроку(учні записують тему уроку), а мета уроку – поглибити та вдосконалити знання про алкани.

#### IV. Вивчення нового матеріалу

##### 1. Алкани

*Розповідь вчителя з елементами бесіди*

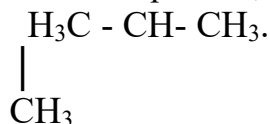
Алканами (насиченими) називають такі вуглеводні, атоми Карбону в молекулах яких сполучені між собою простими (одинарними)  $\sigma$ -зв'язками. Всі інші одиниці валентності атомів Карбону у цих сполуках зайняті (насичені) атомами Гідрогену. Атоми Карбону в молекулах насичених вуглеводнів перебувають у стані,  $sp^3$ -гібридизації. Насичені вуглеводні називають ще *парафінами*. Парафінами ці органічні сполуки називають тому, що довгий час їх вважали мало реакційноздатними. Стара назва насичених вуглеводнів—*аліфатичні*, або *жирні*, вуглеводні.

Насичені вуглеводні утворюють ряд сполук з загальною формулою  $C_nH_{2n+2}$  (n - 1, 2, 3, 4, ...). Найпростішою сполукою цього ряду є метан  $CH_4$ . Тому ряд цих сполук називають ще *рядом метанових вуглеводнів*. Сполуки ряду метану мають подібні будову і властивості. Такий ряд сполук, представники якого мають близькі хімічні властивості і характеризуються закономірною зміною фізичних властивостей, мають однотипну структуру і відрізняються один від одного на одну або кілька  $-CH_2$ -груп, називають *гомологічним рядом* (від грецьк. «гомос» — послідовний, подібність). Як видно з таблиці 1, кожний наступний вуглеводень даного ряду відрізняється від попереднього на групу -  $CH_2$ . Ця група називається *гомологічною різницею*, а окремі члени цього ряду — *гомологами*.

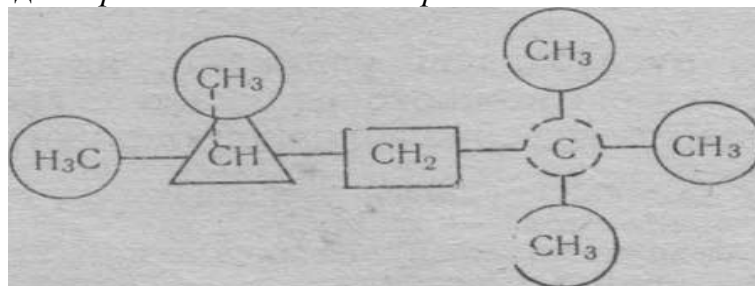
Таблиця 1

| Назва вуглеводню | Структурна формула    | Молекулярна формула |
|------------------|-----------------------|---------------------|
| Метан            | $CH_4$                | $CH_4$              |
| Етан             | $H_3C-CH_3$           | $C_2H_6$            |
| Пропан           | $H_3C-CH_2-CH_3$      | $C_3H_8$            |
| Бутан            | $H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$ | $C_4H_{10}$         |
| Пентан           | $H_3C-(CH_2)_3-CH_3$  | $C_5H_{12}$         |
| Гексан           | $H_3C-(CH_2)_4-CH_3$  | $C_6H_{14}$         |
| Гептан           | $H_3C-(CH_2)_5-CH_3$  | $C_7H_{16}$         |
| Октан            | $H_3C-(CH_2)_6-CH_3$  | $C_8H_{18}$         |
| Нонан            | $H_3C-(CH_2)_7-CH_3$  | $C_9H_{20}$         |
| Декан            | $H_3C-(CH_2)_8-CH_3$  | $C_{10}H_{22}$      |

Наведені в таблиці алкани мають нерозгалужені карбон-карбонові ланцюги. Такі вуглеводні називають *нормальними*. Існують вуглеводні і з розгалуженим карбоновим ланцюгом, їх називають *ізосполуками*. Наприклад, ізобутан має таку будову:



Атоми Карбону в молекулах органічних сполук поділяють на первинні, вторинні, третинні і четвертинні. Атом Карбону, який безпосередньо сполучений тільки з одним сусіднім карбоновим атомом, називають *первинним*, атом Карбону, сполучений з двома сусідніми атомами Карбону, — вторинним. Якщо атом Карбону безпосередньо сполучений з трьома або чотирма С-атомами, то такі карбонові атоми називають відповідно *третинними* або *четвертинними*:



Первинні атоми вуглецю в даній сполуці обведені колом, вторинний — квадратом, третинний — трикутником, четвертинний — колом, зображеним штриховою лінією.

**Завдання** Для вуглеводню складу  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  складіть формули двох найближчих гомологів і назвіть їх (виконуємо завдання у зошитах і на дошці).

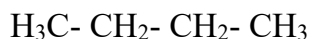
## 2. Ізомерія

Для алканів характерна *структурна ізомерія*, пов'язана з розгалуженням їх карбонового ланцюга. Структурні ізомери відрізняються між собою тільки порядком розміщення атомів Карбону в молекулі.

Структурна ізомерія насичених вуглеводнів починається з бутану. Бутан існує у вигляді двох, пентан — у вигляді трьох ізомерів:



ізобутан ( $T_{\text{кип}} = -11,7^\circ\text{C}$ )



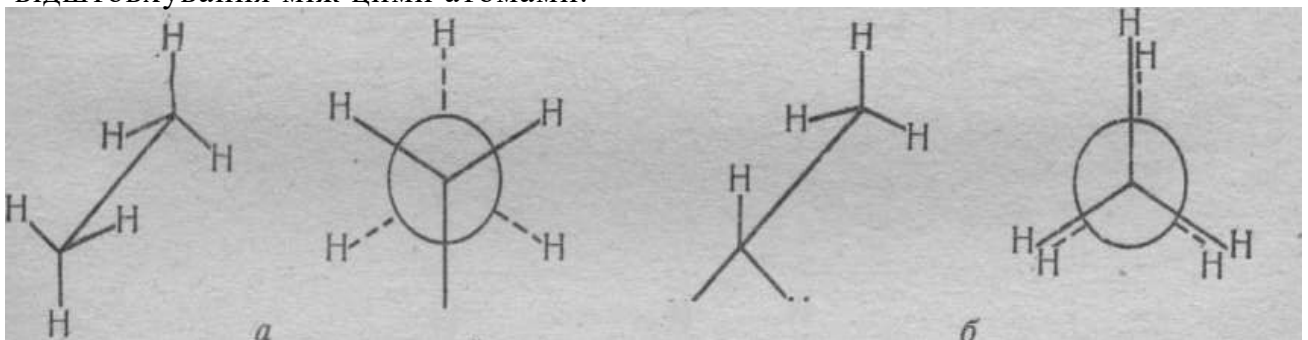
нормальний бутан ( $T_{\text{кип}} = -0,5^\circ\text{C}$ )

| Склад                          | Відносна молекулярна маса | Будова  | T кип., °C |
|--------------------------------|---------------------------|---|------------|
| C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 72                        | CH <sub>3</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>2</sub> – CH <sub>3</sub>                     | +36,07     |
| C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 72                        | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$      | +27,9      |
| C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | 72                        | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | +9,5       |

Гексан має п'ять структурних ізомерів, гептан — дев'ять, октан — 18, нонан — 35, декан — 75. Чим більше в молекулі насиченого вуглеводню атомів Карбону, тим більше ізомерів він має. Для вуглеводню C<sub>13</sub>H<sub>28</sub> можливі 802 ізомери, для C<sub>14</sub>H<sub>30</sub> — уже 1858 ізомерів, для C<sub>15</sub>H<sub>32</sub> — 4347, для C<sub>20</sub>H<sub>42</sub> можливі 366 319 ізомерів.

Для насичених вуглеводнів крім структурної ізомерії властива ще і **поворотна ізомерія**.

Простий σ-зв'язок не створює перешкод для обертання атомних угруповань, які оточують його. Тому, наприклад, в молекулі етану внутрішнє обертання однієї групи —CH<sub>3</sub> відносно другої не повинно викликати деформації σ-зв'язку С—С і може бути вільним. Досліди показують, що при кімнатній температурі цей обертовий рух гальмується. Причиною гальмування є взаємодія не сполучених між собою атомів Гідрогену у двох CH<sub>3</sub>- групах, що приводить до відштовхування між цими атомами.



Поворотні ізомери етану:

а — загальмований; б — заслонений

Такий загальмований обертовий рух в молекулах етану та інших вуглеводнів і їх заміщених приводить до появи поворотних ізомерів.

При обертанні однієї метильної групи в молекулі етану відносно другої навколо в С-С зв'язку атоми цих груп можуть займати в просторі багато різних взаємних положень. Це легко простежити на моделі молекули етану. Такі структури молекули речовини з різним взаємним розміщенням атомів у просторі, які виникають при обертанні навколо простого С-С зв'язку, відносно якого визначається положення атомів у просторі, називають **конформаціями** або **поворотними ізомерами** (конформерами).

Якщо ізомерів багато, то не можна називати їх «ізопентан», «ізобутан». Тому виникає проблема, як назвати ці речовини.

**Завдання** Написати формули ізомерів для гексану.

### 3. Номенклатура алканів

Для побудови назв алканів за систематичною номенклатурою використовують такий алгоритм:

#### Схема складання назв алканів за систематичною номенклатурою

##### Префікси

алкільні замісники в алфавітному порядку

##### Назва родоначальної структури

##### Корінь

головний ланцюг  
алк -

+

##### Суфікс

ступінь насиченості  
-ан

#### Назви алканів нерозгалуженої будови

Перші чотири члени гомологічного ряду мають традиційні назви (**метан, етан, пропан, бутан**), а назви наступних – утворені від грецьких або латинських числівників, що відповідають кількості атомів у карбоновому ланцюзі (корінь) з додаванням суфікса **-ан** (**пентан, гексан, декан**).

#### Назви алканів розгалуженої будови

Для побудови назв алканів розгалуженої будови необхідно вміти утворювати назви алкільних замісників. **Алкільний замісник** – залишок, утворений відщепленням Гідрогену від молекули алкану. Назви алкільних замісників утворюють шляхом заміни суфікса **-ан** у назві відповідного алкану на суфікс **-ил (-іл)**.

| Структурна формула та назва алкану   | Структурна формула та назва алкільного замісника  |
|--|---|
| $\text{CH}_4$<br>метан   | $\text{CH}_3-$<br>метил   |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_3$<br>етан  | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-$<br>етил  |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$<br>пропан  | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$<br>пропіл  |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$<br>ізобутан | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$<br>ізобутил |

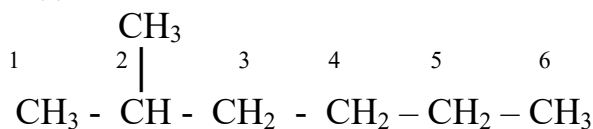
Отже, утворення назв алканів розгалуженої будови проводять у такій послідовності:

#### 1. Вибирають родоначальну структуру → головний карбоновий ланцюг:

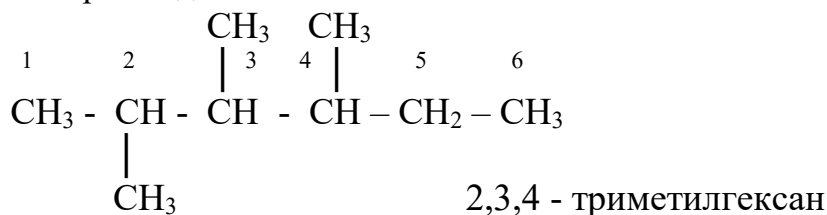
- за головний вибирають найдовший карбоновий ланцюг із більшою кількістю найпростіших розгалужень;
- розгалуження, що не увійшли до складу головного ланцюга - алкільні замісники;

#### 2. Нумерують атоми Карбону головного ланцюга:

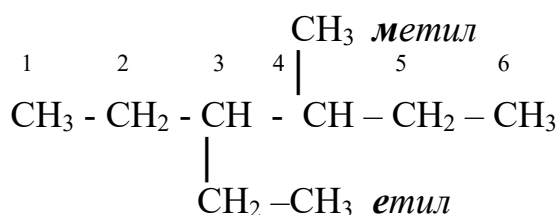
- нумерацію атомів Карбону головного ланцюга проводять таким чином, аби положення замісників були позначені найменшими локантами – *принцип найменших локантів*. Атоми Карбону голоаного ланцюга нумерують з того кінця, до якого ближче знаходиться замісник.



- якщо молекула має кілька замісників, то для вибору початку нумерації головного ланцюга складають можливі послідовності нумерацій атомів Карбону і вибирають ту, в якій перша відмінність позначена найменшим локантом.



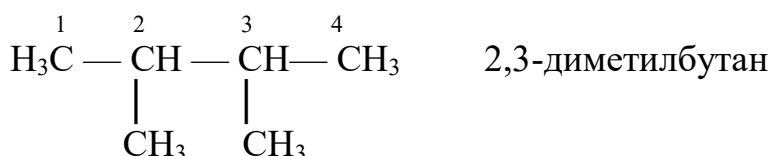
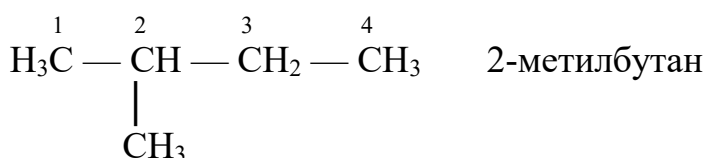
- якщо замісники розташовані на однаковій відстані від обох кінців головного ланцюга, то при виборі нумерації враховують алфавітний порядок переліку назв цих замісників:

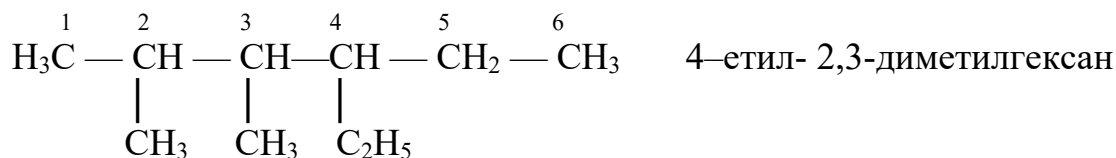
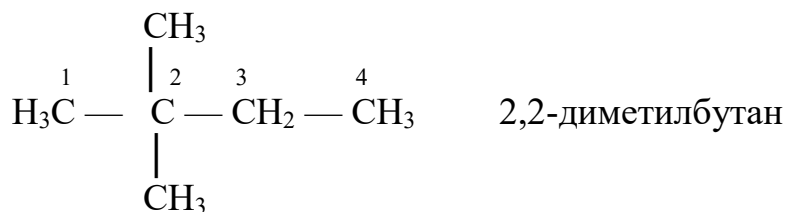


### 3. Визначають алкільні замісники та їх локанти:

- алкільні замісники перелічують в алфавітному порядку з локантами;
- від назв алкільних замісників локанти відділяють дефісом;
- якщо алкан містить кілька однакових замісників, то використовують множинні префікси(**ди-**, **три-**, **тетра-**);
- локанти однакових алкільних замісників записують у порядку зростання цифр і відділяють комами;
- якщо два однакові замісники розташовані біля одного атома Карбону, то локант, що відповідає положенню цих замісників, зазначають у назві двічі;
- при визначенні алфавітного порядку множинні префікси не враховують;
- структурні префікси **втор-**, **трет-** при визначенні алфавітного порядку не враховують, на відміну від структурних префіксів **ізо-**, **нео-**;
- назву останнього замісника пишуть разом із назвою родоначальної структури.

**Завдання.** Назвати алкани :





#### 4. Поширення в природі та фізичні властивості

Користуючись інтернет джерелами та підручником заповніть таблицю

| Назва вуглеводню | Формула | T <sub>кип</sub> | T <sub>пл</sub> |
|------------------|---------|------------------|-----------------|
| Метан            |         |                  |                 |
| Етан             |         |                  |                 |
| Пропан           |         |                  |                 |
| Бутан            |         |                  |                 |
| Ізобутан         |         |                  |                 |
| Пентан           |         |                  |                 |
| Ізопентан        |         |                  |                 |
| Неопентан        |         |                  |                 |

Презентація домашнього завдання «Я-репортер»

#### 4. Хімічні властивості алканів

Хімічні властивості алканів зумовлені наявністю в їхніх молекулах атомів Карбону, Гідрогену і зв'язків С-Н, С-С. Хімічні реакції можуть відбуватися за рахунок розриву зв'язків С-Н, С-С.

##### 1. Взаємодія з розчинами кислот, лугів, калій перманганату.

Алкани не вступають в реакцію з кислотами, лугами та калій перманганатом.

**Демонстрація:** Взаємодія насичених вуглеводнів з розчинами кислот, лугів, калій перманганату

А. Одержимо метан з натрій ацетату:  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$

Б. Одержаний метан пропустимо крізь розчин хлоридної кислоти, натрій гідроксиду, калій перманганату. Що відбувається?

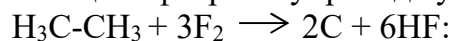
**Висновок:** насичені вуглеводні не взаємодіють з розчинами кислот, лугів, калій перманганату.

##### 2. Реакція заміщення.

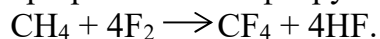
###### а) галогенування

Це одна з характерних реакцій алканів. Найбільше практичне значення мають реакції хлорування та бромовання алканів. Швидкість галогенування різко зменшується в ряду:  $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$ .

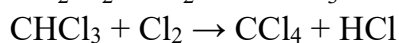
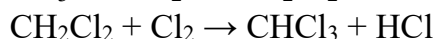
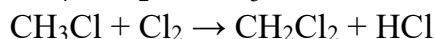
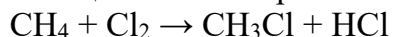
Реакція з фтором супроводжується вибухом:



При розбавленні фтору азотом можливо отримувати флуоропохідні алканів

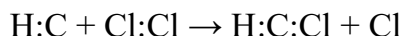


Хлорування алканів відбувається з виділенням теплоти і є менш екзотермічним процесом, ніж фторування. При взаємодії на світлі метану з хлором відбувається заміщення на Хлор атомів Гідрогену (реакція фотохімічна):



Це реакція хлорування, і вона належить до типу реакції заміщення. Наведенні рівняння відображають схематично взаємодію. Насправді реакція відбувається складніше, через утворення вільних радикалів. Механізм реакції.  $\text{Cl}:\text{Cl} \rightarrow \text{Cl} + \text{Cl}$  (завдяки неспареному електрону, атоми Хлору мають високу хімічну активність).

Атом Cl - як вільний радикал, атакує молекулу метану, витісняючи з метану атом гідрогену, внаслідок чого утворюється молекула хлороводню HCl, а молекула метану перетворюється на часточку з одним неспареним електроном – метил. Радикал метил в свою чергу атакує молекулу хлору Cl<sub>2</sub>, що приводить до утворення галогенопохідного метану і вільного радикала хлору:



Атом хлору вступає в реакцію з наступною молекулою метану і відбувається ланцюгова реакція. Такий процес буде відбуватися доти, доки в ході реакції не припиниться утворення вільних радикалів, завдяки взаємодії між собою. В цілому механізм реакції хлорування включає три стадії:

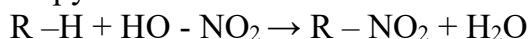
- ініціювання ланцюга;
- розвиток ланцюга;
- обрив ланцюга.

Реакції, які становлять ланцюг послідовних перетворень, називаються *ланцюговими*.

Подібно до реакції хлорування відбувається бромовання алканів, механізм реакції розглянемо на відеофрагменті.

### **б) нітрування**

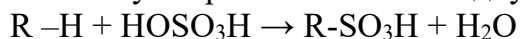
Насичені вуглеводні при звичайній температурі не взаємодіють з концентрованою нітратною кислотою. При нагріванні ця кислота діє як окисник. Якщо на алкани подіяти розбавленою кислотою при нагріванні (140 °C), то відбувається реакція нітрування:



Вперше реакцію нітрування алканів здійснив в 1888 році М.І.Коновалов, тому її називають *реакцією Коновалова*

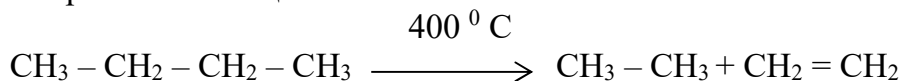
### **в) сульфування**

Алкани за звичайних умов стійкі до дії концентрованої сульфатної кислоти. При слабкому нагріванні кислоти відбувається реакція заміщення:



## **3. Крекінг алканів**

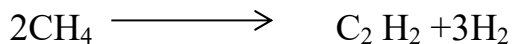
За високої температури в присутності каталізаторів насичені вуглеводні зазнають розчеплення, що називається *крекінгом*. В процесі крекінгу відбувається гомолітичний розрив карбон-карбонових зв'язків з утворенням насичених і ненасичених вуглеводнів з коротшими ланцюгами:



Підвищення температури призводить до більш глибокого розпаду вуглеводнів, зокрема до дегідрування, відщеплення Гідрогену:

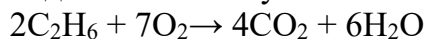






#### 4. Окиснення

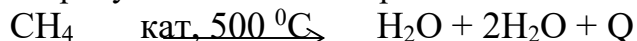
За звичайних умов алкани виявляють стійкість до дії кисню та окисників. При підпалюванні на повітрі алкани горять з утворенням вуглекислого газу та води, виділяючи велику кількість тепла:



$\text{C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  Метан горить блідим синюватим полум'ям.

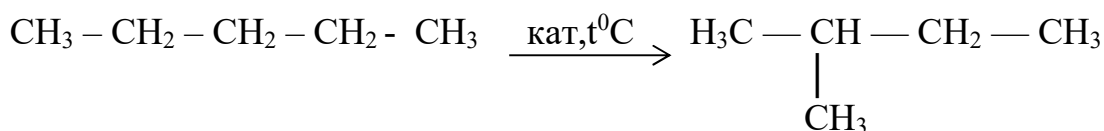


В присутності каталізаторів алкани окиснюються



#### 5. Ізомеризація

Під впливом каталізаторів в процесі нагрівання вуглеводні нормальної будови зазнають ізомеризації – перебудови карбонового скелета з утворенням алканів розгалуженої будови:



#### 6. Застосування алканів

*Розповідь вчителя з елементами бесіди*

Насичені вуглеводні мають широке застосування в найрізноманітніших сферах життя та діяльності людини. Газоподібні алкани (метан, етан, пропан) використовуються як цінне паливо. Рідкі вуглеводні застосовуються як розчинники та становлять значну частку в моторних і ракетних паливах. У сучасній нафтохімічній промисловості насичені вуглеводні є базою для одержання різноманітних органічних сполук, важливою сировиною в процесах одержання напівпродуктів для виробництва пластмас, мийних засобів, синтетичних волокон. Велике значення мають галогенопохідні алканів, що застосовуються як розчинники, холодоагенти. Нижчі члени гомологічного ряду застосовуються для одержання ненасичених сполук.

#### V. Узагальнення та систематизація знань

**Завдання.** За назвами речовин напишіть структурні формули:

- А) 3-етил-2,2-диметилгексан;
- Б) 2, 4-диметилпентан;
- В) 3,6-диетил-2,5-диметилоктан;
- Г) 3,4-диетил-2,3,5,6-тетраметилоктан.

#### VI. Домашнє завдання

Опрацювати матеріал підручника, здійснити перетворення



**Творче завдання:** використовуючи Інтернет джерела підготувати презентацію «Застосування алкенів та алкінів»



#### VII. Підсумок уроку