**Химические свойства.**

**АЛКАНЫ**

1. **Реакции замещения.** Наиболее характерными для алканов являются реакции свободнорадикального замещения, в ходе которого атом водорода замещается на атом галогена или какую-либо группу.

Приведем уравнения наиболее характерных реакций.

*Галогенирование:*

$CH\_4+Cl\_2→CH\_3Cl+HCl$.

В случае избытка галогена хлорирование может пойти дальше, вплоть до полного замещения всех атомов водорода на хлор:

$CH\_3Cl+Cl\_2→HCl+{CH\_2Cl\_2}↙{\text"дихлорметан(хлористый метилен)"}$,

$CH\_2Cl\_2+Cl\_2→HCl+{CHСl\_3}↙{\text"трихлорметан(хлороформ)"}$,

$CHCl\_3+Cl\_2→HCl+{CCl\_4}↙{\text"тетрахлорметан(четыреххлористый углерод)"}$.

Полученные вещества широко используются как растворители и исходные вещества в органических синтезах.

2. **Дегидрирование (отщепление водорода).** В ходе пропускания алканов над катализатором ($Pt, Ni, Al\_2O\_3, Cr\_2O\_3$) при высокой температуре ($400–600°С$) происходит отщепление молекулы водорода и образование алкена:

$CH\_3—CН\_3→СH\_2=CH\_2+Н\_2↑$

**3. Реакции, сопровождающиеся разрушением углеродной цепи.** Все предельные углеводороды *горят* с образованием углекислого газа и воды. Газообразные углеводороды, смешанные с воздухом в определенных соотношениях, могут взрываться. Горение предельных углеводородов — это свободнорадикальная экзотермическая реакция, которая имеет очень большое значение при использовании алканов в качестве топлива:

$СН\_4+2О\_2→СО\_2+2Н\_2O+880 кДж.$

В общем виде реакцию горения алканов можно записать следующим образом:

$C\_{n}H\_{2n+2}+({3n+1}/{2})O\_2→nCO\_2+(n+1)H\_2O$

*Термическое расщепление углеводородов:*

$C\_{n}H\_{2n+2}{→}↖{400-500°C}C\_{n-k}H\_{2(n-k)+2}+C\_{k}H\_{2k}$

Процесс протекает по свободнорадикальному механизму. Повышение температуры приводит к гомолитическому разрыву углерод-углеродной связи и образованию свободных радикалов:

$R—CH\_2CH\_2:CH\_2—R→R—CH\_2CH\_2·+·CH\_2—R$.

Эти радикалы взаимодействуют между собой, обмениваясь атомом водорода, с образованием молекулы алкана и молекулы алкена:

$R—CH\_2CH\_2·+·CH\_2—R→R—CH=CH\_2+CH\_3—R$.

Реакции термического расщепления лежат в основе промышленного процесса — крекинга углеводородов. Этот процесс является важнейшей стадией переработки нефти.

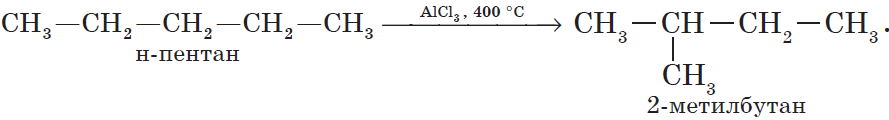
При нагревании метана до температуры $1000°С$ начинается пиролиз метана — разложение на простые вещества:

$CH\_4{→}↖{1000°C}C+2H\_2↑$

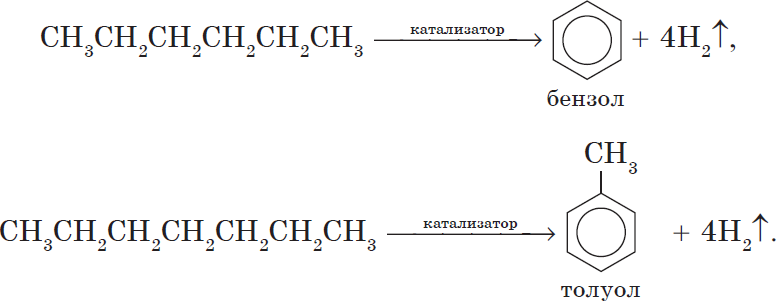
При нагревании до температуры $1500°С$ возможно образование ацетилена:

$2CH\_4{→}↖{1500°C}CH=CH+3H\_2↑$

4. **Изомеризация.** При нагревании линейных углеводородов с катализатором изомеризации (хлоридом алюминия) происходит образование веществ с разветвленным углеродным скелетом:



5. **Ароматизация.** Алканы с шестью и более углеродными атомами в цепи в присутствии катализатора циклизируются с образованием бензола и его производных:



В чем причина того, что алканы вступают в реакции, протекающие по свободнорадикальному механизму? Все атомы углерода в молекулах алканов находятся в состоянии $sp^3$-гибридизации. Молекулы этих веществ построены при помощи ковалентных неполярных $С—С$ (углерод — углерод) связей и слабополярных $С—Н$ (углерод — водород) связей. В них нет участков с повышенной и с пониженной электронной плотностью, легко поляризуемых связей, т.е. таких связей, электронная плотность в которых может смещаться под действием внешних факторов (электростатических полей ионов). Следовательно, алканы не будут реагировать с заряженными частицами, т.к. связи в молекулах алканов не разрываются по гетеролитическому механизму.

**Алкены**

**Химические свойства.**

**Реакции присоединения.**Напомним, что отличительной чертой представителей непредельных углеводородов — алкенов является способность вступать в реакции присоединения. Большинство этих реакций протекает по механизму *электрофильного присоединения.*

1. *Гидрирование алкенов.* Алкены способны присоединять водород в присутствии катализаторов гидрирования, металлов — платины, палладия, никеля:

$CH\_3—CH\_2—CH=CH\_2+H\_2{→}↖{Pt}CH\_3—CH\_2—CH\_2—CH\_3$.

Эта реакция протекает при атмосферном и повышенном давлении и не требует высокой температуры, т.к. является экзотермической. При повышении температуры на тех же катализаторах может пойти обратная реакция — дегидрирование.

2. *Галогенирование (присоединение галогенов).*Взаимодействие алкена с бромной водой или раствором брома в органическом растворителе ($CCl\_4$) приводит к быстрому обесцвечиванию этих растворов в результате присоединения молекулы галогена к алкену и образования дигалоген алканов:

$СН\_2=СН\_2+Br\_2→CH\_2Br—CH\_2Br$.

3. *Гидрогалогенирование (присоединение галогеноводорода).*

$CH\_3-{CH}↙{пропен}=CH\_2+HBr→CH\_3-{CHBr}↙{2-бромпропен}-CH\_3$

Эта реакция подчиняется **правилу Марковникова:**

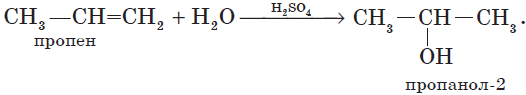
*При присоединении галогеноводорода к алкену водород присоединяется к более гидрированному атому углерода, т.е. атому, при котором находится больше атомов водорода, а галоген — к менее гидрированному.*

4. **Гидратация (присоединение воды).**

Гидратация алкенов приводит к образованию спиртов. Например, присоединение воды к этену лежит в основе одного из промышленных способов получения этилового спирта:

${CH\_2}↙{этен}=CH\_2+H\_2O{→}↖{t,H\_3PO\_4}CH\_3-{CH\_2OH}↙{этанол}$

Обратите внимание на то, что первичный спирт (с гидроксогруппой при первичном углероде) образуется только при гидратации этена. При гидратации пропена или других алкенов образуются вторичные спирты.



Эта реакция протекает также в соответствии с правилом Марковникова — катион водорода присоединяется к более гидрированному атому углерода, а гидроксогруппа — к менее гидрированному.

5. *Полимеризация.*Особым случаем присоединения является реакция полимеризации алкенов:

$nCH\_2{=}↙{этен}CH\_2{→}↖{УФ-свет,R}(...{-CH\_2-CH\_2-}↙{полиэтилен}...)\_n$

Эта реакция присоединения протекает по свободнорадикальному механизму.

6. *Реакция окисления.*

Как и любые органические соединения, алкены горят в кислороде с образованием $СО\_2$ и $Н\_2О$:

$СН\_2=СН\_2+3О\_2→2СО\_2↑+2Н\_2О$.

В общем виде:

$C\_{n}H\_{2n}+{3n}/{2}O\_2→nCO\_2↑+nH\_2O$