

Тема 1

Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова.

Классы органических соединений.

Органическая химия – химия соединений углерода.

В состав большинства органических молекул, кроме С, входят атомы 5 химических элементов: **H, O, N, P, S**

Отличия органических соединений от неорганических:

- 1) почти все горят и разлагаются при нагревании с окислителями с выделением CO_2 ;
- 2) большинство органических соединений **не диссоциируют** с образованием ионов;
- 3) имеют более низкие температуры фазовых переходов (плавление, кипение);
- 4) реакции органических соединений протекают значительно медленнее и часто не доходят до конца;
- 5) органические соединения могут содержать последовательность углеродных атомов, соединённых в цепи;
- 6) среди органических соединений широко распространены явления изомерии и гомологии.

В основе представлений о строении органических веществ лежит теория А.М.Бутлерова. По значимости эта теория занимает в органической химии такое же место, как Периодический закон и Периодическая таблица в неорганической химии.

ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ А.М.БУТЛЕРОВА

1. Атомы в составе молекулы соединены между собой в определенном порядке, в соответствии с их валентностью.

Атомы углерода могут соединяться не только между собой, но и с другими элементами одинарными, двойными, тройными связями, образуя линейные, разветвленные, циклические структуры.

Химическое строение – порядок соединения атомов в молекуле.

Химическое строение отображается структурными формулами.

Формул

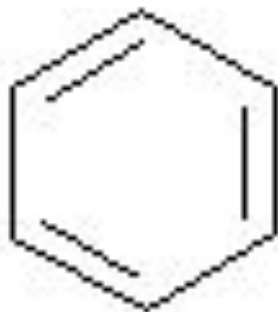
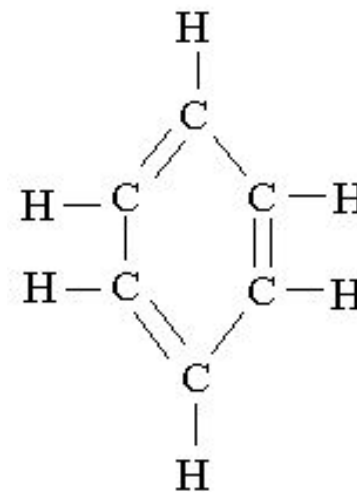
ы:

**молекулярн
ая**

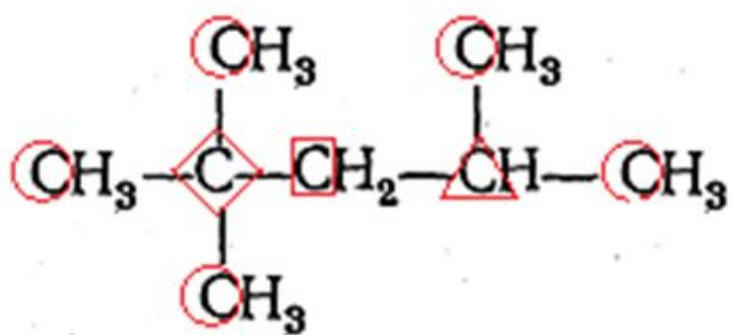
**полная
структурная**

**сокращенная
структурная**

C₆H₆



Различают первичные, вторичные, третичные, четвертичные атомы С.
Тип атома определяется числом соседних атомов С, связанных с данным атомом С.



-  первичный
-  вторичный
-  третичный
-  четвертичный

Степень окисления атома С лежит в диапазоне $(-4) \div (+4)$



По полярности связи различают:

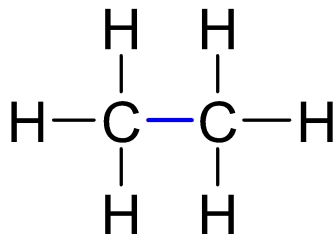
C-C – неполярные ковалентные связи;

C-H – малополярные ковалентные связи;

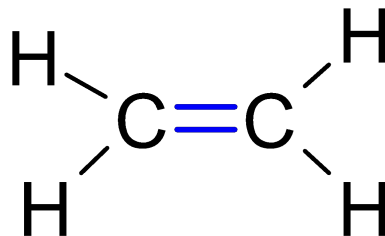
C-O, C-N – полярные ковалентные связи.

По порядку связи различают:

Одинарные (1 s-связь). В молекуле этана (длина связи 0,154 нм):



Двойные (1 s -связь и 1 p-связь). В молекуле этилена (0,134 нм):



Тройные (1 s -связь и 2 p -связи). В молекуле ацетилена (0,120 нм):

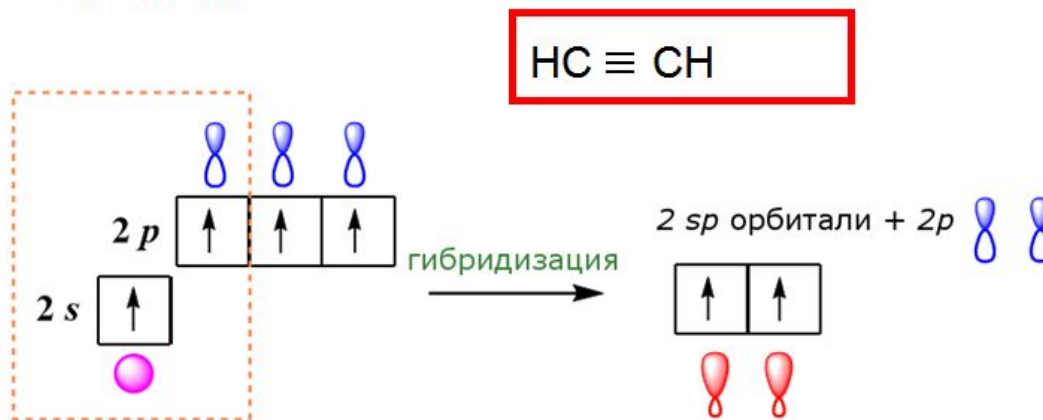
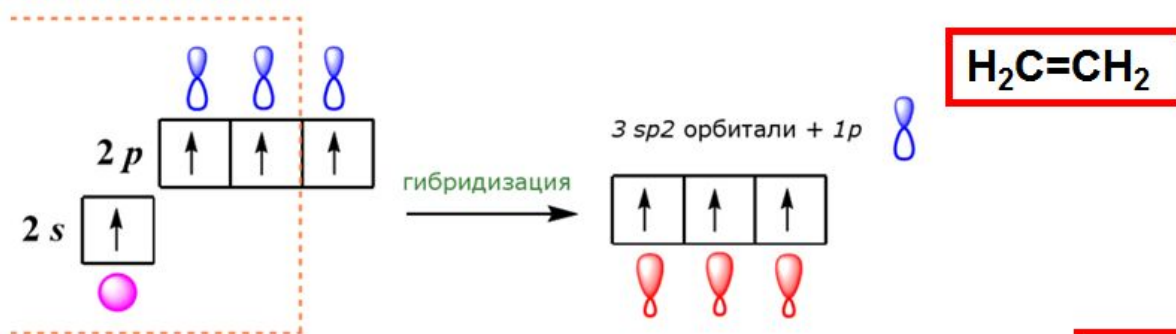
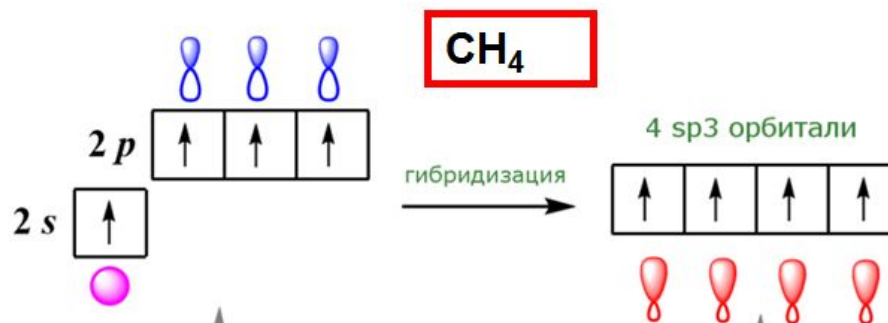


Гибридизация атома С в соединениях с разным порядком связи:

sp^3 -гибридизации: C-C;

sp^2 -гибридизации: C=C;

sp -гибридизации: C≡C.



2. Свойства (физические и химические) органических соединений зависят не только от качественного и количественного состава, но и от порядка расположения атомов в молекуле, т.е. от химического строения вещества.

Вещества, имеющие одинаковый качественный и количественный состав молекул (т.е. одинаковую молекулярную формулу), но различное химичес

рами.



3. Так как в конкретных химических реакциях изменяются лишь некоторые части молекулы, то исследование строения продукта реакции помогает судить о строении исходного вещества.

4. Атомы и их группы в молекуле оказывают взаимное влияние друг на друга. Реакционная способность отдельных атомов молекулы изменяется при изменении их окружения.

Классификация органических

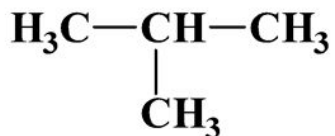
соединений

Органические соединения классифицируют по двум основным признакам:

- 1) строению углеродного скелета и
- 2) функции

Классификация по строению углеродного скелета

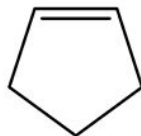
Ациклические



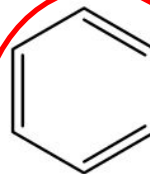
2-метилпропан



Карбоциклические



циклопентен

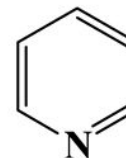


бензол

Гетероциклические



фуран



пиридин

К карбоциклическим (алициклическим) относятся ароматические соединения.

Ароматические- содержат одно или несколько бензольных колец.

Критерии ароматичности:

- наличие плоского цикла;
- замкнутая система сопряжения
- выполнение правила Хюккеля: $N = 4n + 2$ (N- число π - электронов, участвующих в сопряжении, n –целое число, $n = 0, 1, 2, 3, \dots$)

Сопряжение – это образование в молекуле единого делокализованного электронного облака в результате перекрывания негибризованных p – орбиталей. Происходит, когда кратные связи разделены одной одинарной связью.

Функциональной группой называют структурный фрагмент молекулы, характерный для данного класса органических соединений и определяющий его химические свойства

	Карбоксильная	Карбоновые кислоты	$R-C(=O)OH$	$CH_3-C(=O)OH$ уксусная кислота
	Альдегидная	Альдегиды	$R-C(=O)H$	$CH_3-C(=O)H$ ацетальдегид
	Карбонильная	Кетоны	$R-C(=O)R'$	$CH_3-C(=O)-CH_3$ ацетон
-OH	Гидроксильная	Спирты	R-OH	CH_3OH метилловый спирт
		Фенолы		 фенол
-NH ₂	Аминогруппа	Первичные амины	R-NH ₂	CH_3-NH_2 метиламин
-NO ₂	Нитрогруппа	Нитро-соединения	R-NO ₂	$C_2H_5-NO_2$ нитроэтан
-F, -Cl, -Br, -I	Фтор, хлор, бром, иод	галоген-производные	R-Hal	C_2H_5-Cl хлорэтан

Вещества аналогичного строения, отличающиеся по составу на целое число групп ($-\text{CH}_2$), называются **гомологами**.

Гомологи – соединения гомологического ряда.

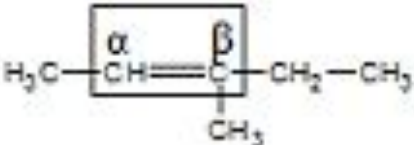

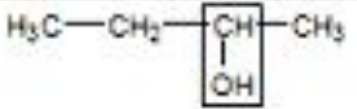
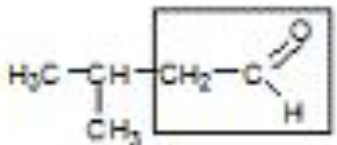
Например, гомологический ряд соединений с простой связью-алканов.

CH_4	Метан
CH_3-CH_3	Этан
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пропан
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Бутан

Номенклатура

Тривиальная номенклатура - перечень случайных названий органических соединений, которые возникли исторически и своим происхождением обязаны либо источникам нахождения веществ в природе, либо особым свойствам, обнаруженным для данного вещества (муравьиная кислота, яблочная кислота).

Базой **рациональной номенклатуры** органических соединений является наименование простейшего органического соединения.

Ненасыщенные углеводороды		этилен	<i>α-метил-β-метил-β-этилэтилен</i>
		ацетилен	<i>метилэтилацетилен</i>
Спирты		карбинол	<i>метилэтилкарбинол</i>
Альдегиды		уксусный альдегид	<i>Изопропилуксусный альдегид</i>

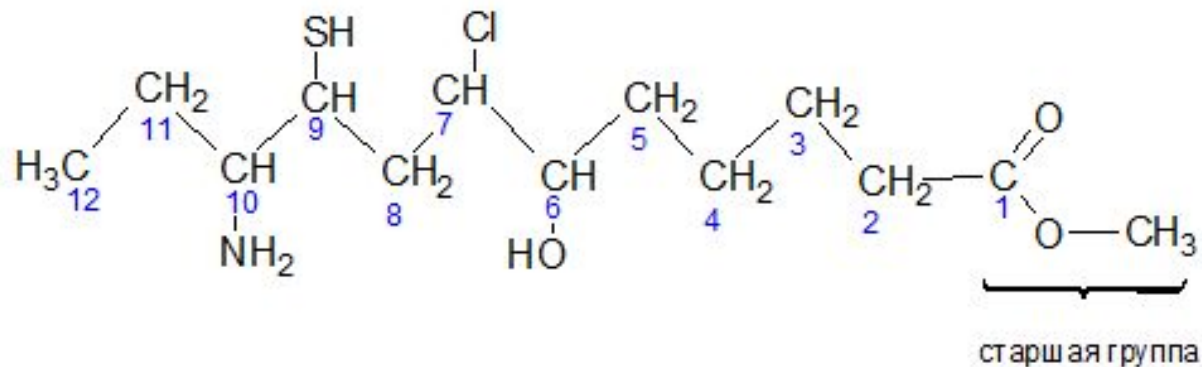
Систематическая номенклатура ИЮПАК

(IUPAC - Международный союз теоретической и прикладной химии).

1. Выбирают наиболее длинную углеродную цепь, которая содержит максимальное число функциональных групп. Название углеводорода, соответствующего главной цепи - корень названия.
2. Атомы углерода в главной цепи нумеруются, при этом атом, к которому присоединён углеводородный радикал или функциональная группа получает меньший номер
3. Перед корнем указывается положение заместителя цифрой и название заместителя. Если в молекуле несколько одинаковых заместителей, то используют приставки умножения: `2` - ди-, `3` - три-, `4` - тетра-, `5` - пента- и т. д. Разные заместители перечисляются в алфавитном порядке.
4. Органическое вещество причисляется к тому или иному классу в зависимости от того, какая функциональная группа присутствует в его молекуле. Если в соединении присутствуют несколько функциональных групп, то выбор и нумерацию главной цепи определяет старшая группа.

Старшинство группы тем выше, чем выше она расположена в нижеприведённой

Карбоновые кислоты	$-\text{COOH}$	карбокси	овая кислота
Альдегиды	$-\text{CHO}$	оксо	аль
Кетоны	$> \text{C} = \text{O}$	оксо	он
Спирты	$-\text{OH}$	гидрокси	ол
Амины	$-\text{NH}_2$	амино	амин
Галогидпроизводные	F, Cl, Br, I	фтор, хлор, бром, иод	фторид, хлорид, бромид, иодид
Нитро-соединения	$-\text{NO}_2$	нитро	-



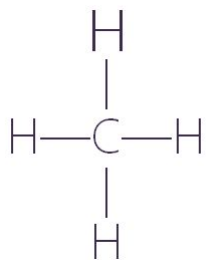
1. Главная цепь – в состав входит группа COO-CH_3 (или COOH).
2. Определяем другие **функциональные группы**: $-\text{OH}$, $-\text{Cl}$, $-\text{SH}$, $-\text{NH}_2$.
Кратных связей нет.
2. **Нумеруем главную цепь**, начиная со старшей группы.
3. Число атомов в главной цепи – 12. **Основа названия** – метиловый эфир додекановой кислоты.

Далее обозначаем и называем все **функциональные группы** в алфавитном порядке:

10-амино-6-гидрокси-7-хлоро-9-сульфанил-метиловый эфир додекановой кислоты.

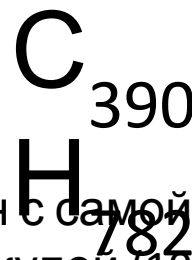
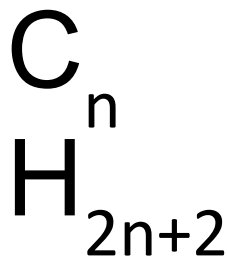
Алканы

Алканы (*парафины*) — предельные углеводороды, в молекулах которых все атомы С связаны одинарными связями. Органические соединения с полным насыщением углеводородной цепи атомами водорода.



метан

*корень «мет»
означает
группировку с
одним атомом
С*



алкан с самой длинной молекулой (1985)

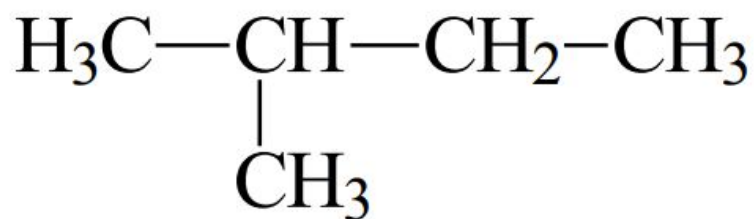
С такой структурой молекула не способна к реакциям присоединения.

Изомерия алканов

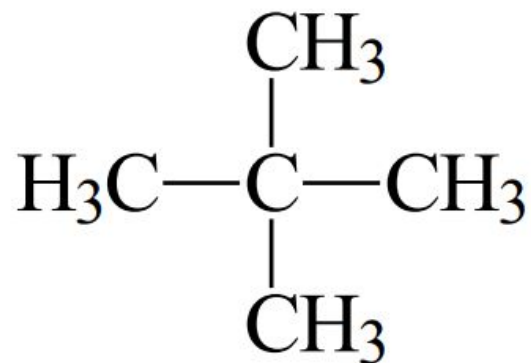
C_5H_{12}



пентан
 $T_{кип} = 36.2^\circ C$



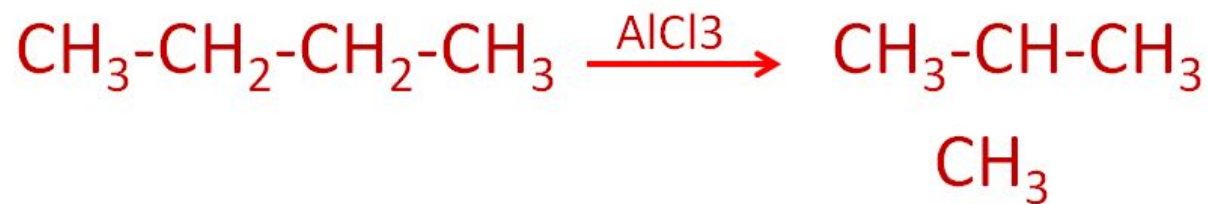
2-метилбутан
 $T_{кип} = 28^\circ C$



2,2-диметилпропан
 $T_{кип} = 9.5^\circ C$

Изомеризация алканов

Под влиянием катализаторов при нагревании алканы нормального строения подвергаются изомеризации - перестройке углеродного скелета с образованием алканов разветвленного строения.

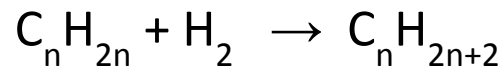


n-бутан

2-метил пропан

Получение алканов

1. Из ненасыщенных углеводородов (гидрирование):
катализаторы - Pt, Ni ;



2. Из галогенопроизводных (реакция Вюрца).



3. Из солей карбоновых кислот: $CH_3 COONa + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + CH_4 \uparrow$

4. Прямой синтез из углерода и водорода (400-500°C, Ni): $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$

5. Из нефти, природного газа.

6. Из карбида алюминия: $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4 \uparrow$

Алканы — химически наименее активные органические соединения.

Коновалов: «Алканы – химические мертвецы»

Реакции алканов:

замещения

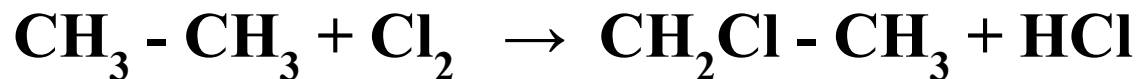
разложения

дегидрирования

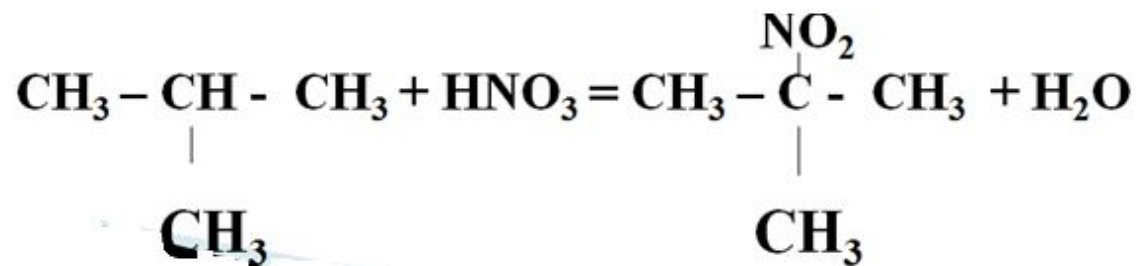
окисления

Реакции замещения- реакции, идущие с разрывом С-Н связей

1. Галогенирование

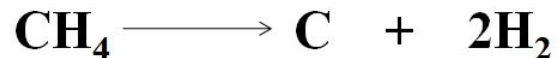


2. Нитрование (реакция Коновалова)

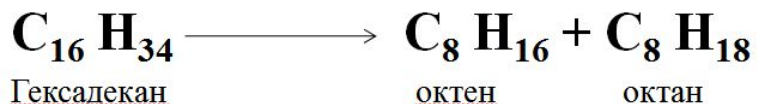


Реакции разложения при температуре

1. **Пиролиз** – при сильном нагревании без доступа воздуха происходит полное разложение алканов на простые вещества.



2. Крекинг



В отличие от пиролиза крекинг протекает при более низких температурах, и разрушения молекулы углеводорода менее глубокие, чем при пиролизе.

Крекинг алканов:

алкан → алкан с более короткой цепью + алкен

В результате крекинга получается алкан с длиной цепи ~ в 2 раза короче, чем исходного алкана.

Дегидрирование алканов

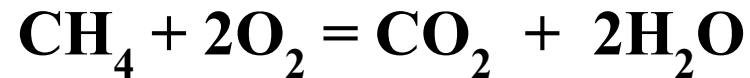
При дегидрировании алканов образуются алкены и другие непредельные углеводороды.

Например, дегидрирование пентана с образованием пентена:



Реакции окисления

1. Горение



2. Не обесцвечивают перманганат калия и бромную воду.

Физические свойства алканов

Алканы - бесцветные вещества, легче воды, плохо растворяются в воде.

С ростом молекулярной массы увеличиваются температуры кипения и плавления.

Алкены- непредельные углеводороды, содержащие в молекуле, кроме одинарных связей, двойную углерод – углерод связь.



Изомерия

**углеродного скелета
связи**



БУТЕН - 1

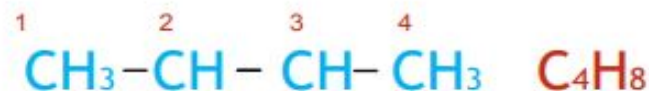


2 - МЕТИЛПРОПЕН - 1

положения кратной



БУТЕН - 1



БУТЕН - 2

Качественные реакции на кратную связь – обесцвечивание бромной воды и перманганата калия

Получение алкенов

промышленные

Крекинг алканов

Дегидрирование
алканов

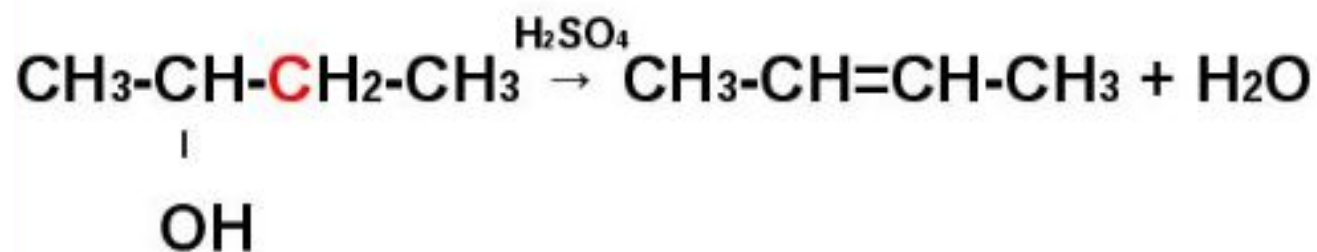
лабораторные

Дегидратация спиртов

дегалогенирование

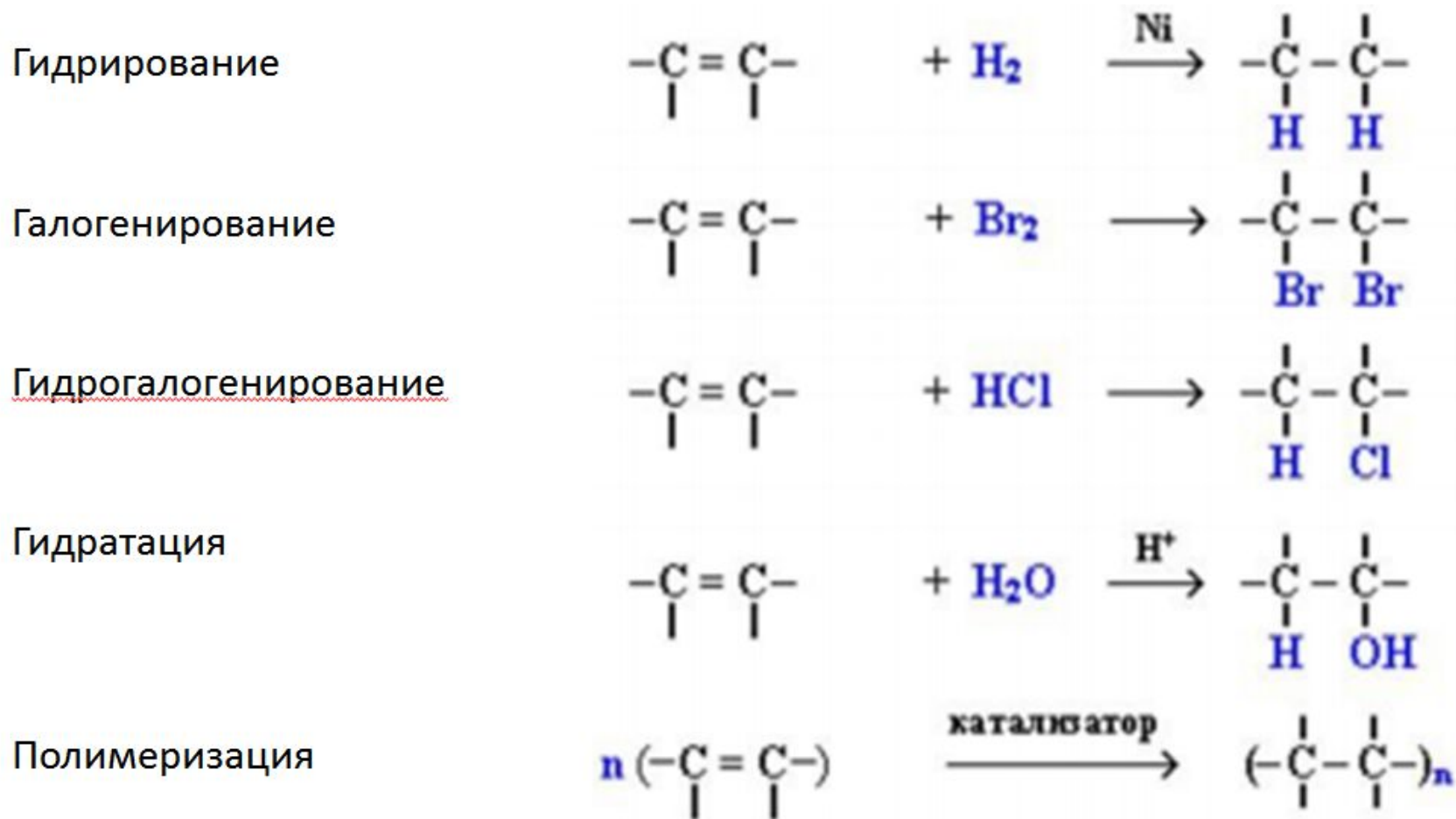
Дегидро-
галогенирование

Реакция дегидратации,
протекающая по **правилу Зайцева**

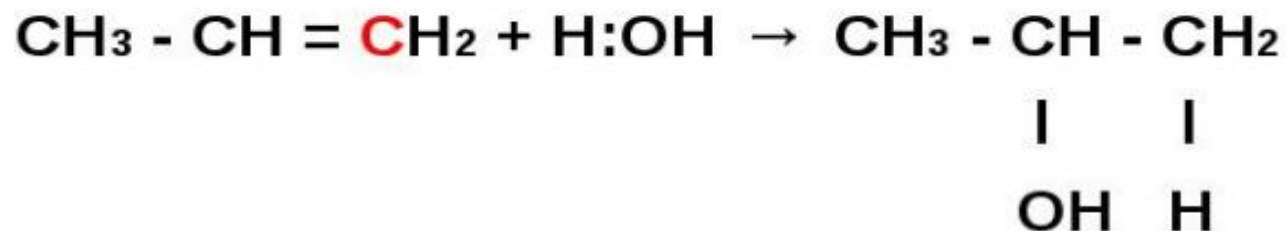
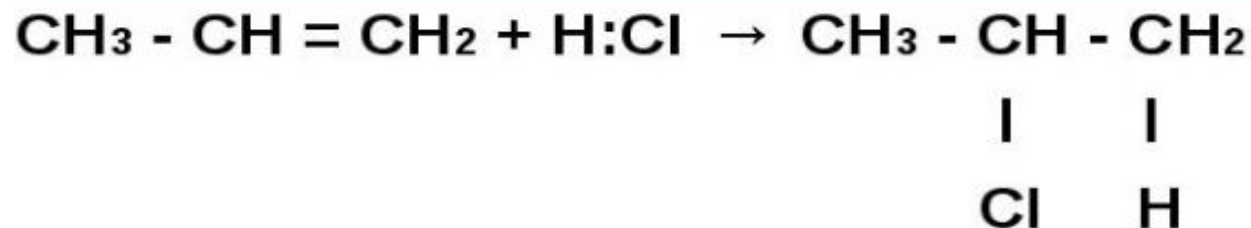


*Атом водорода отщепляется от
наименее гидрогенизированного
атома углерода*

Химические свойства алкенов



Реакции присоединения, протекающие по
правилу Марковникова (1869 г)



В реакциях присоединения полярных молекул
атом Н присоединяется к более гидрированному
атому С