



**ОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ
АКАДЕМИЯ
КАФЕДРА ХИМИИ**

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Лекция 3

**Кислородсодержащие классы органических
соединений. Гидроксисоединения.**

Карбонильные соединения

**Лектор: доктор биологических наук, профессор,
зав. кафедрой химии Степанова Ирина Петровна**

ЦЕЛИ ЛЕКЦИИ

ОБУЧАЮЩАЯ: сформировать знания о строении, номенклатуре и реакционной способности спиртов, фенолов и карбонильных соединений.

РАЗВИВАЮЩАЯ: расширить кругозор обучающихся на основе интеграции знаний, развить логическое мышление.

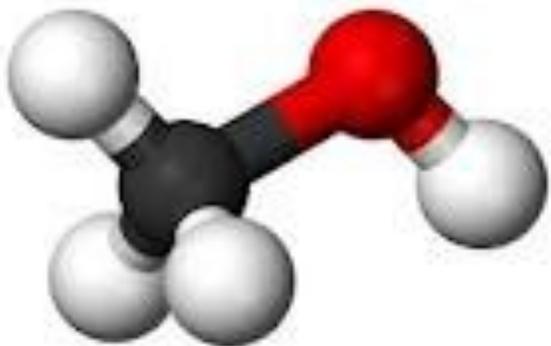
ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ: содействовать формированию у обучающихся устойчивого интереса к изучению дисциплины.

ПЛАН ЛЕКЦИИ

- Спирты
- Фенолы
- Альдегиды и кетоны

Гидроксисоединения

Гидроксисоединения – это вещества, которые в своем составе содержат ОН-группы. К ним относят спирты, фенолы, нафтолы и др. вещества.

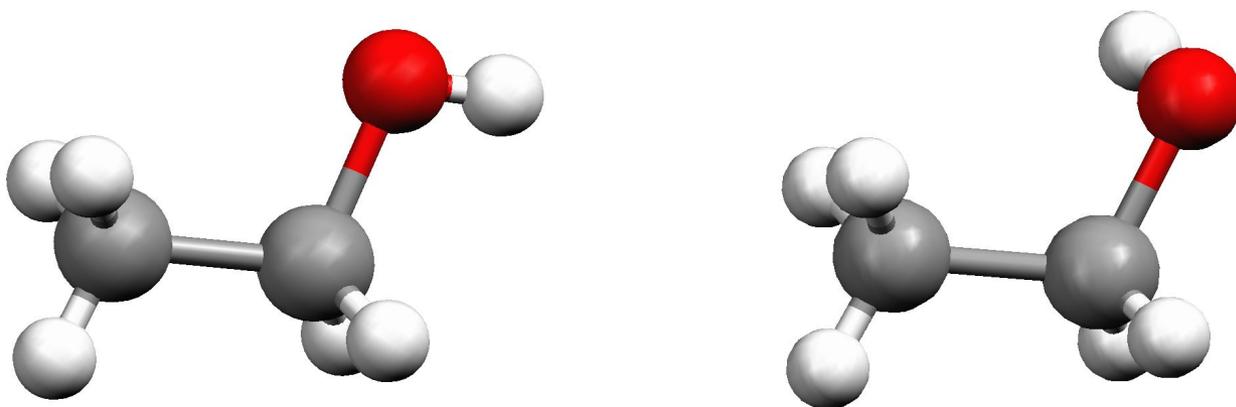
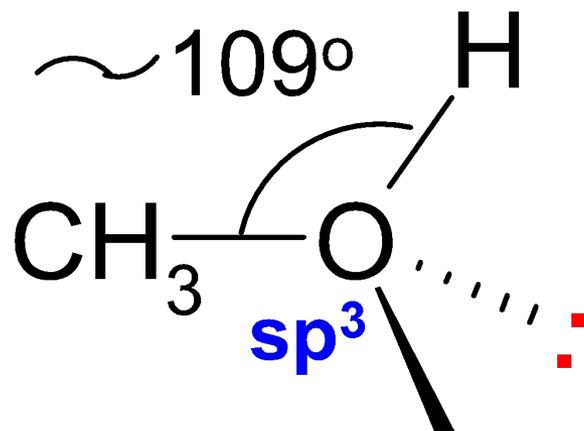


Спирты

Спирты – это гидроксисоединения, в молекулах которых ОН-группы связаны с насыщенным атомом углерода,

Общая формула **R-OH.**

Строение спиртов



Две конформации этанола в кристаллическом состоянии

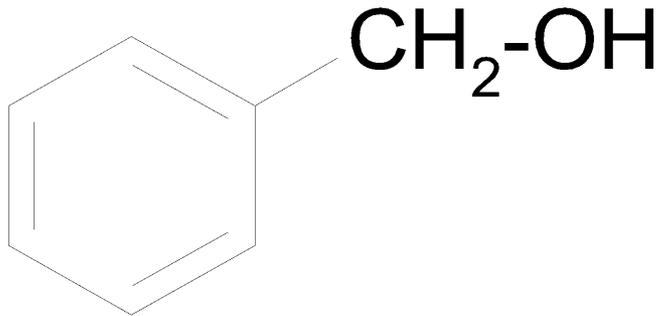
Классификация спиртов

I. По числу OH-групп различают:

а) одноатомные спирты

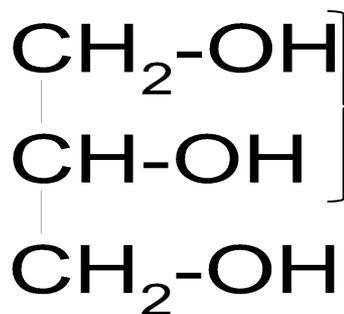


этанол (используется как антисептическое средство и растворитель)



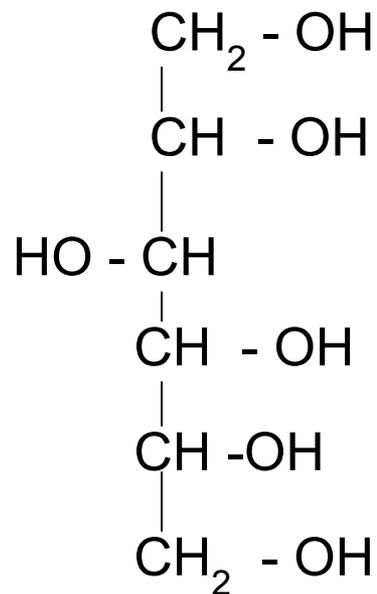
бензиловый спирт (используется для приготовления препаратов, используемых при лечении кожных и инфекционных заболеваниях)

в) многоатомные спирты (содержат 2 и более гидроксильные группы)

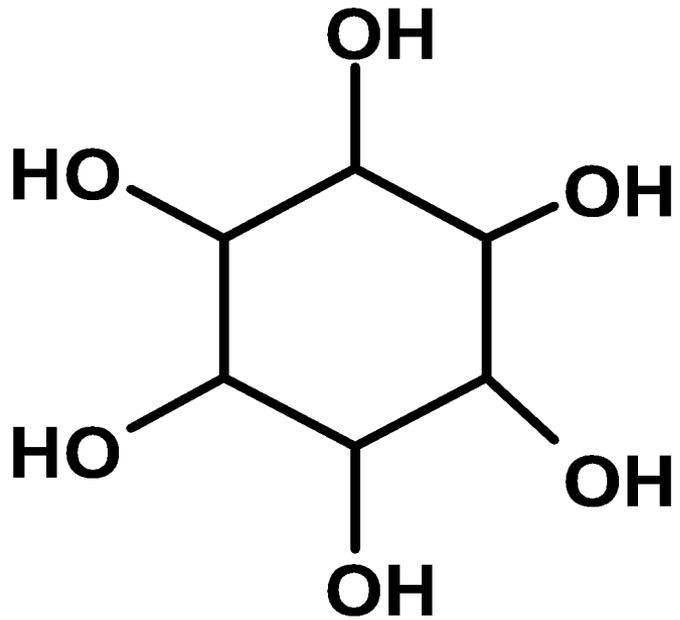


Диольный
фрагмент

Глицерин (является
структурным
компонентом липидов)



Сорбит (используется в
качестве
заменителя сахара)



**Инозит (структурный
компонент мозгового
вещества)**

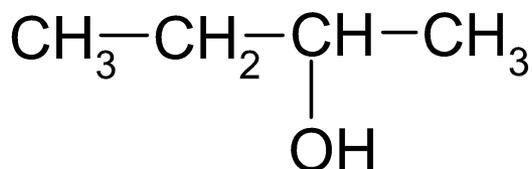
II. В зависимости от характера углеродного звена, с которым соединена ОН-группа различают

а) первичные спирты



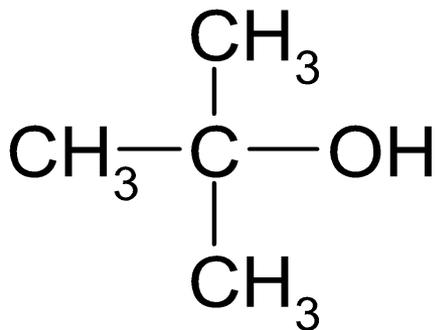
бутанол-1

б) вторичные спирты



бутанол-2

с) третичные спирты



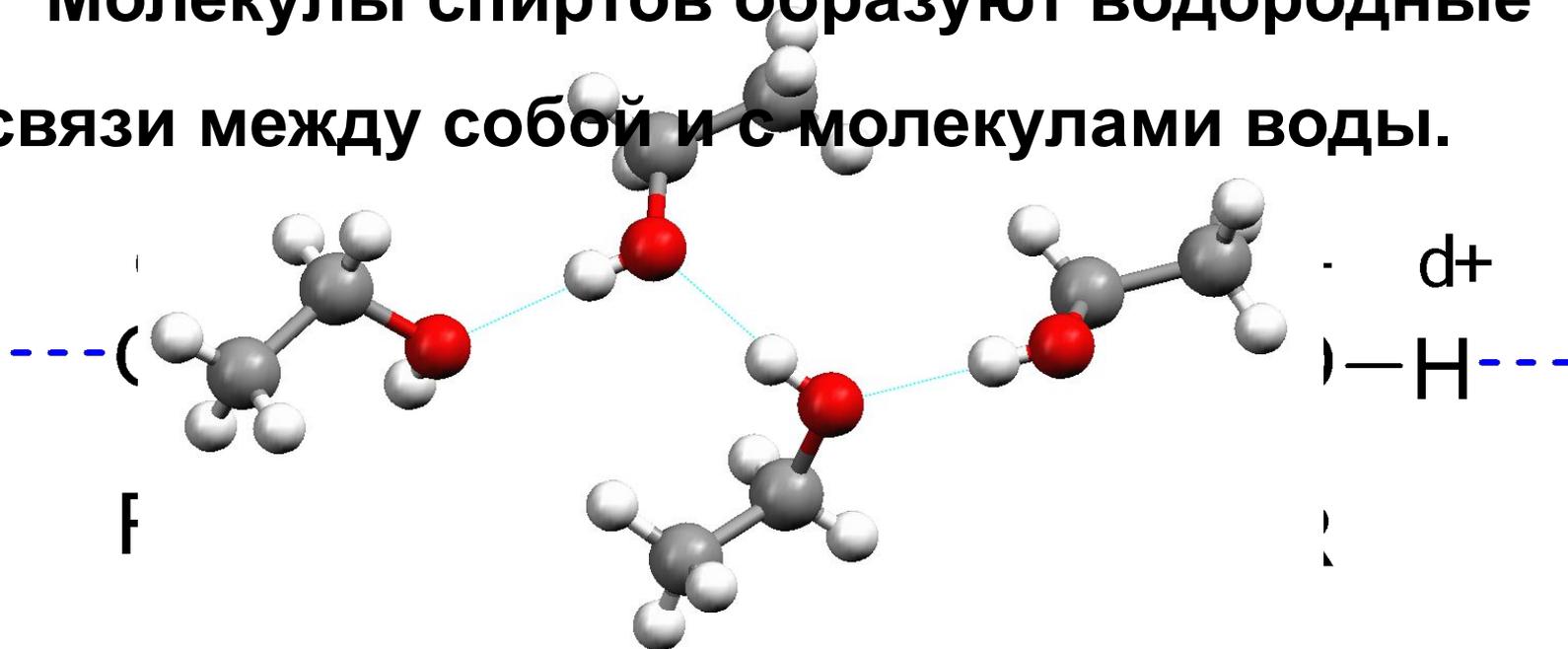
2-метилпропанол-2

Номенклатура спиртов

формула	тривиальное название	радикально-функциональное название	название по ИЮПАК
$\text{CH}_3\text{-OH}$	древесный спирт	метиловый спирт	метанол
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	винный спирт	этиловый спирт	этанол
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	-	пропиловый спирт	пропанол-1
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	-	изопропиловый спирт	пропанол-2

Физические свойства спиртов

Молекулы спиртов образуют водородные связи между собой и с молекулами воды.



Низшие члены гомологического ряда спиртов являются жидкостями и, начиная с C₁₂, одноатомные спирты становятся твёрдыми телами.

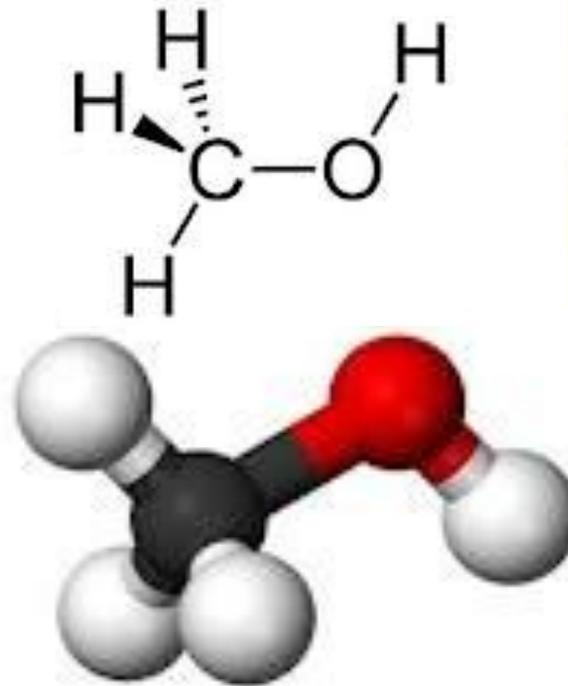
Спирты

Гидроксигруппа является сильно полярной группой, поэтому низшие спирты растворяются в воде неограниченно: метанол, этанол, пропанол смешиваются с водой во всех отношениях.

С увеличением количества атомов углерода спирты всё более начинают напоминать углеводороды.

Растворимость амилового спирта (пентанола-1) – 2,7 г/ 100 мл, растворимость октанола-1 – 0,059 г/ 100 мл.

Спирты



Метиловый спирт

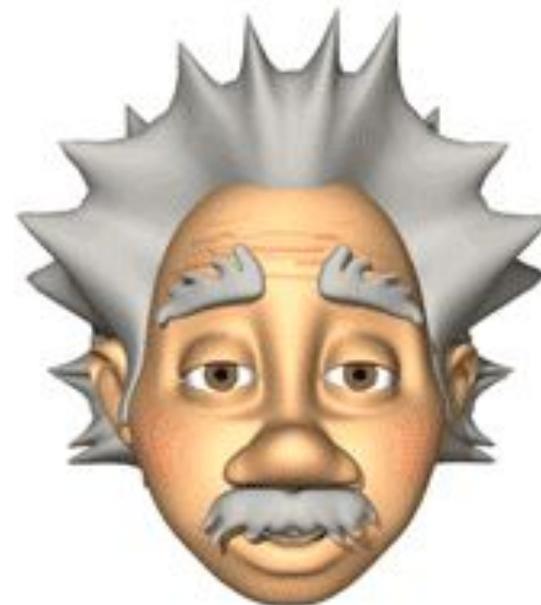
считается самым ядовитым спиртом. Прием внутрь вызывает слепоту или смерть.

Спирты

Общее действие этанола характеризуется угнетением функции ЦНС, а возникающие на начальных этапах эйфория и возбуждение являются признаками ослабления торм



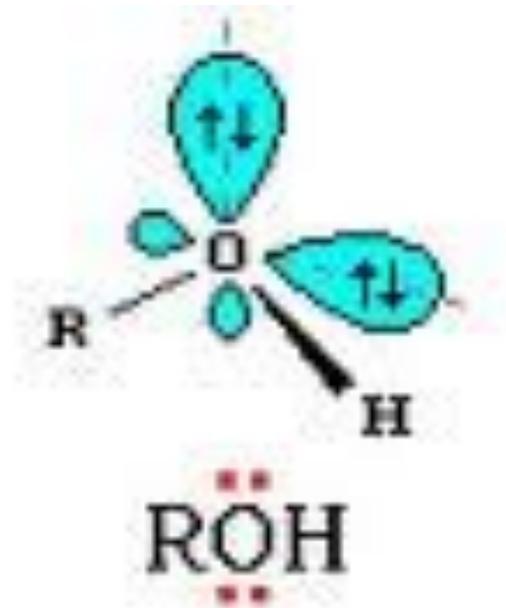
Спирты



**Злоупотребление
этанолом ведёт к развитию
алкоголизма, деградации
личности, психическим
расстройствам и
соматическим
заболеваниям.**

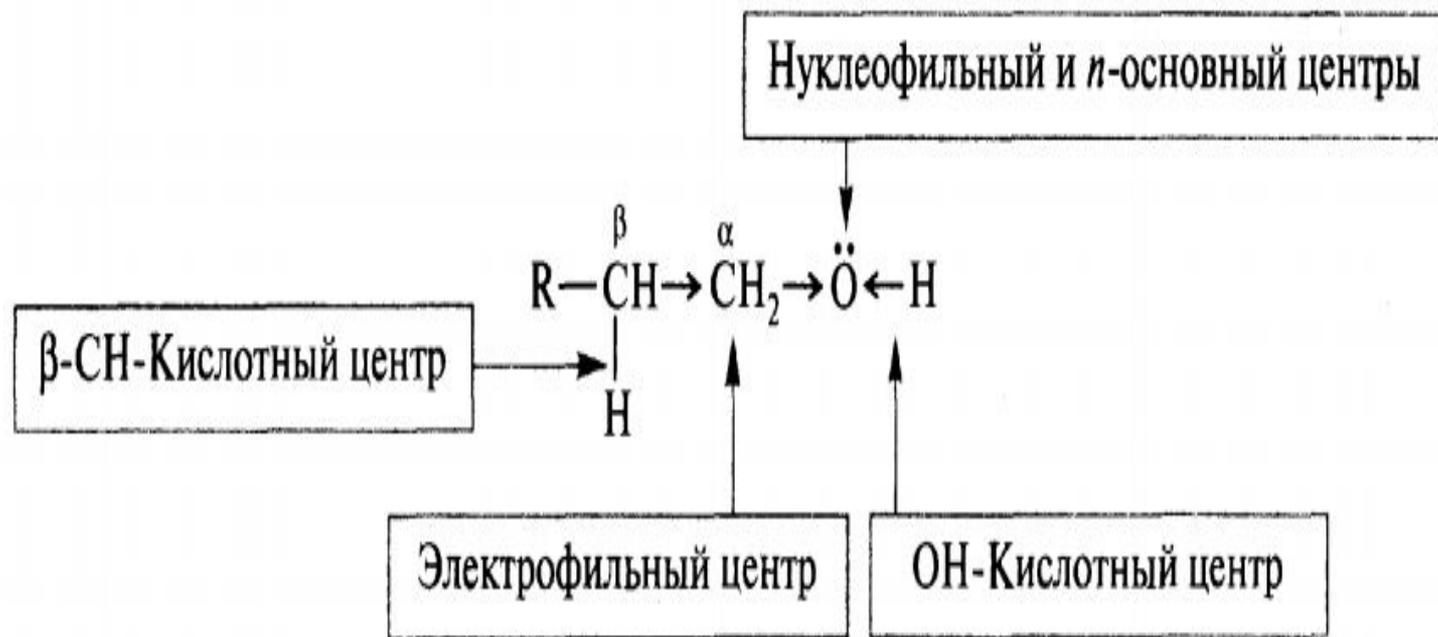
В молекуле спиртов можно выделить несколько реакционных центров:

- **О-Н кислотный центр за счет полярности связи способный к отщеплению протона**
- **Основной нуклеофильный центр-атом кислорода, имеющий неподеленную пару электронов:**



Спирты

- электрофильный центр — α -атом углерода, на котором дефицит электронов вызван $-I$ -эффектом соседней гидроксильной группы;
- β -СН-Кислотный центр, в котором поляризация связи С—Н также обусловлена электроноакцепторным влиянием гидроксильной группы.



Химические свойства спиртов

1. Спирты проявляют **слабые кислотные и слабые восстановительные свойства**, то есть

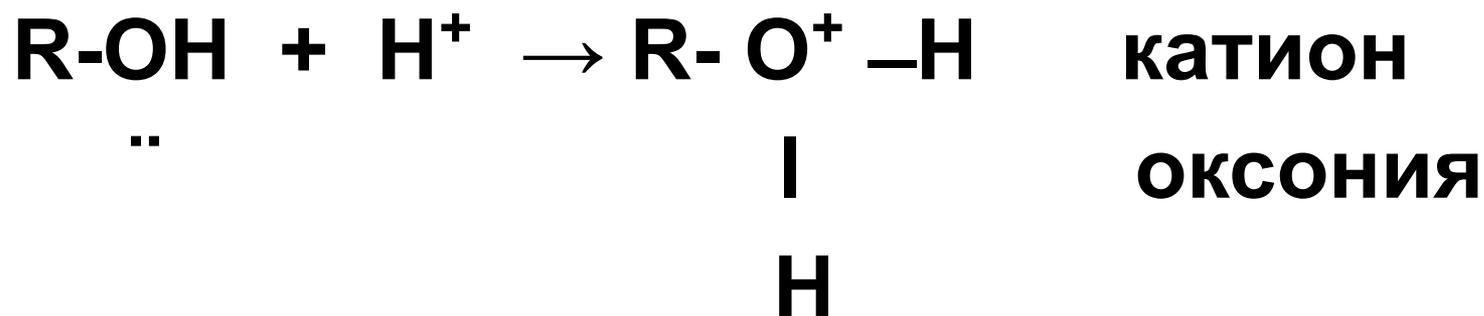


Этоксид натрия



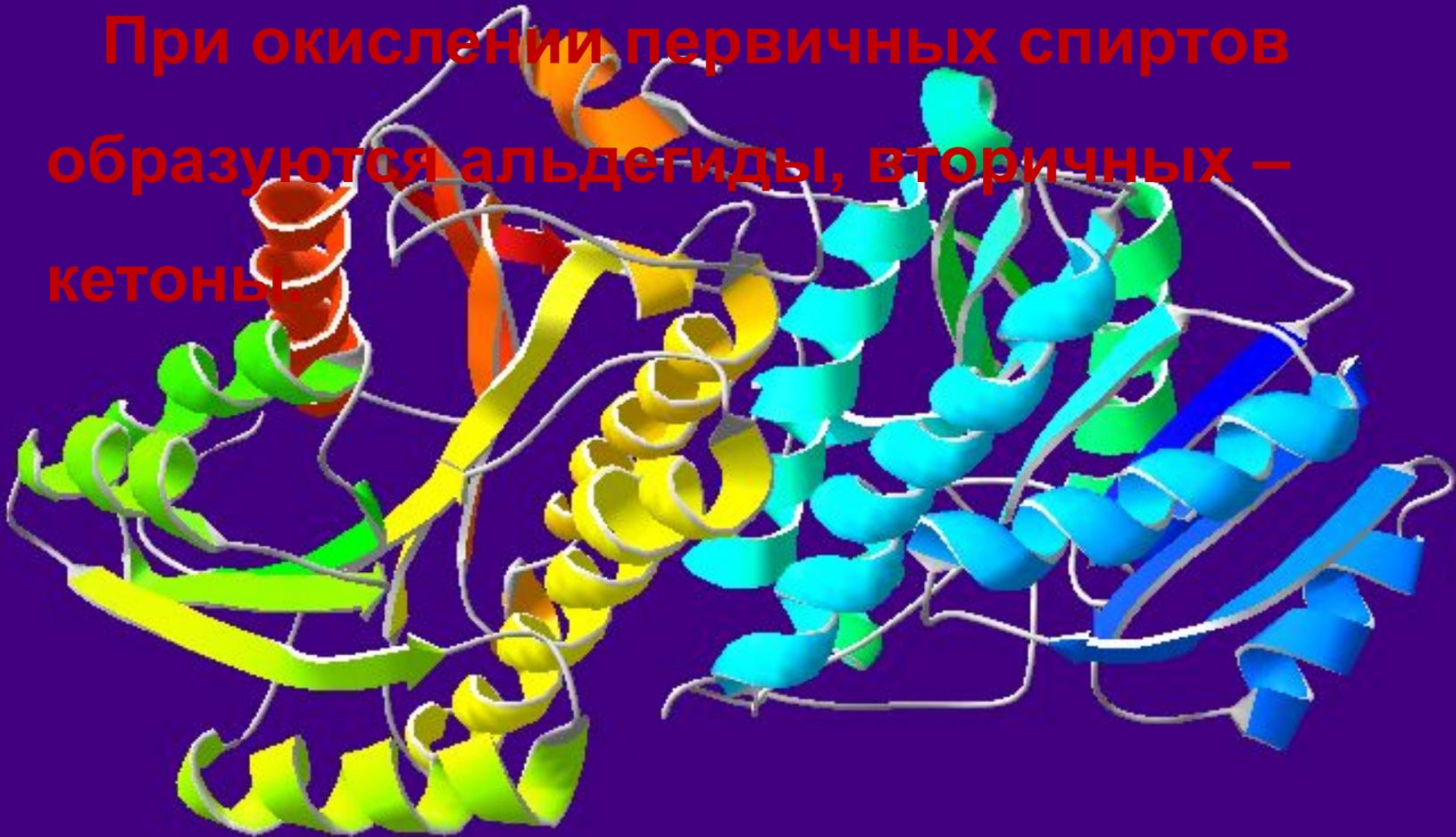
По кислотным свойствам спирты уступают воде.

Основные свойства спиртов обусловлены наличием на атоме кислорода гидроксильной группы неподеленной пары электронов, способной присоединять протон.

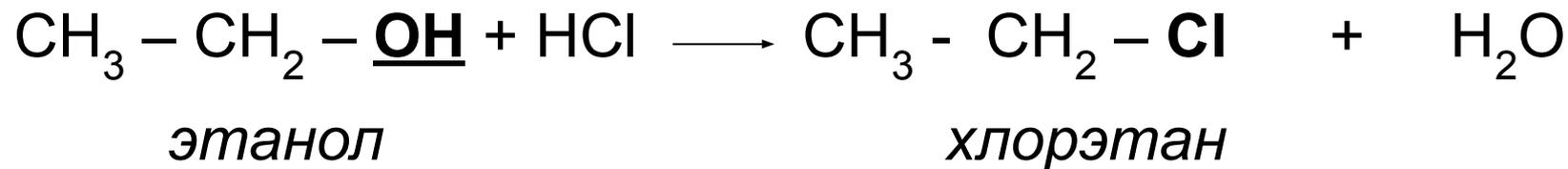


2. Реакции окисления: внутри организма (in vivo) эти реакции протекают с участием ферментов дегидрогеназ.

При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, вторичных – кетоны.



3. Реакции нуклеофильного замещения (S_N):

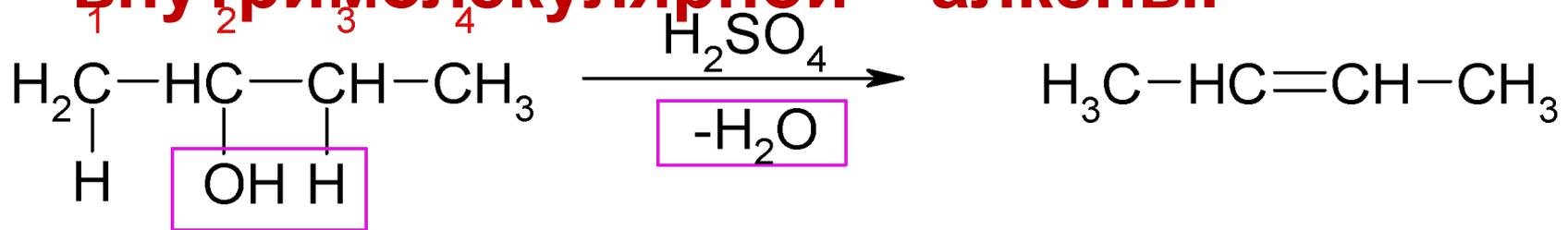


4. Реакции дегидратации:



образуются простые эфиры, при
этанол *диэтиловый эфир*

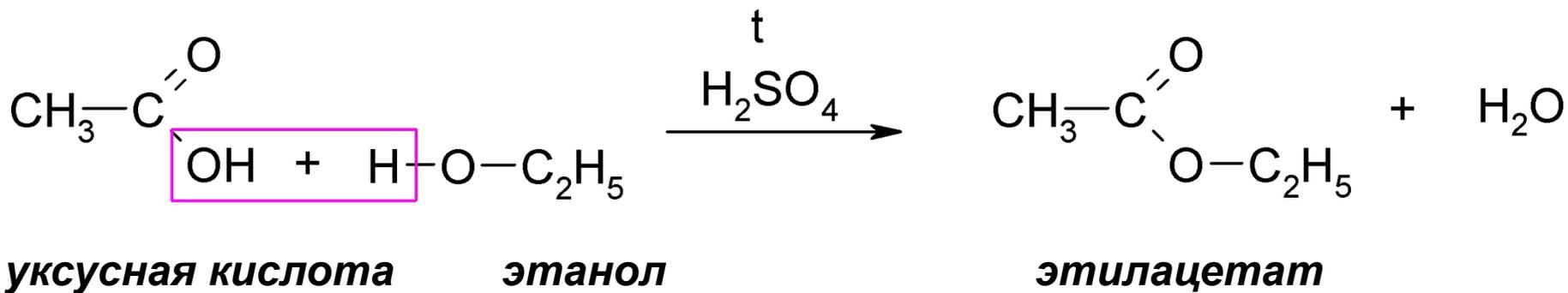
внутримолекулярной – алкены.



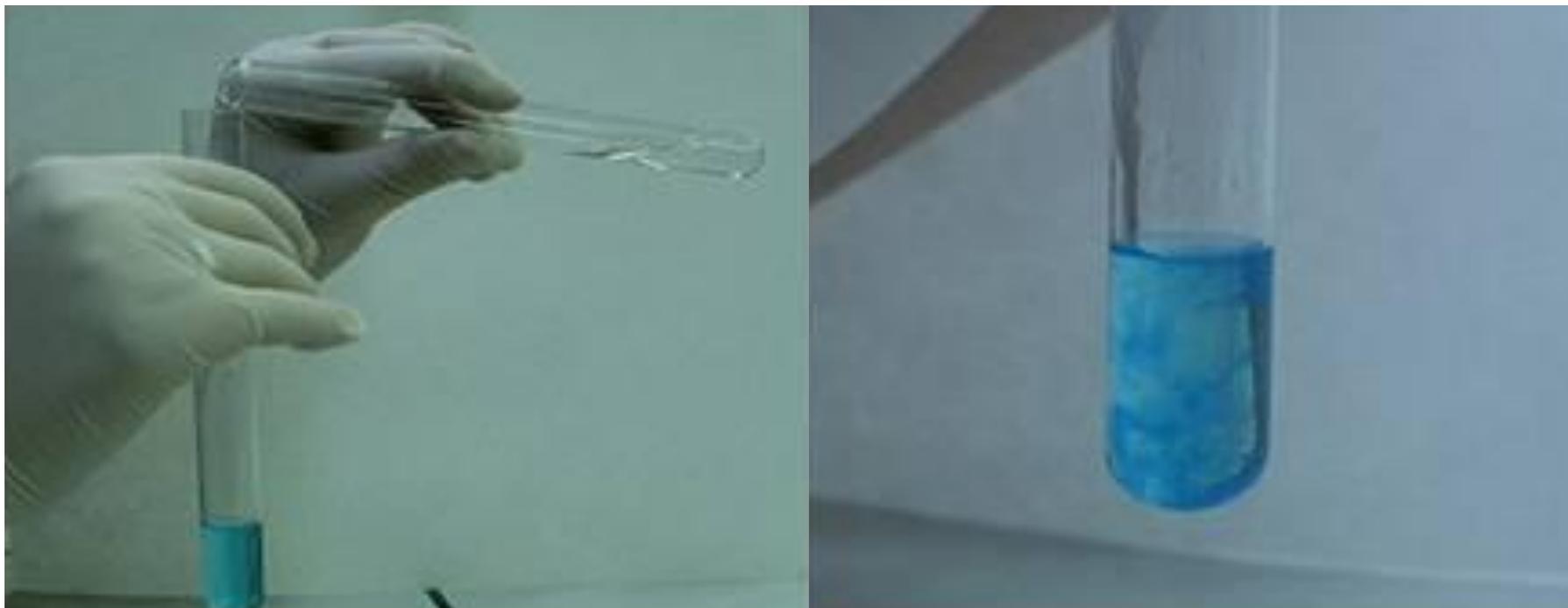
бутанол-2

бутен-2

5. Реакция этерификации:



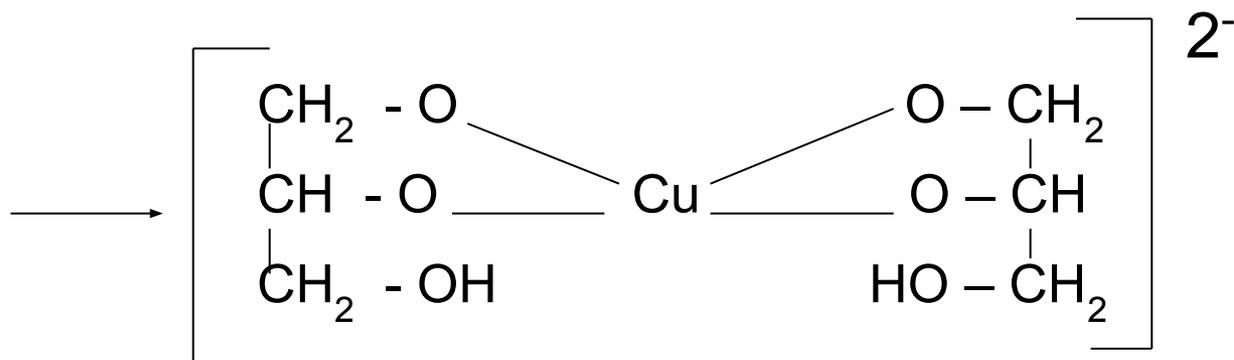
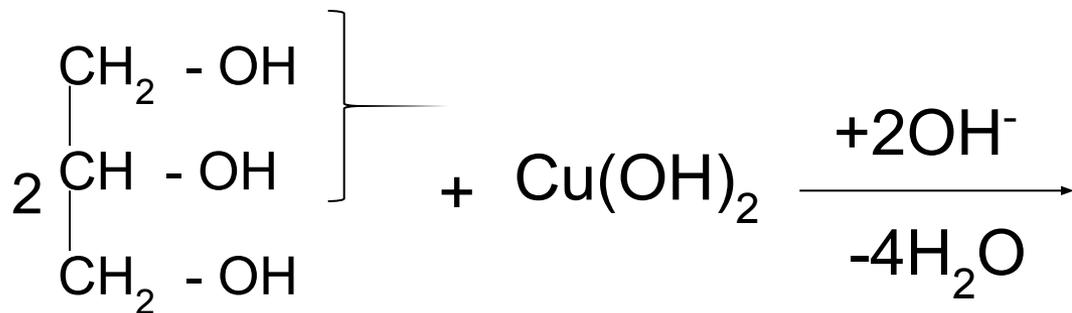
6. Реакция хелатообразования:



калоственного — обнаружения — многоатомных спиртов.

В реакцию при этом вступает α -диольный фрагмент.

Спирты



Анионный хелатный комплекс глицерат меди (II)

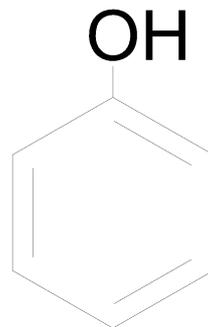
Раствор синего цвета

Фенолы

Фенолы – гидроксисоединения, в молекулах которых ОН-группы непосредственно связаны с атомами

По количеству ОН-групп различают:

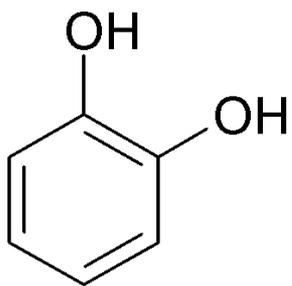
а) Одноатомные фенолы



фенол

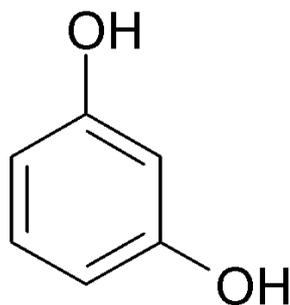
Фенолы

б) многоатомные фенолы

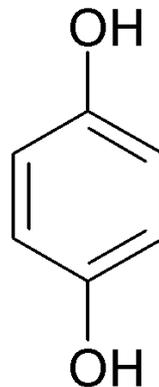


пирокатехин

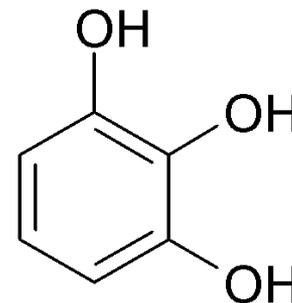
пирогаллол



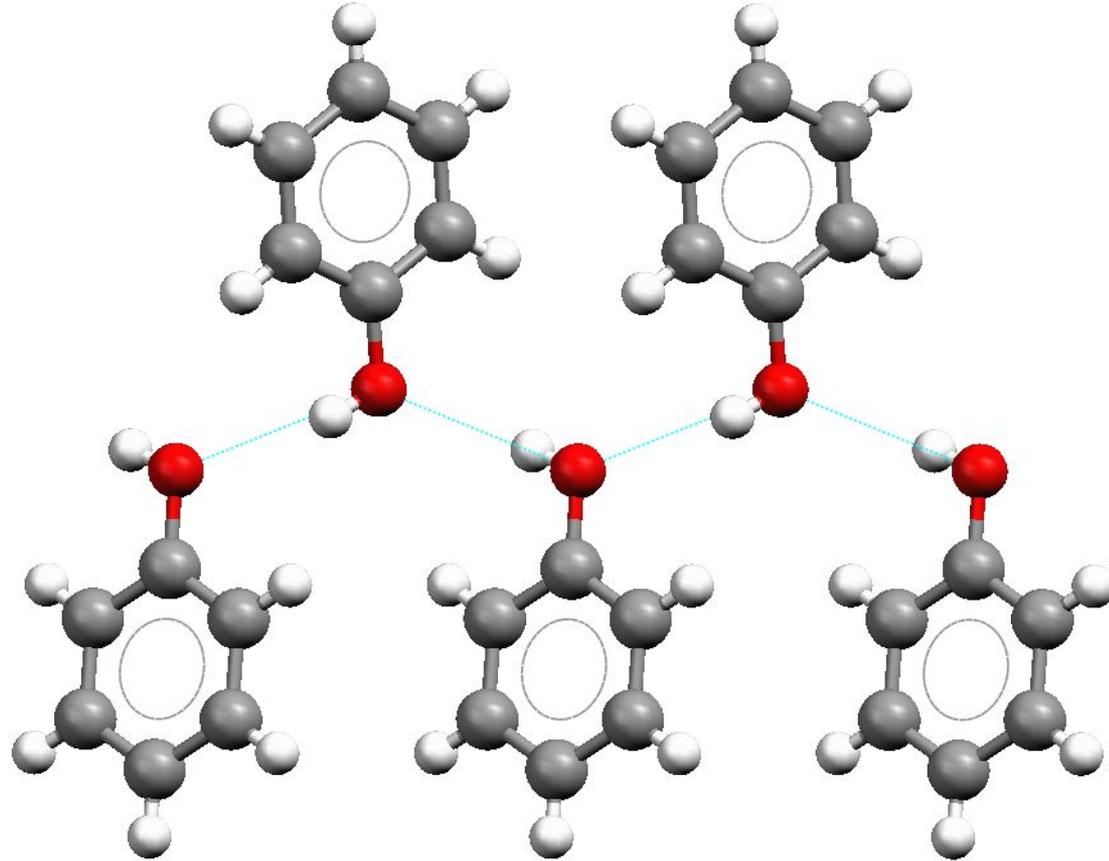
резорцин



гидрохинон



Физические свойства фенола



Фенол- кристаллическое вещество, антисептик.

Препараты на основе фенола

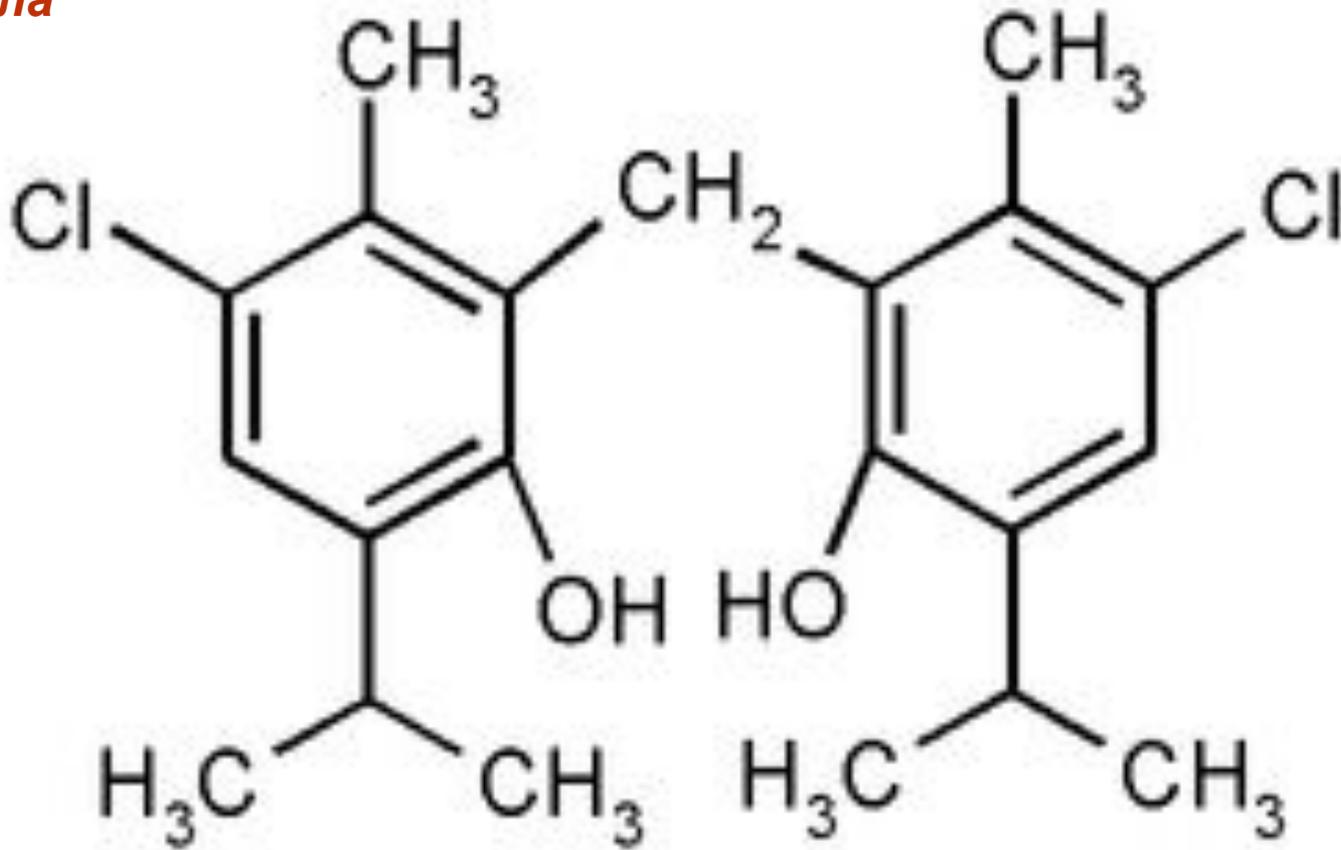


Фенол - сильное дезинфицирующее средство;
применяется для обезвреживания ран, в процессе лечения воспалительных заболеваний полости рта, горла и уха, а также как консервант

Препараты на основе пара-хлорофенола

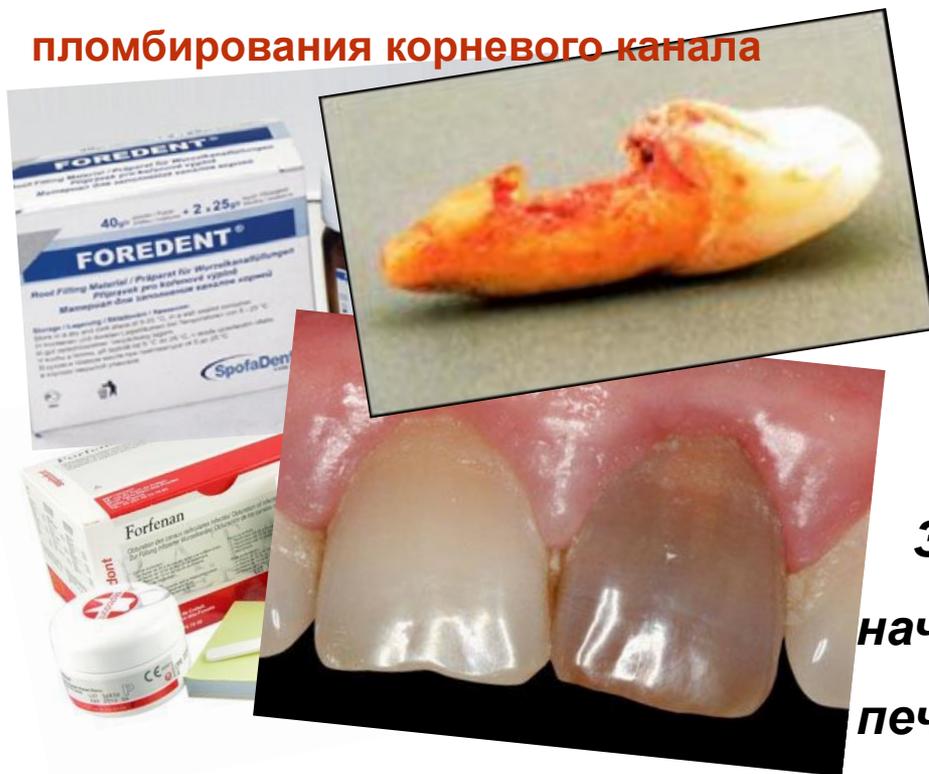


**Препараты на основе производных
фенола**



Применение фенолов в стоматологии

Резорцин-формалиновый метод пломбирования корневого канала



Зуб, леченый резорцин-формалином. Характерная особенность – красноватый оттенок зуба.

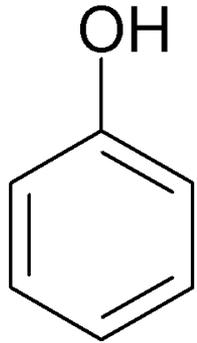
Из-за токсичного действия резорцин-формалиновой смеси постепенно атрофируется десна, оголяя корни зуба. Итог - в 75 % случаев требуется повторное вмешательство.



Зуб становится хрупким, начинает крошиться. И, самое печальное, "резорцин-формалиновые" зубы, как правило, невозможно использовать в качестве опоры для протеза.

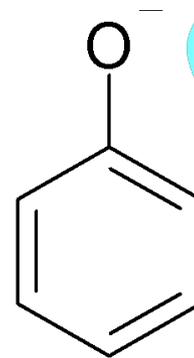
Химические свойства фенолов

1. Кислотные свойства:



+

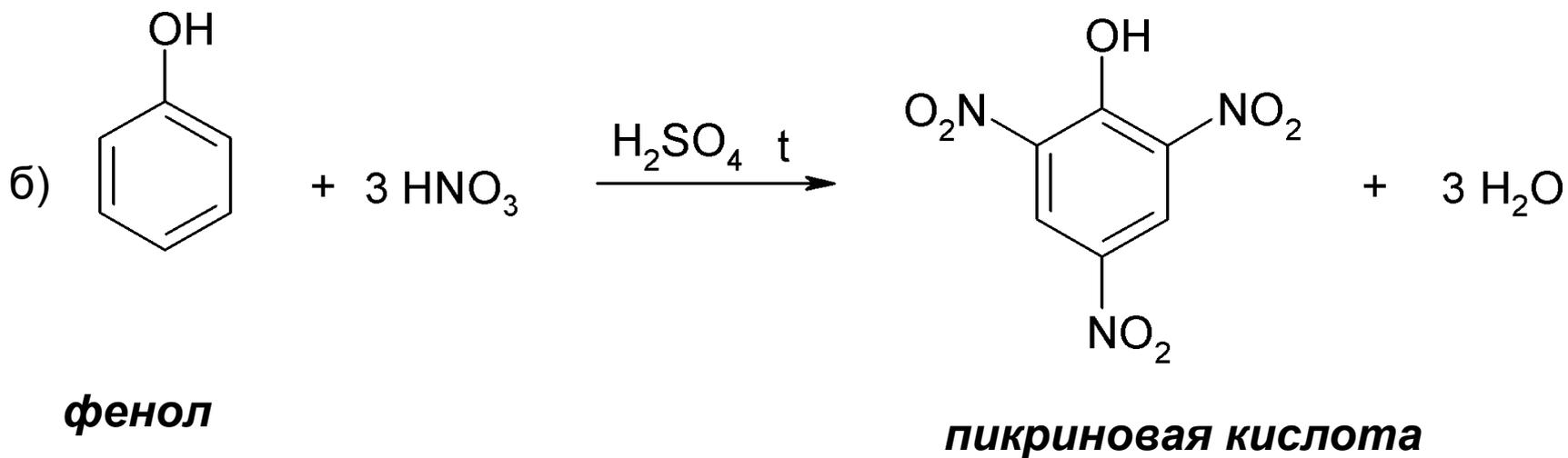
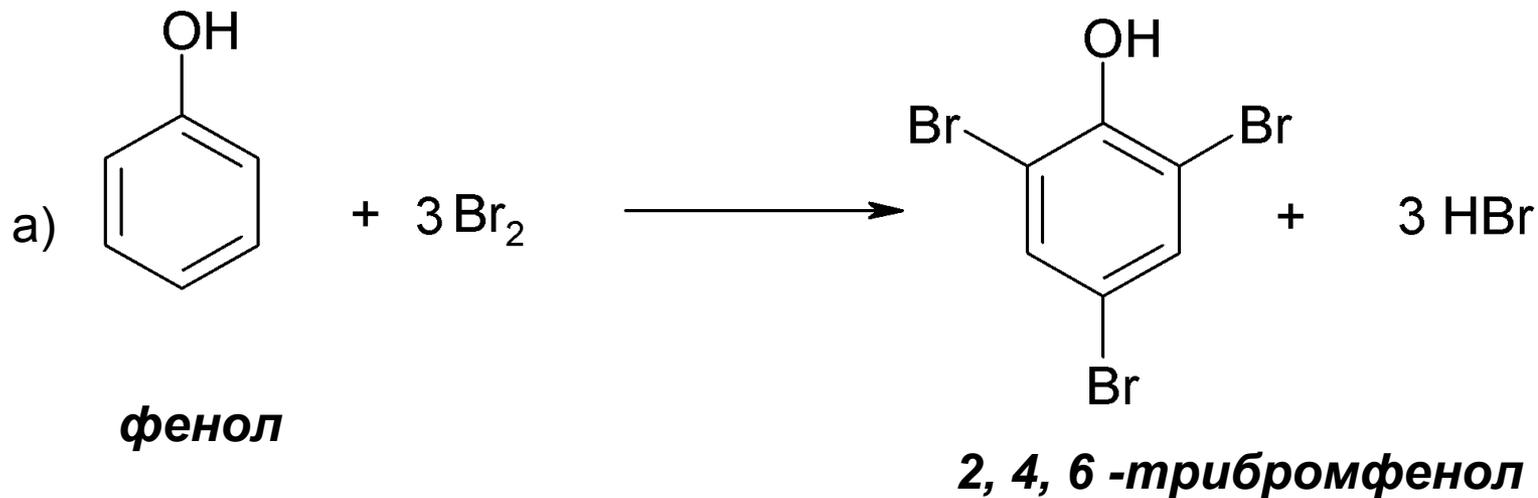
NaOH



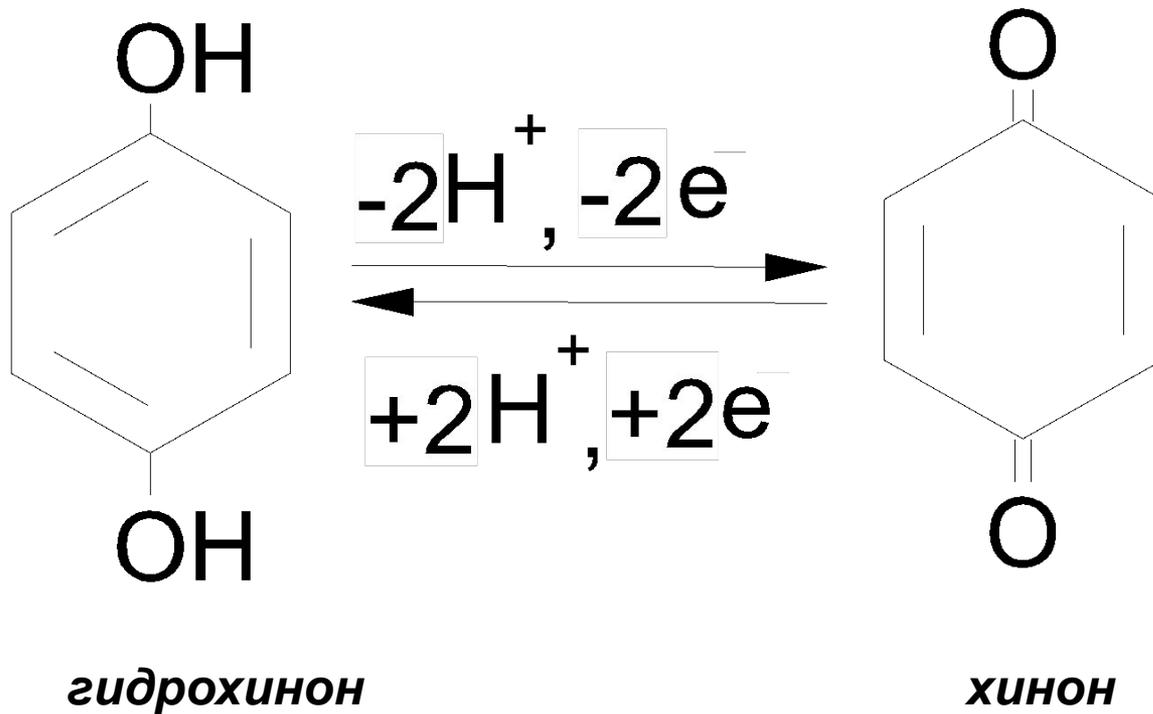
фенол

фенолят натрия

2. Реакции электрофильного замещения (S_E):

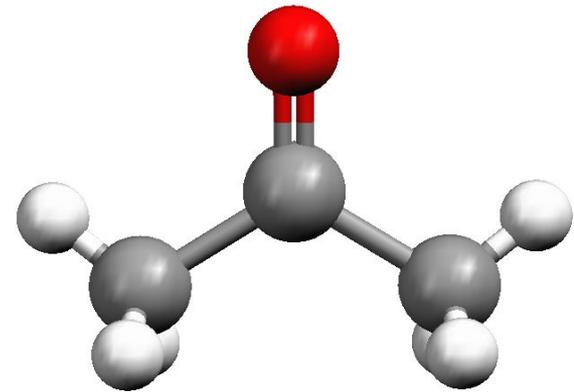
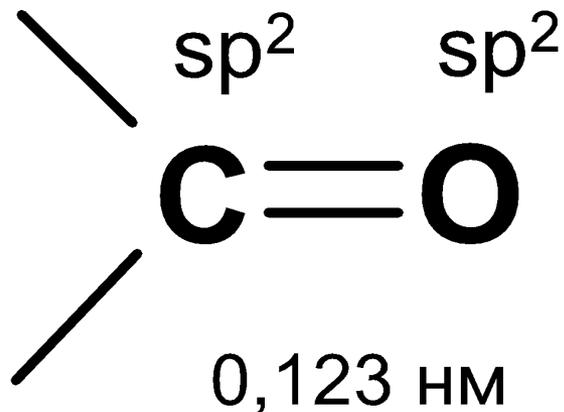


3. Окисление фенолов:



Карбонильные соединения

Карбонильные соединения - соединения, содержащие карбонильную группу:



карбонильная группа

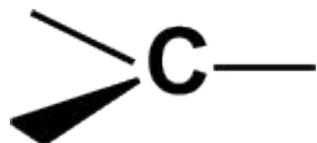
оксогруппа

кетогруппа

Электронное строение карбонильной группы

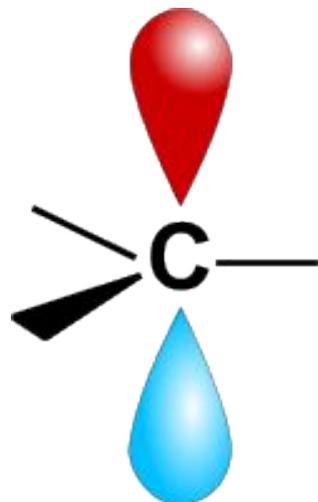
Атом углерода находится в состоянии sp^2 -гибридизации.

Гибридные орбитали располагаются в одной плоскости, валентный угол составляет 120° .



Электронное строение карбонильной группы

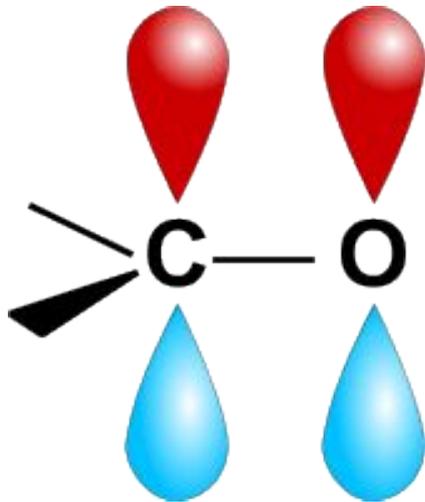
P орбиталь



Электронное строение карбонильной группы

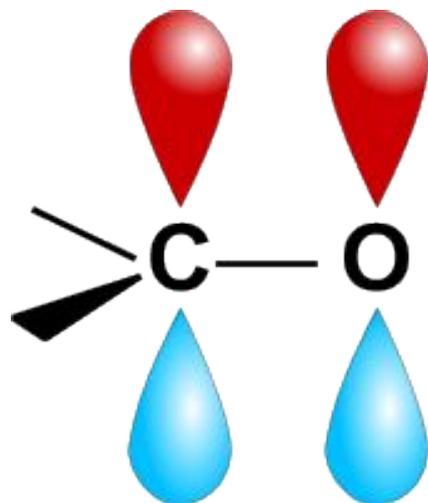
Атом углерода соединен с атомом кислорода двумя ковалентными связями (σ - и π -связи).

P орбиталь



Электронное строение карбонильной группы

Р орбиталь

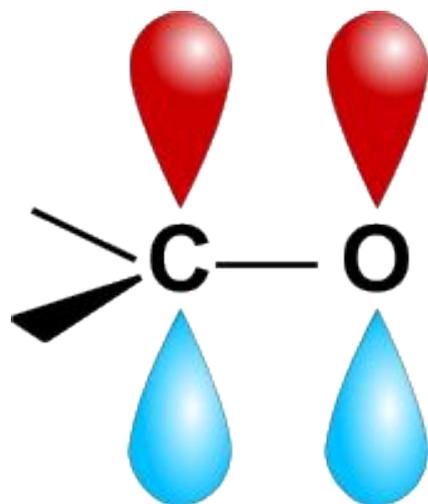


Орбитали
перекрываются

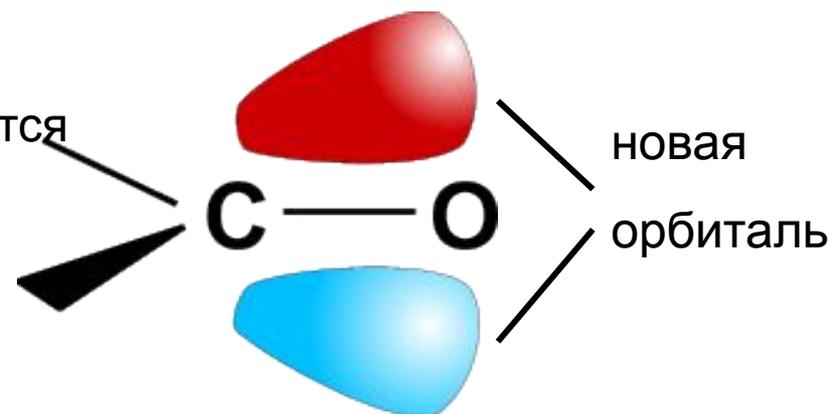


Электронное строение карбонильной группы

P орбиталь

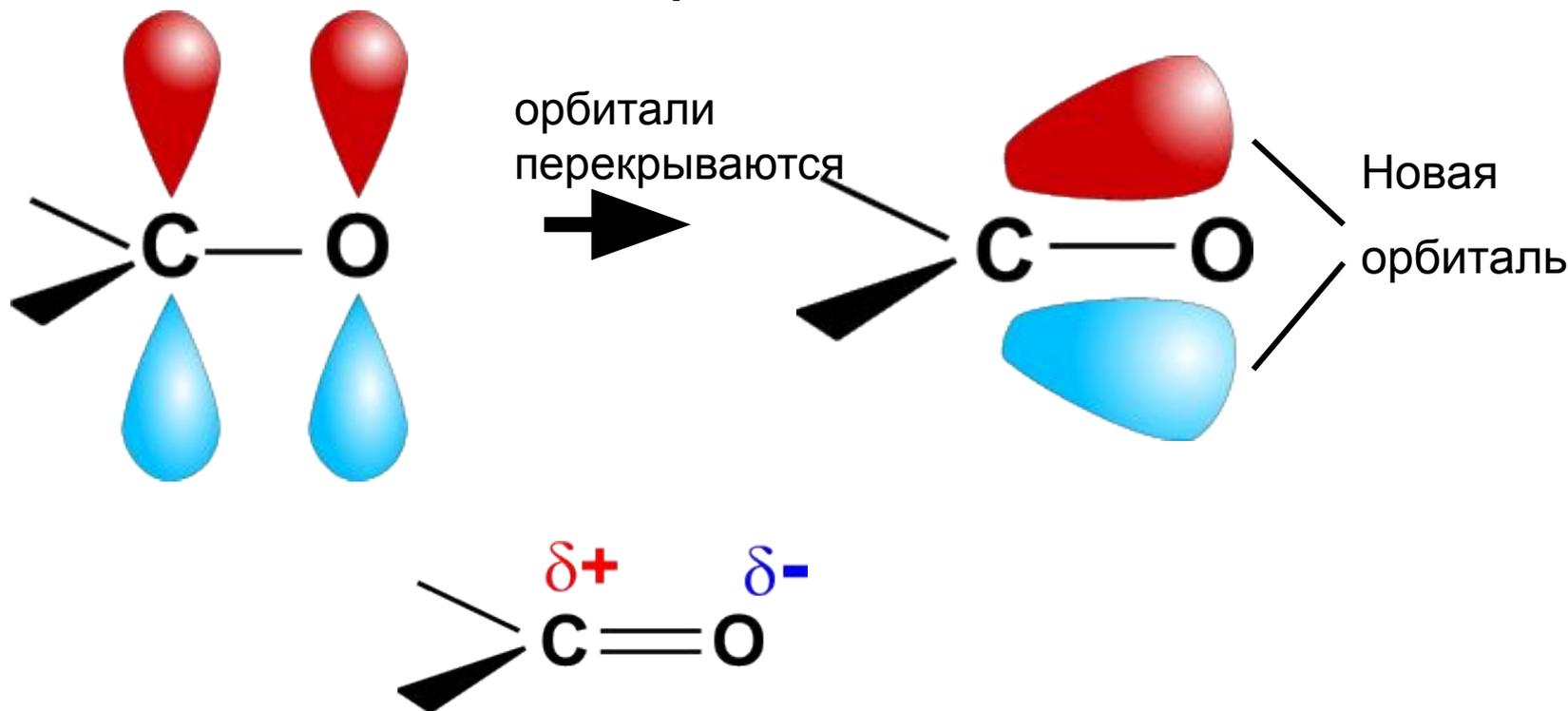


орбитали
перекрываются

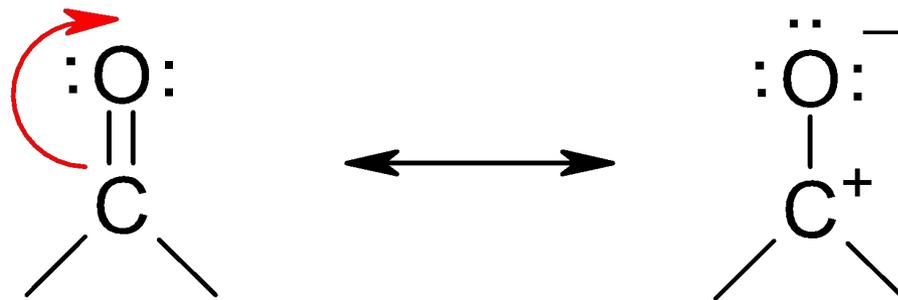
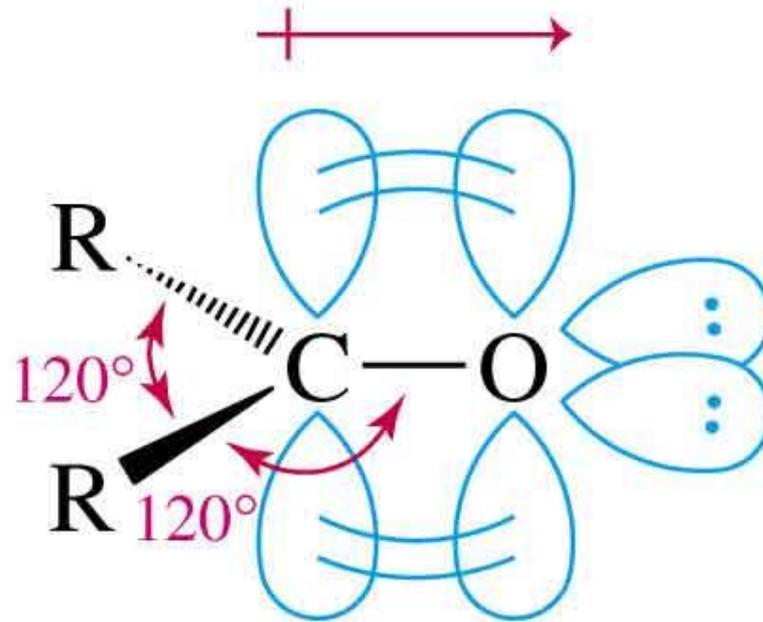


Электронное строение карбонильной группы

π -связь сильно поляризована, её электронная плотность смещена к более электроотрицательному элементу кислороду, на котором возникает частичный отрицательный заряд. На атоме углерода при этом наблюдается недостаток электронной плотности.

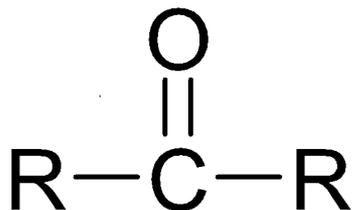


Электронное строение карбонильной группы

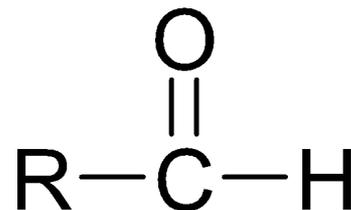


Альдегиды и кетоны

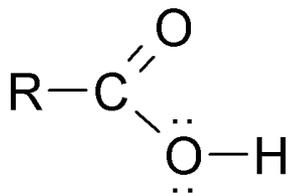
В зависимости от характера связанных с карбонильной группой заместителей карбонильные соединения делятся на альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их функциональные производные:



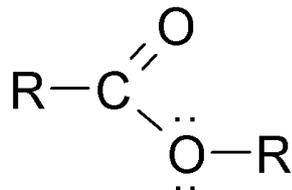
кетон



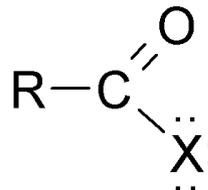
альдегид



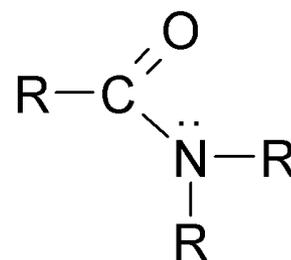
карбоновая кислота



сложный эфир

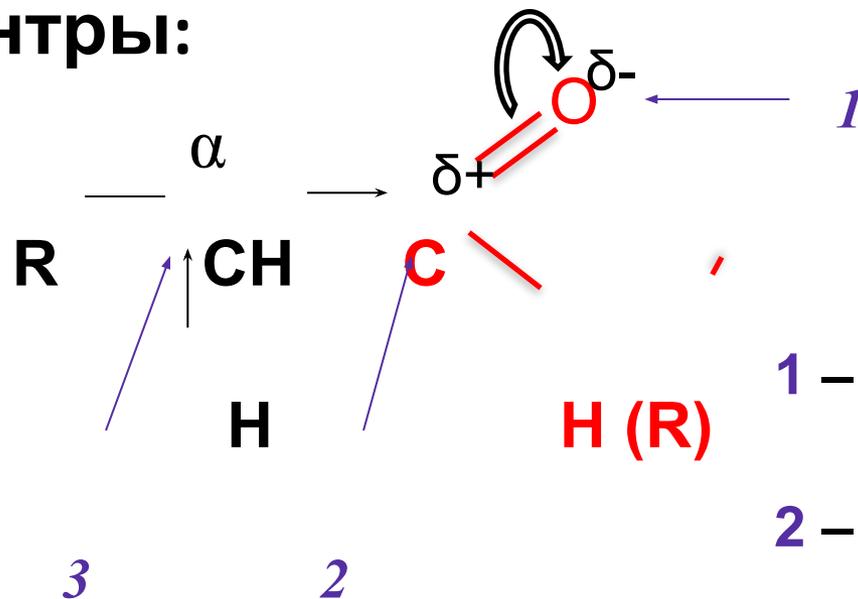


ацилгалогенид



амид

В молекулах альдегидов и кетонов выделяют следующие реакционные центры:



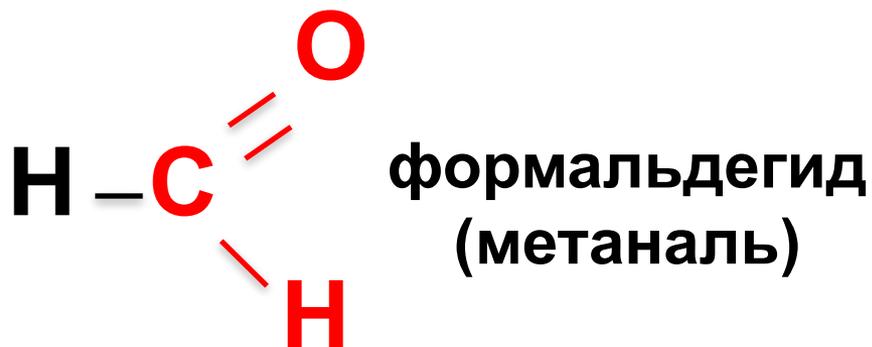
1 – n основный центр

2 – электрофильный центр

3 – α -CH-кислотный центр

Отдельные представители альдегидов

а) **Предельные альдегиды** $C_n H_{2n+1}$

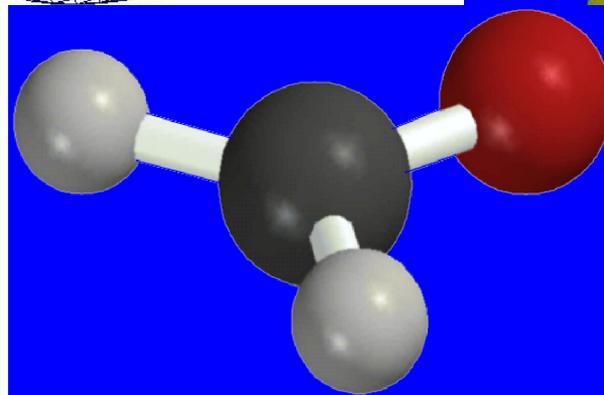
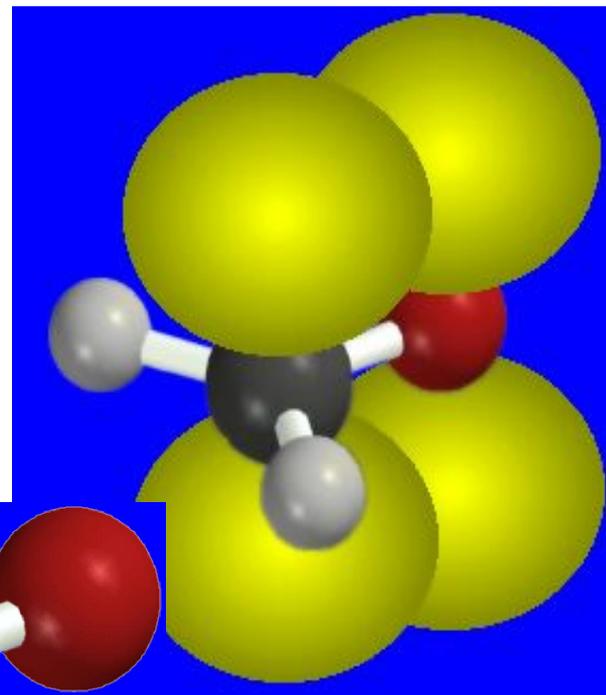
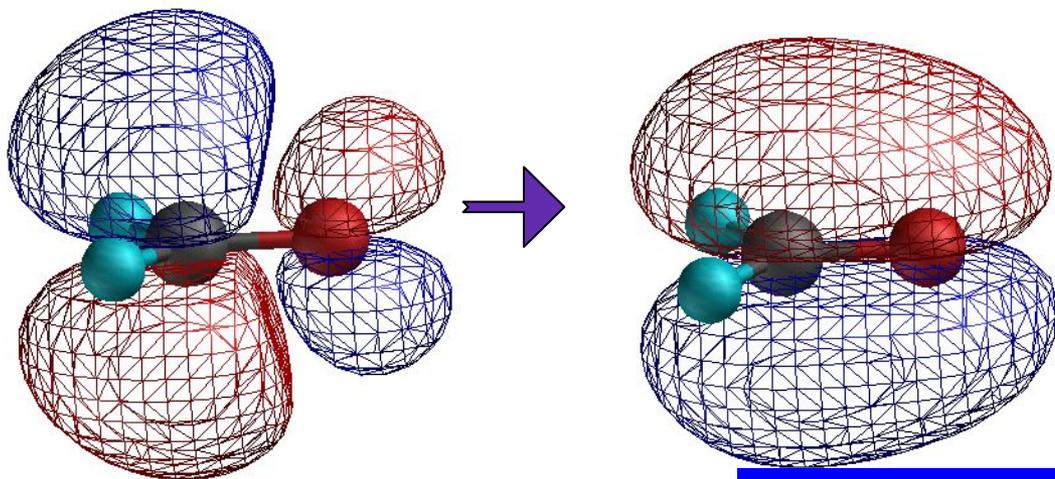


Газ с резким

неприятным запахом,

ПДК 0,05 мг/м

Формальдегид

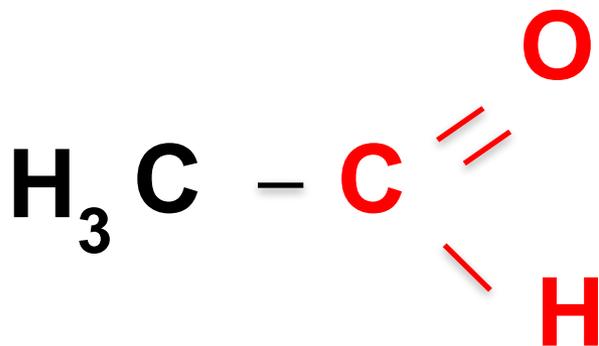


**Формалин – раствор,
содержащий 40%
формальдегида, 8%
метанола, 52 % воды.**

**Используется для
бальзамирования и**

консервации

Предельные альдегиды

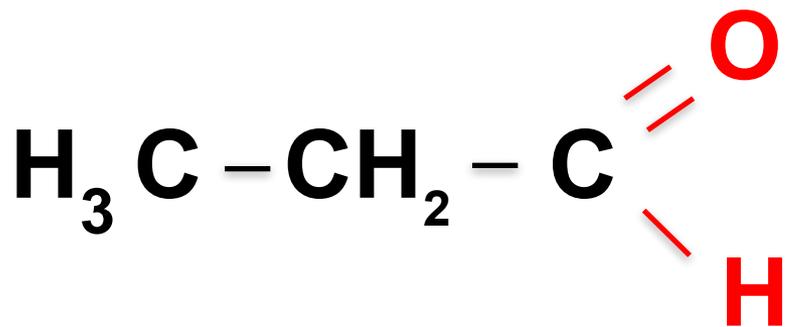


ацетальдегид
(этаналь)



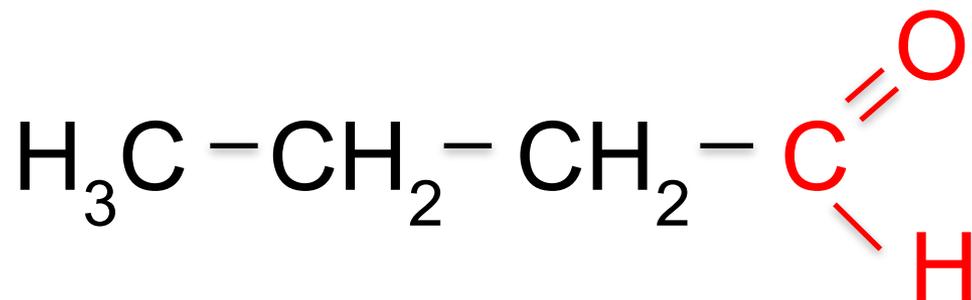
Запах

яблок

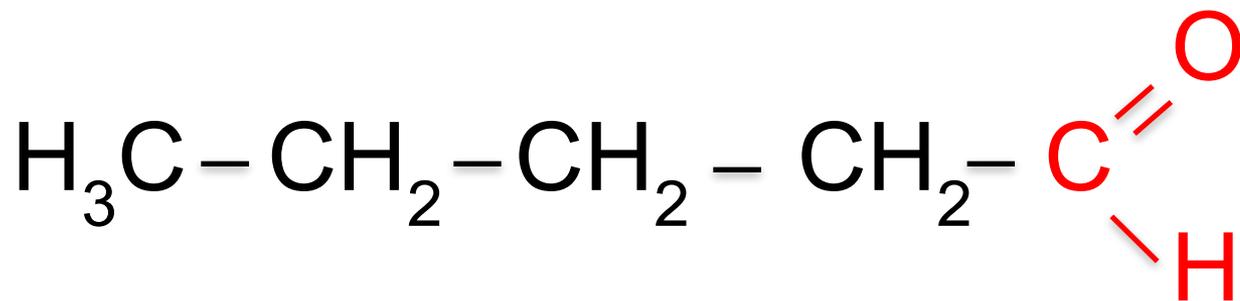


пропионовый альдегид
(пропаналь)

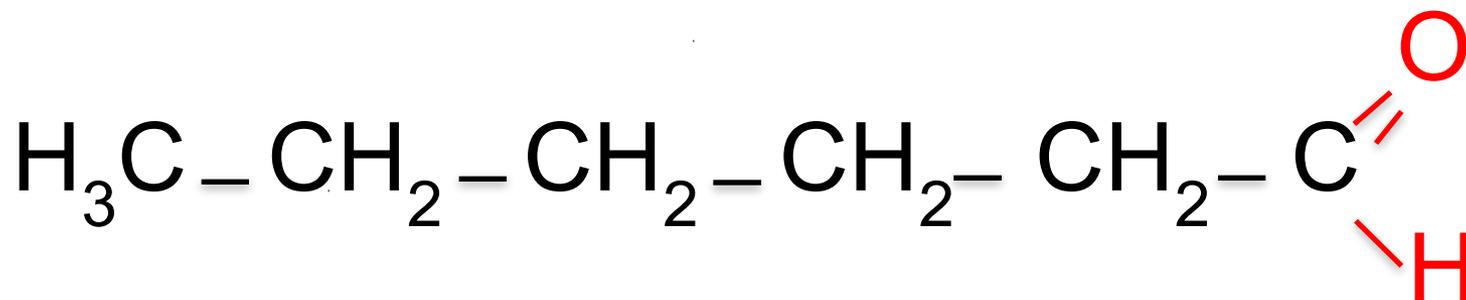
Альдегиды и кетоны



**масляный альдегид
(бутаналь)**

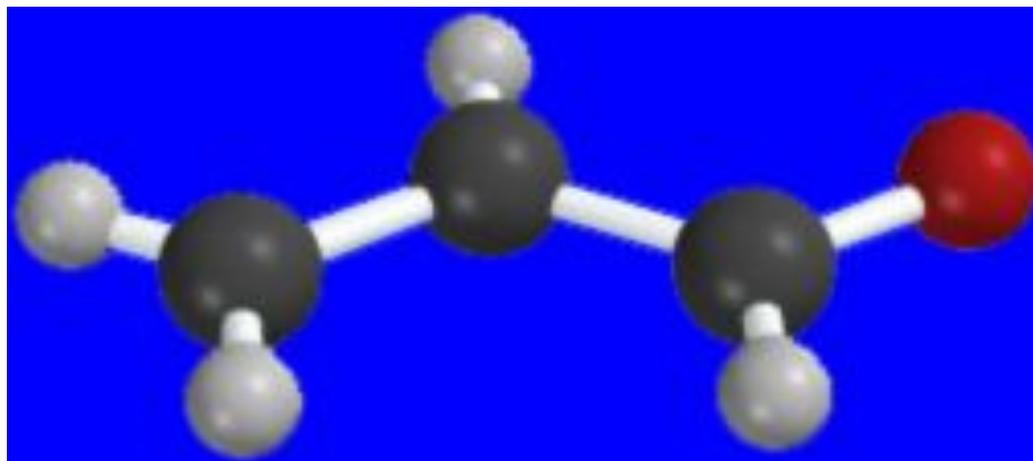
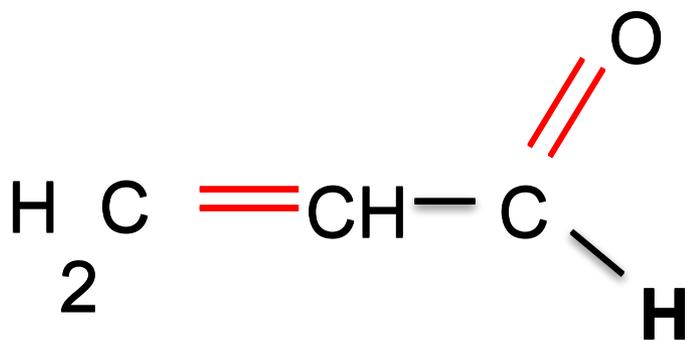


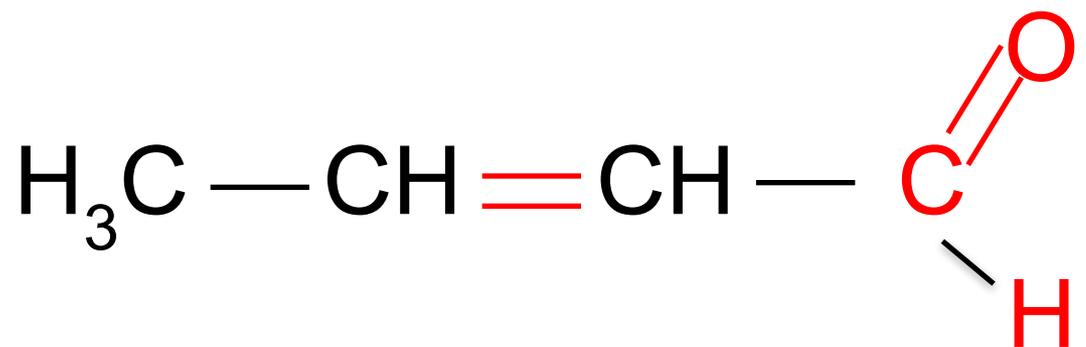
**валериановый альдегид
(пентаналь)**



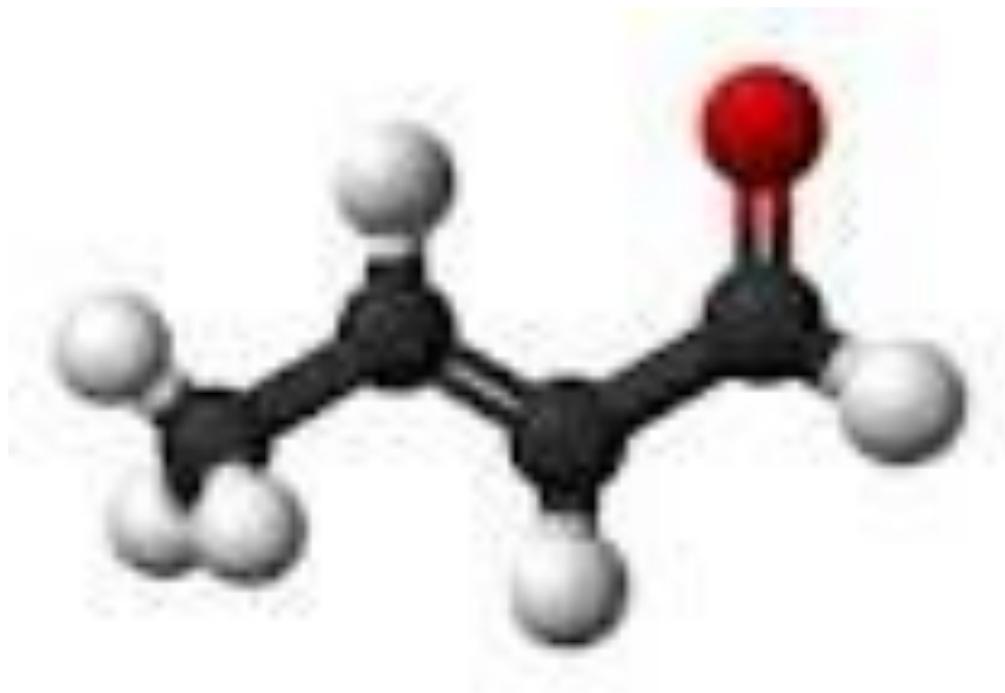
**капроновый альдегид
(гексаналь)**

Непредельные альдегиды: акролеин

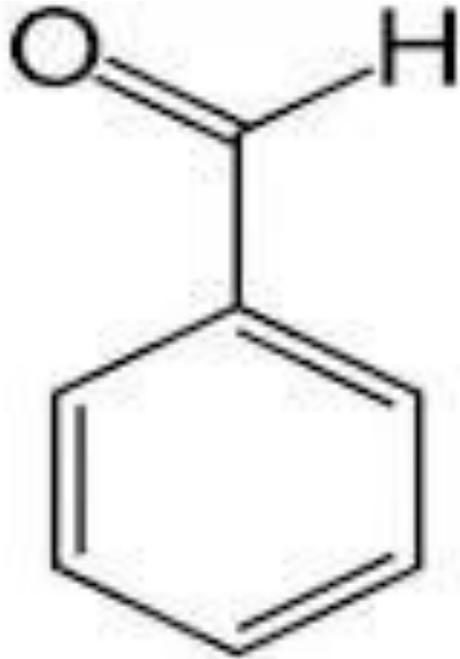




**критоновый
альдегид**

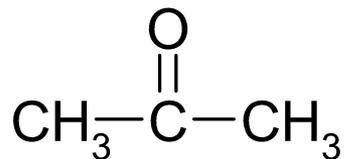


Ароматические альдегиды

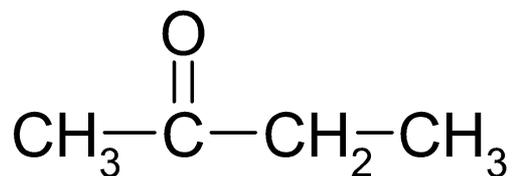


бензальдегид

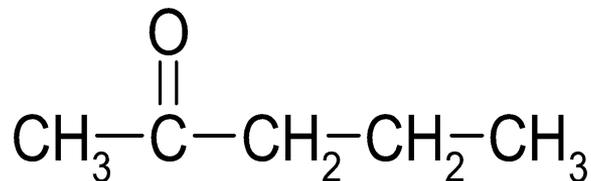
Отдельные представители кетонов



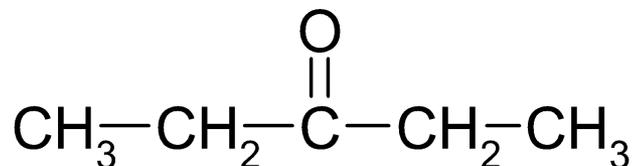
пропанон (диметилкетон)



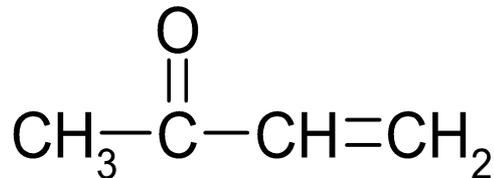
бутанон (метилэтилкетон)



пентанон-2 (метилпропилкетон)



пентанон-3 (диэтилкетон)



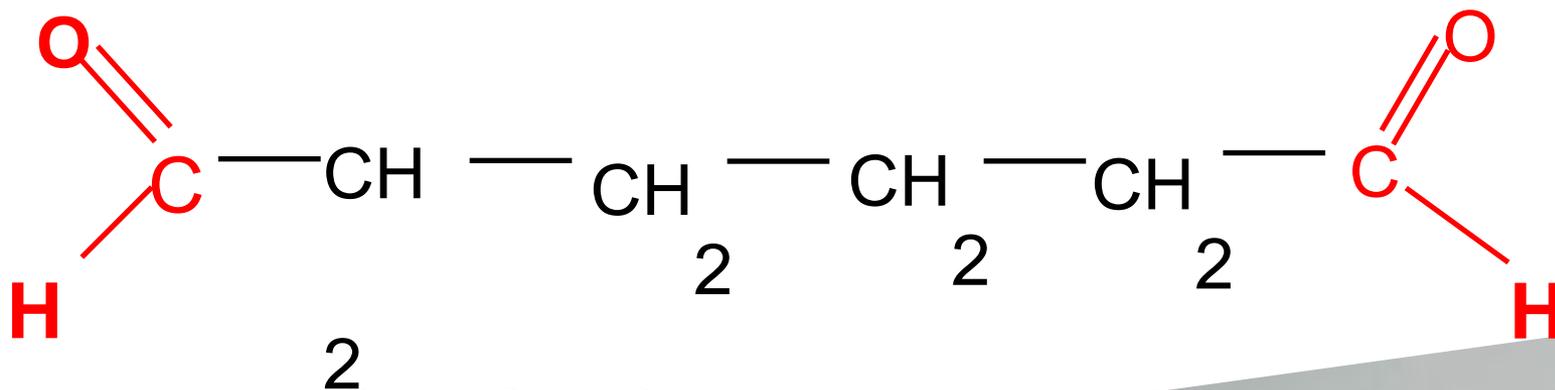
бутенон (метилвинилкетон)

Низшие альдегиды – газы с резким запахом. Низшие кетоны являются подвижными жидкостями с освежающим запахом.

Низшие кетоны и альдегиды смешиваются и с водой, и с органическими гидрофобными растворителями.

С увеличением углеводородной цепи растворимость в воде уменьшается.

Применение альдегидов в стоматологии



Глutarовый альдегид

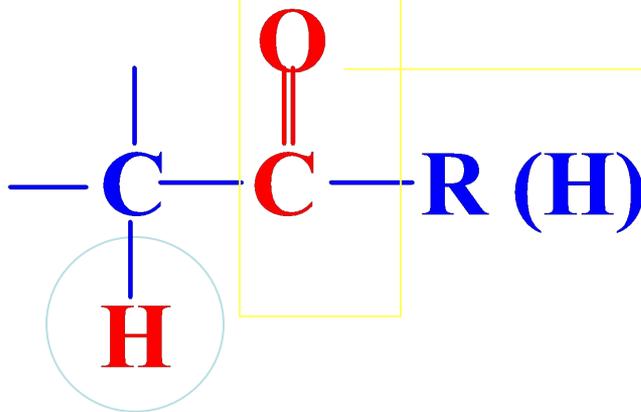
**входит в состав
дезинфицирующие средств
стоматологических оттирочек
зубопротезных заготовок,
артикуляторов.**



Химические свойства

Окисление и
восстановление

Нуклеофильное присоединение



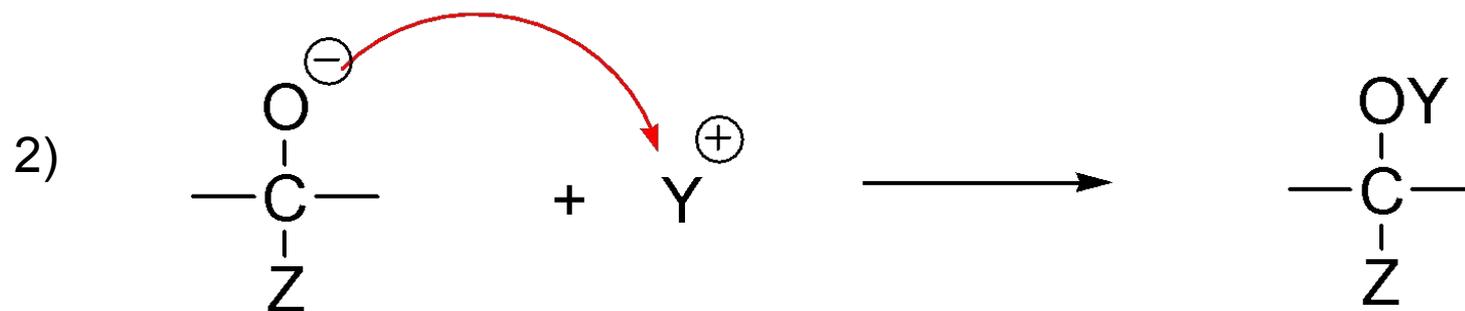
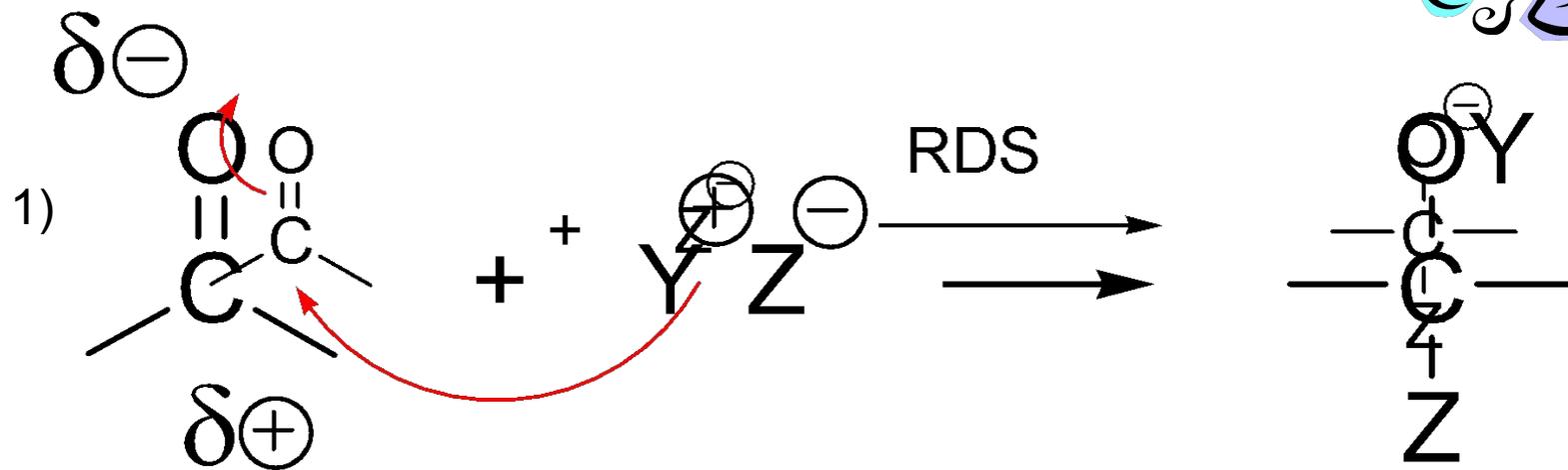
Замещение атома
водорода при
 α -углероде

Химические свойства

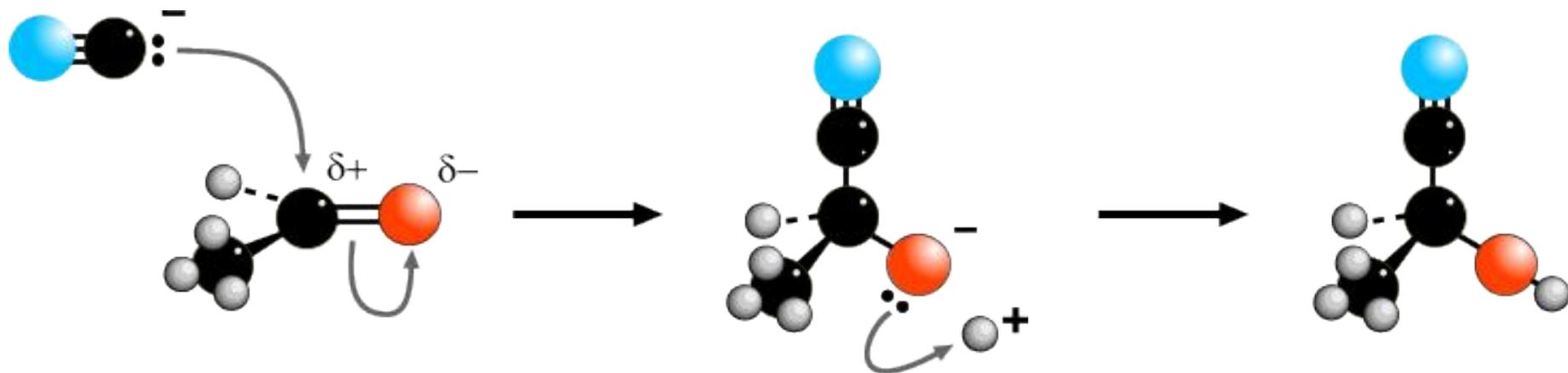
1. Реакции нуклеофильного присоединения



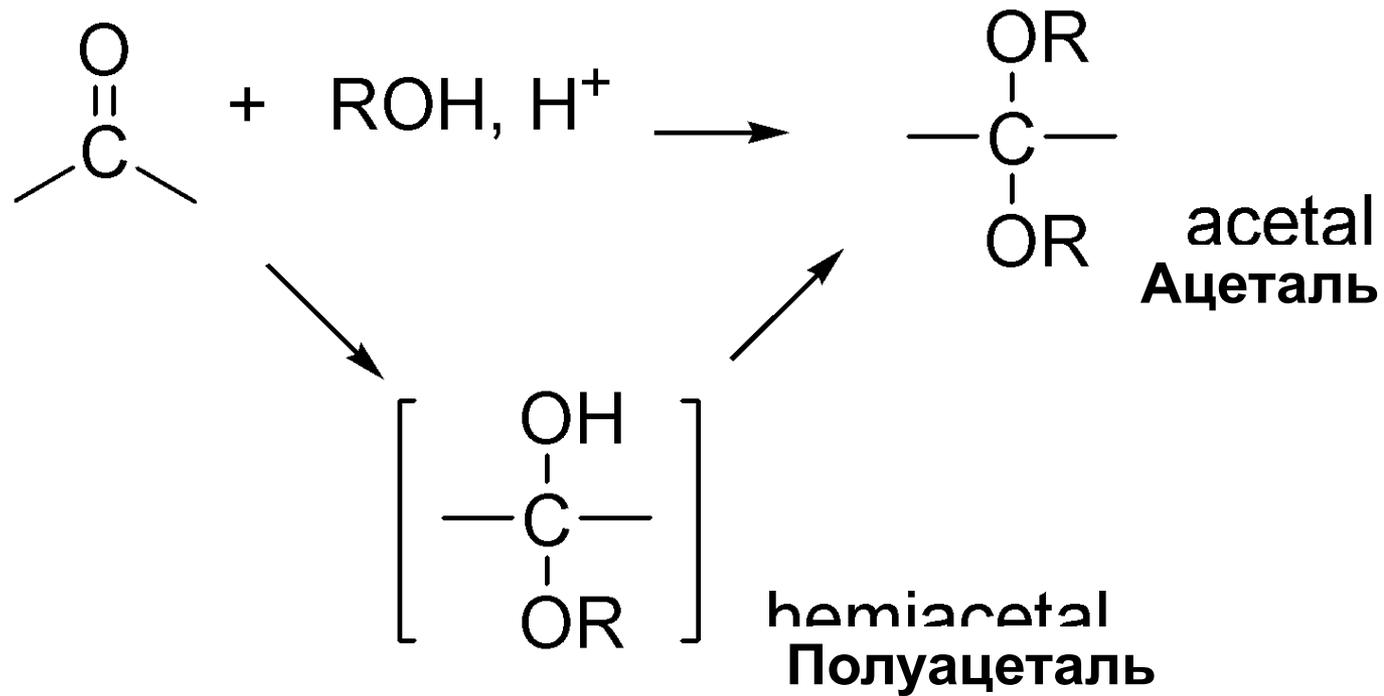
Механизм:



Механизм:

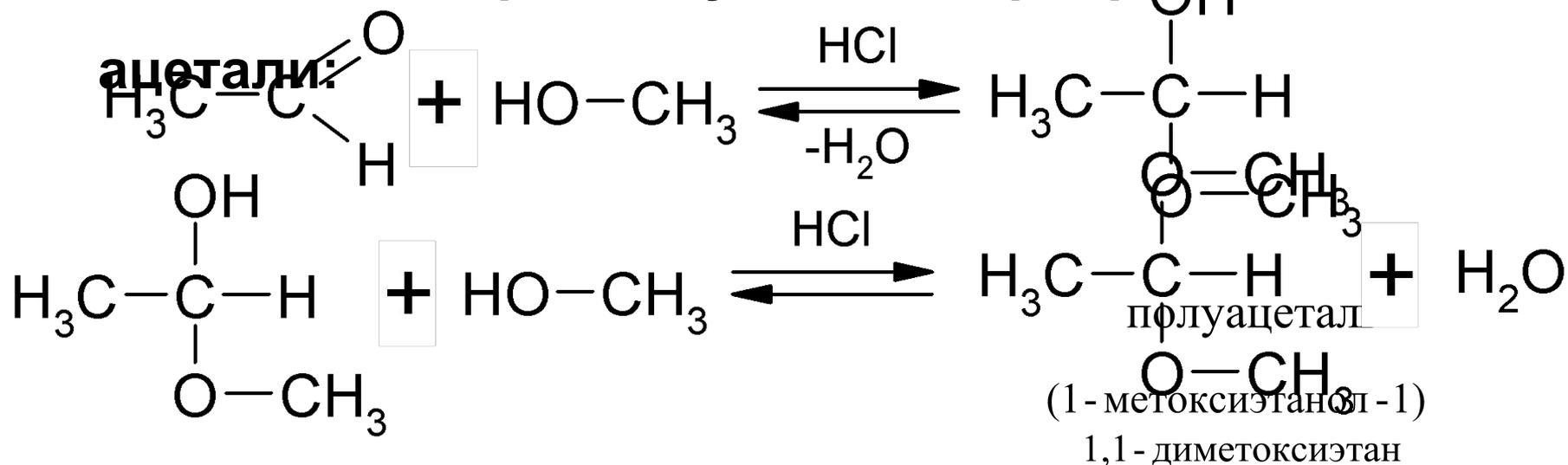


Присоединение спиртов (реакция ацетализации):

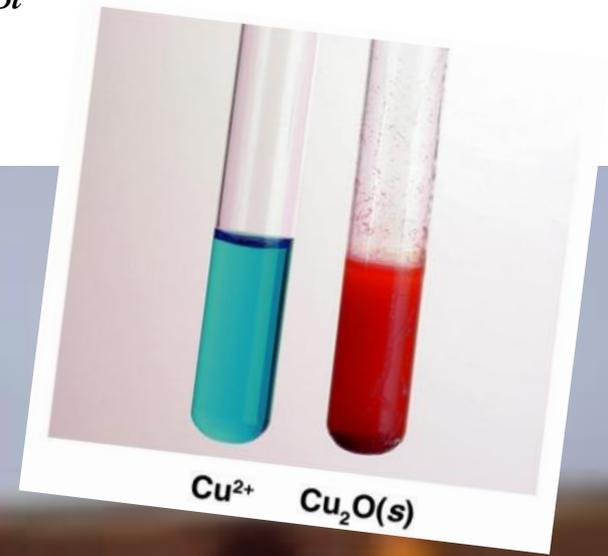
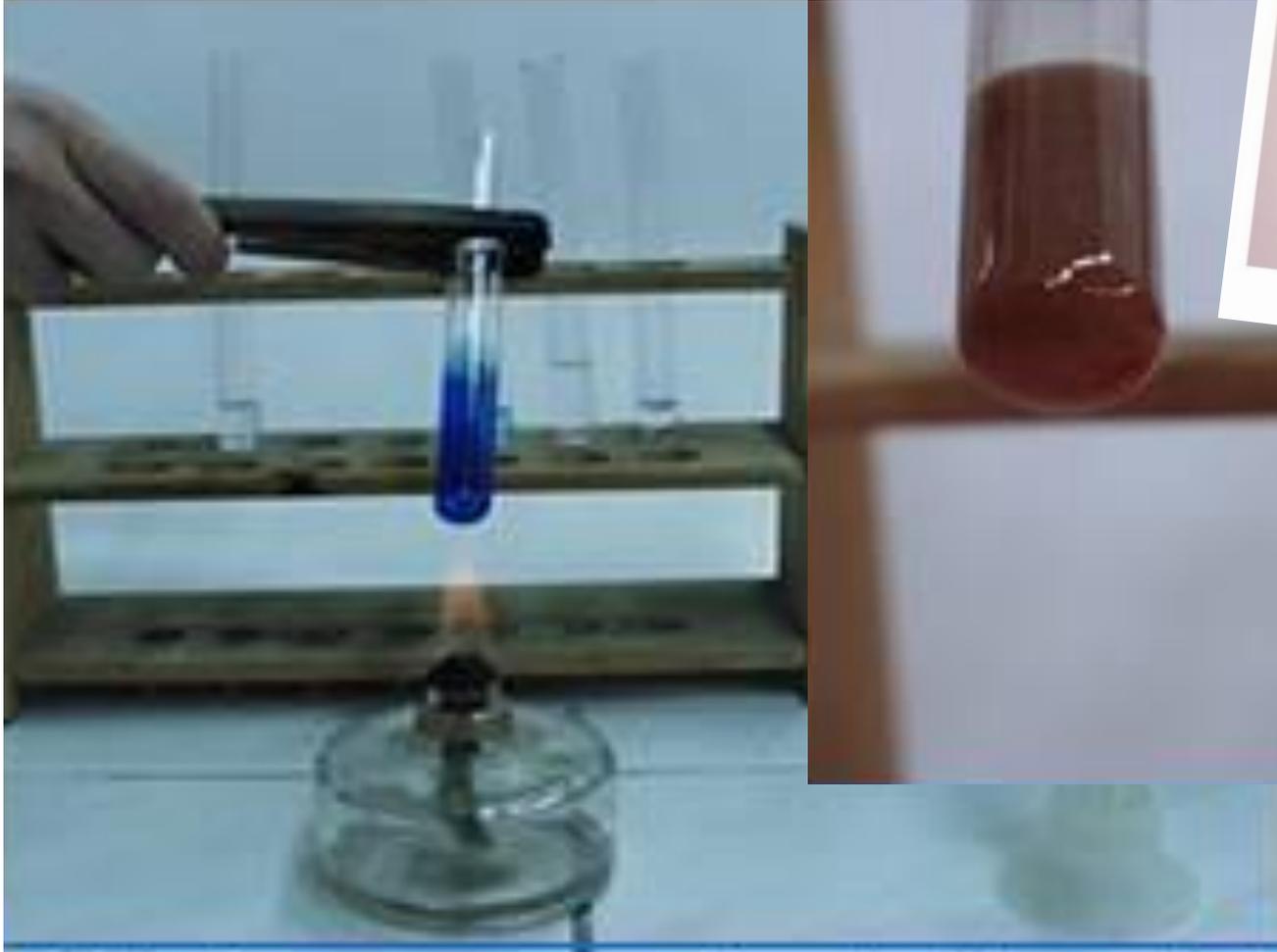


Пример:

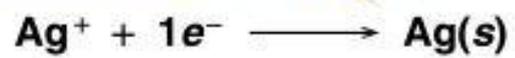
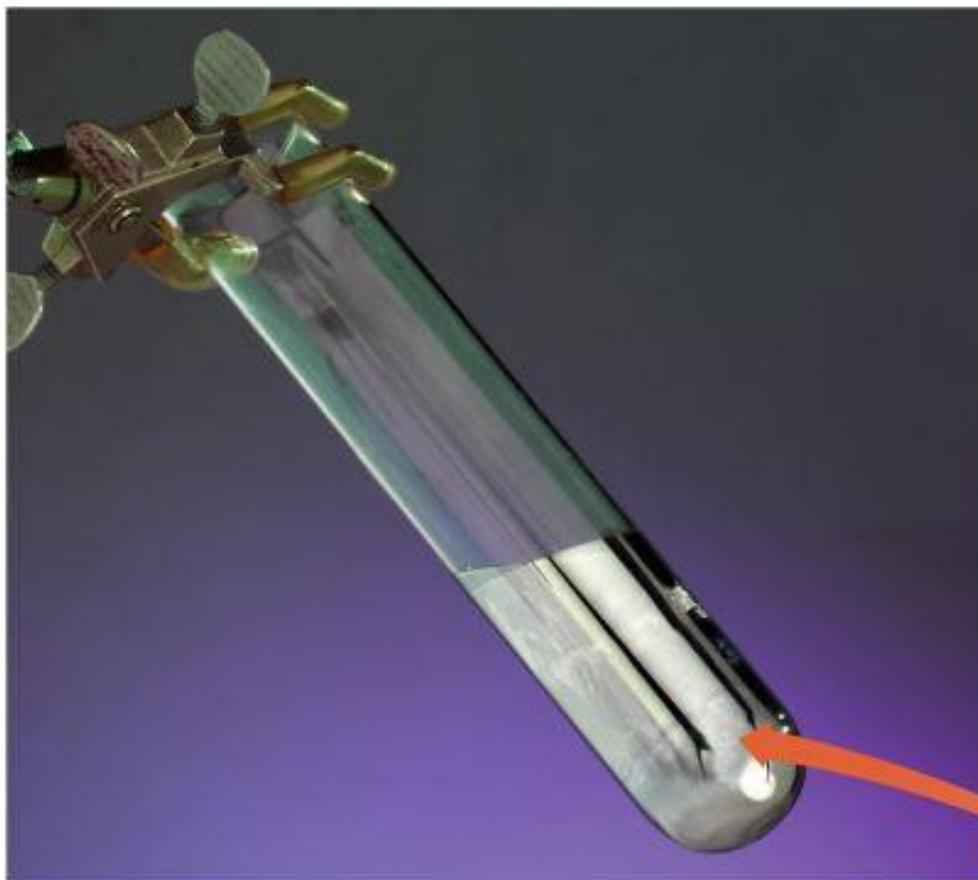
В избытке спирта полуацетали превращаются в



2. Окисление альдегидов:



Альдегиды и кетоны



3. Альдоляная и кратцовая конденсации:

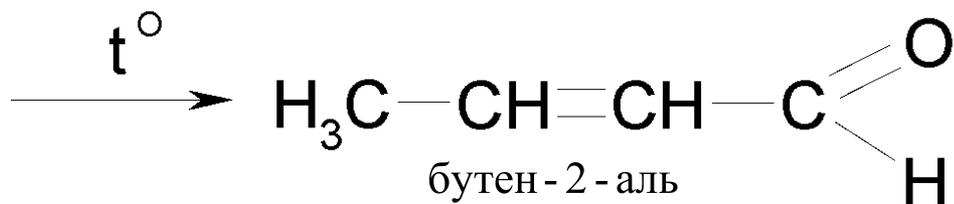
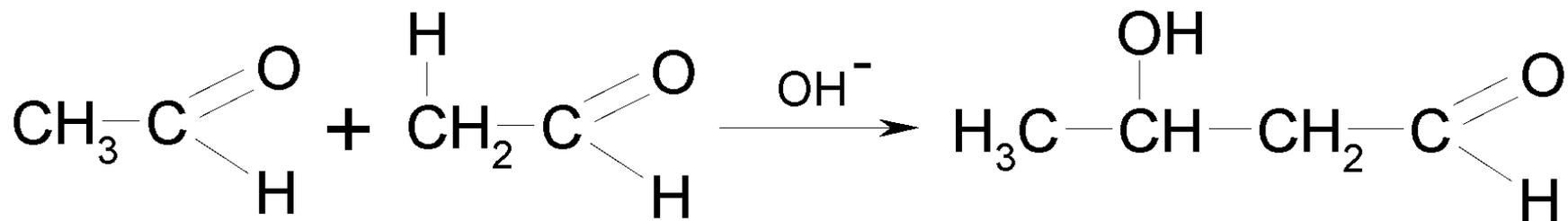
Под влиянием основных катализаторов альдегиды реагируют с образованием продуктов, имеющих удвоенную молекулярную массу по сравнению с исходной молекулой. В организме реакции конденсации происходят в присутствии ферментов альдоз. карбонильная метиленовая альдоль

компонента компонента
Некоторые кетоны тоже способны к этой реакции, только в более жестких условиях.

Альдольная конденсация протекает по механизму А .
N

Альдольная и кротоновая конденсация

Пример:



кротоновый альдегид

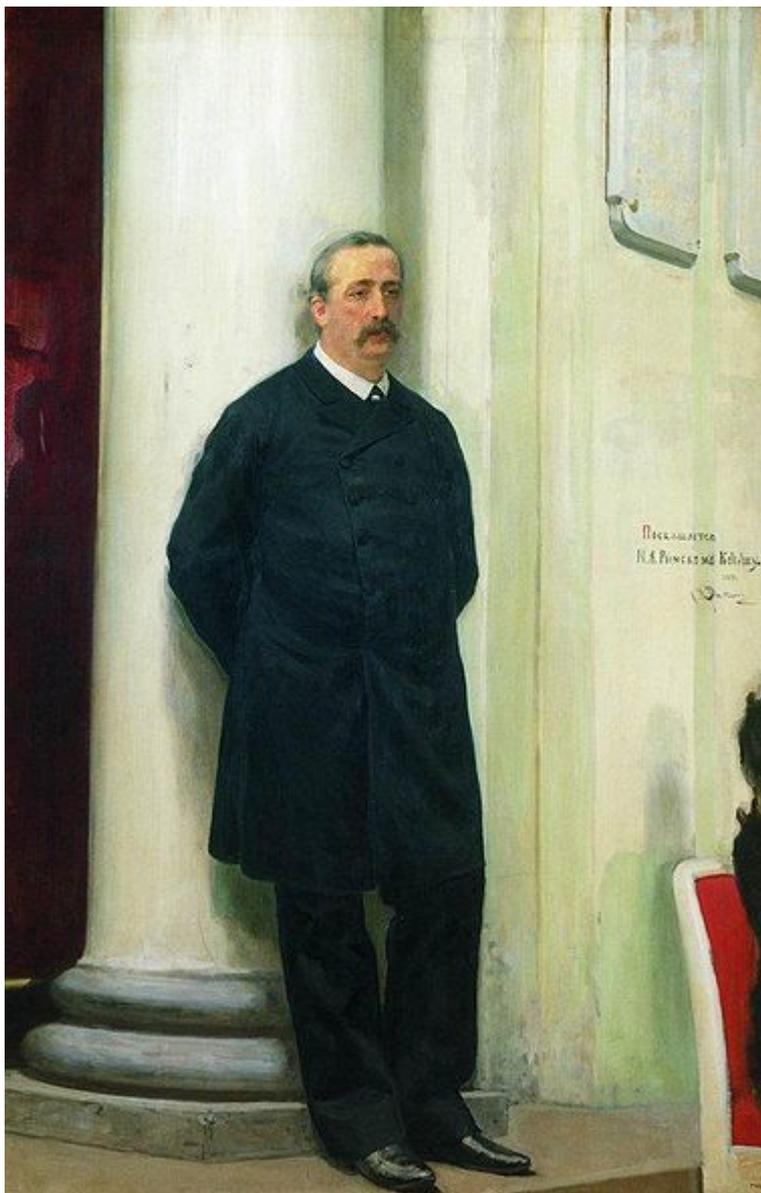
Альдольная конденсация была открыта практически одновременно в 1872 году французским химиком Ш.А. Вюрцем и русским химиком и композитором А.П. Бородиным.



Шарль-Адольф Вюрц
(1817 – 1884)



Александр Порфирьевич Бородин
(1833 —1887)



А. П. Бородин. Портрет работы Ильи Репина (1888)

А.П. Бородин открыл реакцию Бородина-Хундикера, впервые получил фторорганическое соединение — фтористый бензоил, открыл альдольную конденсацию. А.П. Бородин считается также одним из основателей классических жанров симфонии и квартета в России. Написал 4 оперы (самая известная - “Князь Игорь”), 3 симфонии (самая известная - Симфония № 2, h-moll «Богатырская»), произведения для камерно-инструментальных ансамблей (самый известный струнный квартет – квартет № 2), для фортепиано, романсы и т.д.

Спасибо

за

Ваше внимание!