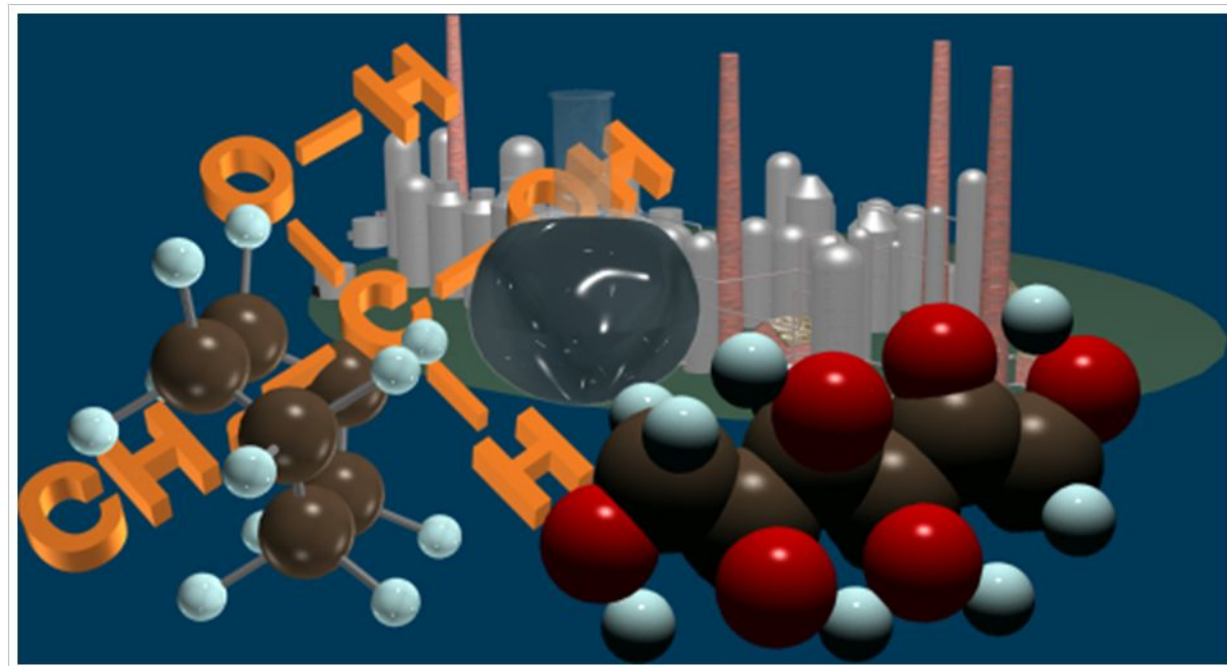
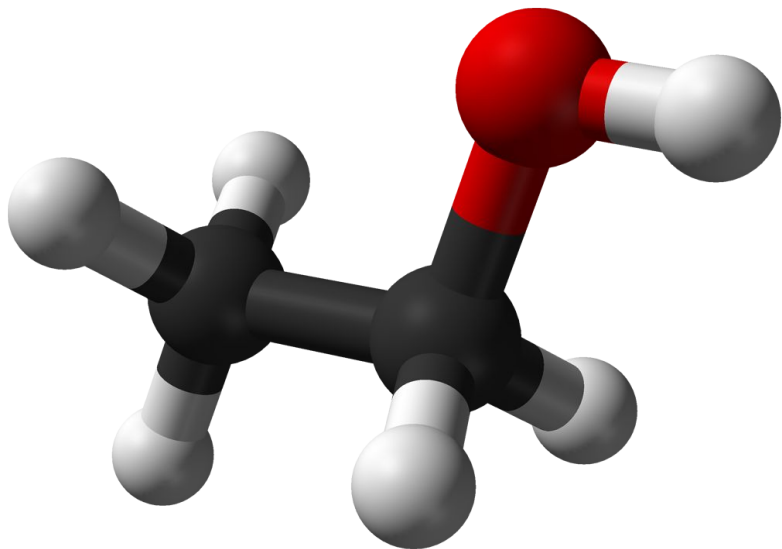
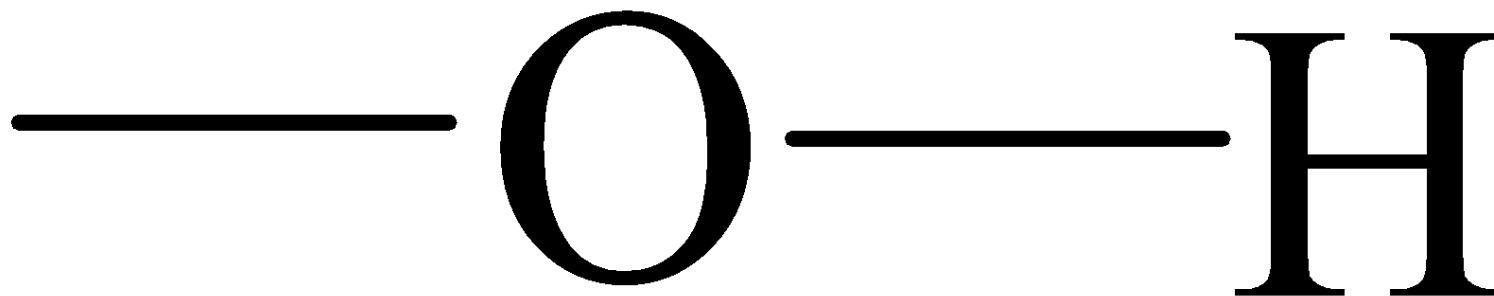


# Гидроксипроизводные углеводородов



Гидроксилпроизводные – это такие производные углеводов, в состав молекулы которых входит одна или несколько гидроксильных групп.



# Классификация

- В зависимости от количества гидроксильных групп различают:
  - Одноатомные;
  - Двухатомные;
  - Трех- и многоатомные.
- В зависимости от типа углеродного скелета различают:
  - Нециклические (ациклические);
  - Циклические.
- В зависимости от наличия кратных связей различают:
  - Насыщенные;
  - Ненасыщенные.

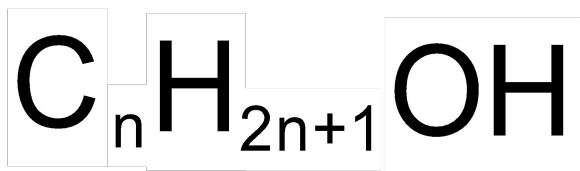
# Номенклатура

- Присутствие гидроксогруппы в молекуле в качестве старшей функциональной группы отражают в названии при помощи суффикса – $\widehat{ол}$ , присоединённого к названию углеводородного радикала.

Гидроксилпроизводные бензола называют ***фенолами***, остальные – ***спиртами***.

Таким образом получаем, что различают следующие группы гидроксилпроизводных:

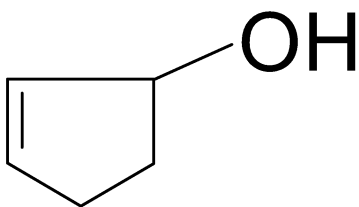
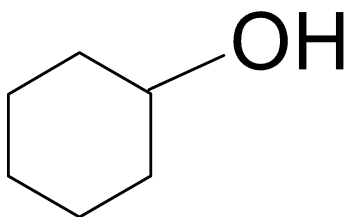
- Насыщенные (предельные) одноатомные спирты



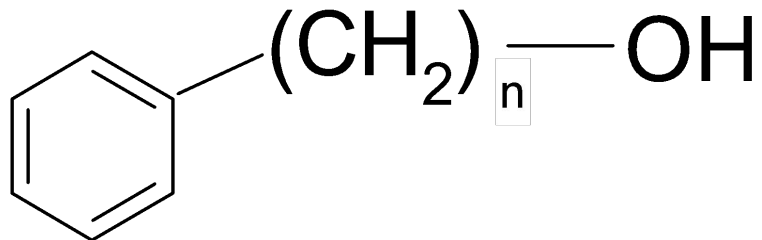
- Ненасыщенные одноатомные спирты



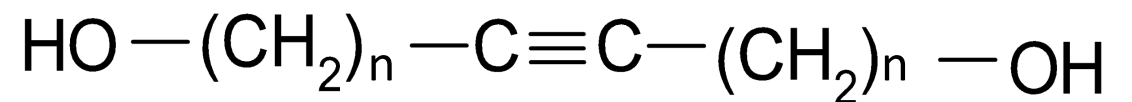
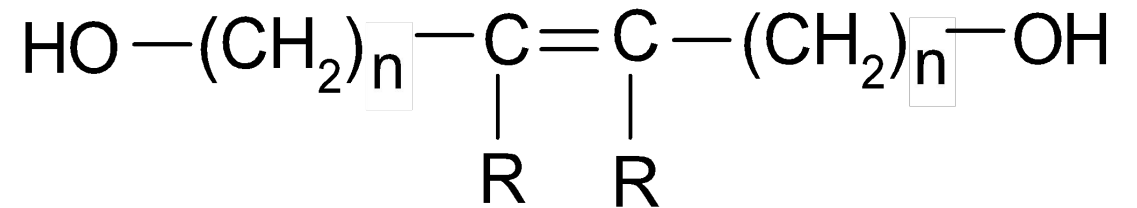
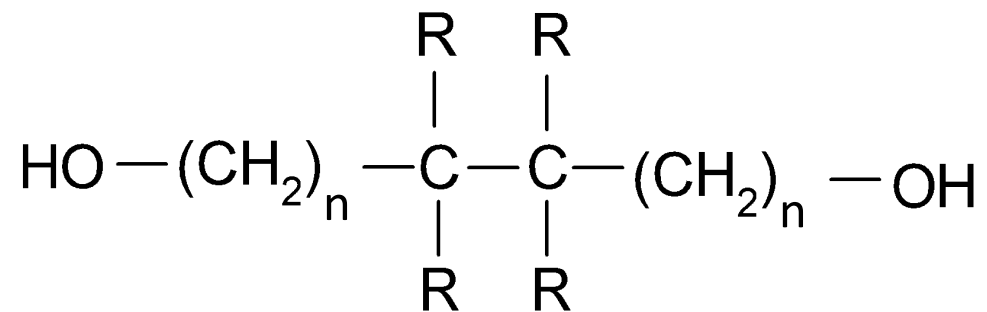
- Гидроксилпроизводные циклоалканов и циклоалкенов



- Гидроксилпроизводные алкиларенов с гидроксильной группой в боковой цепи



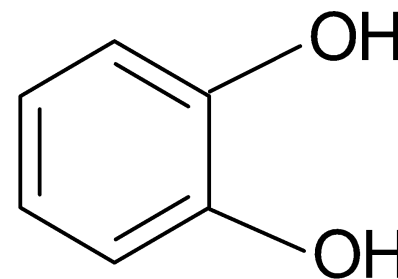
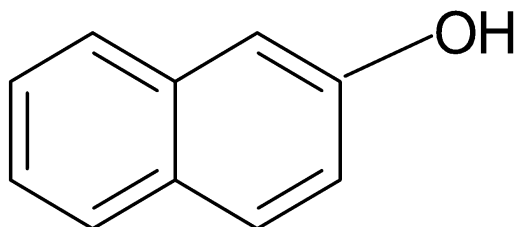
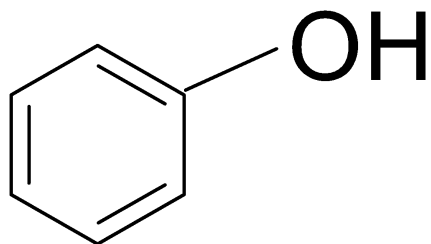
- Дигидроксилпроизводные – двухатомные спирты (диолы)



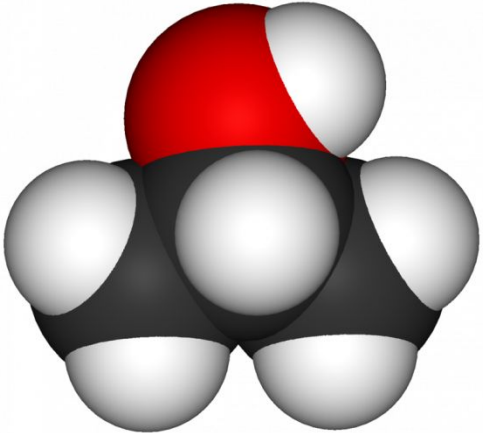
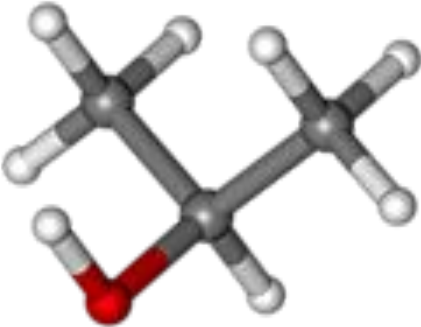
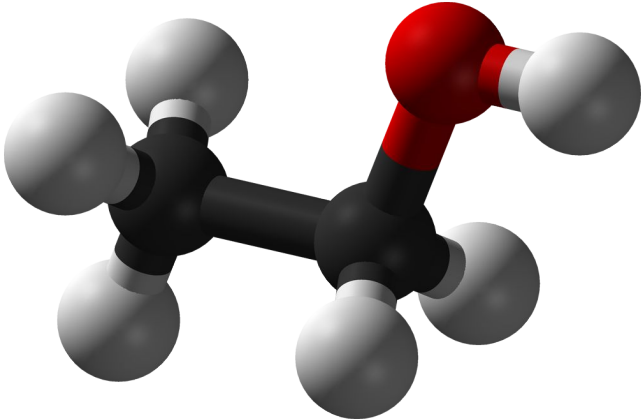
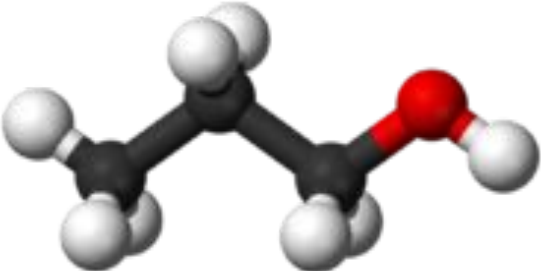
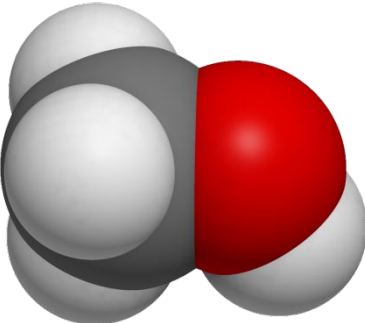
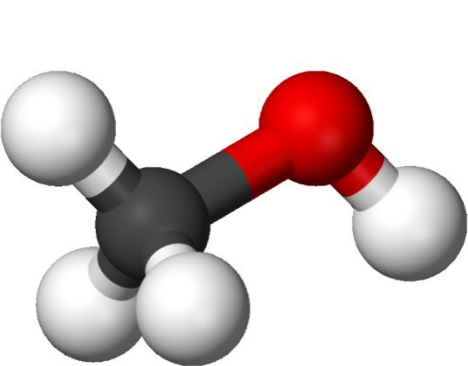
классификация

- Трёхатомные и многоатомные спирты


- Гидроксилпроизводные ароматических углеводородов - фенолы

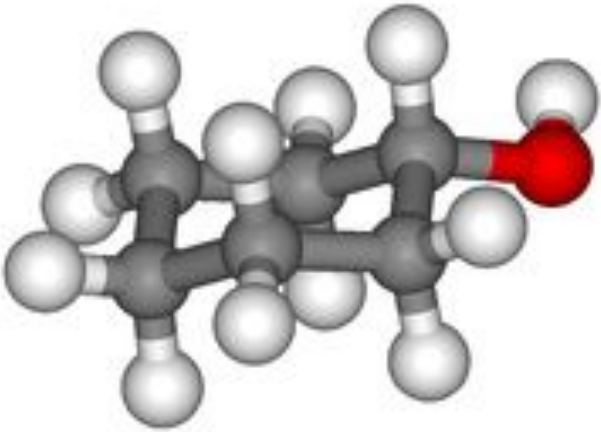
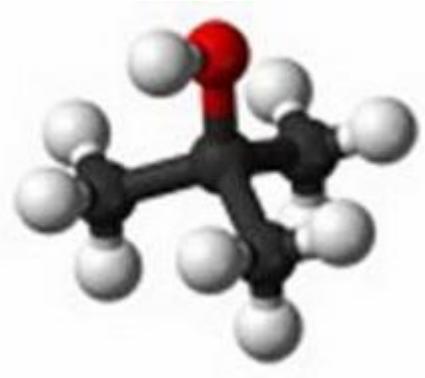
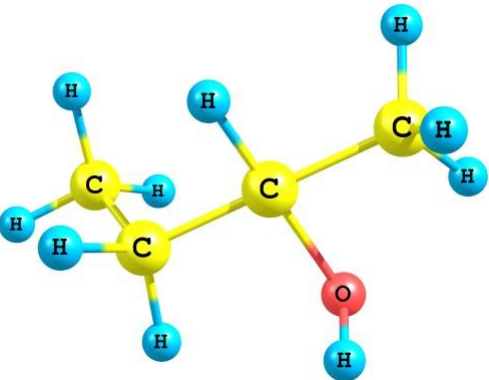
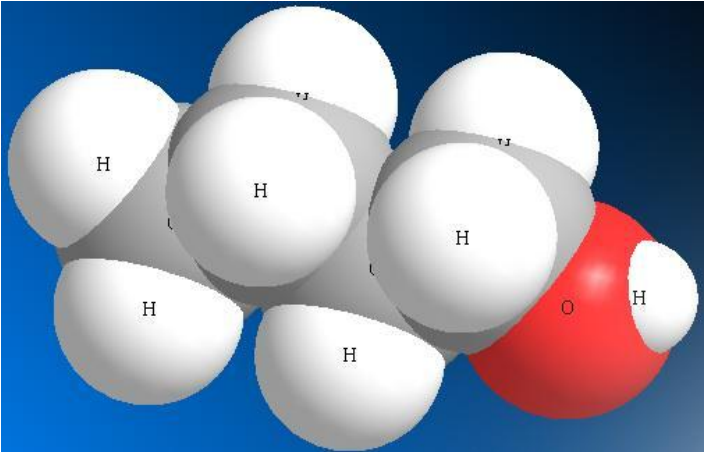
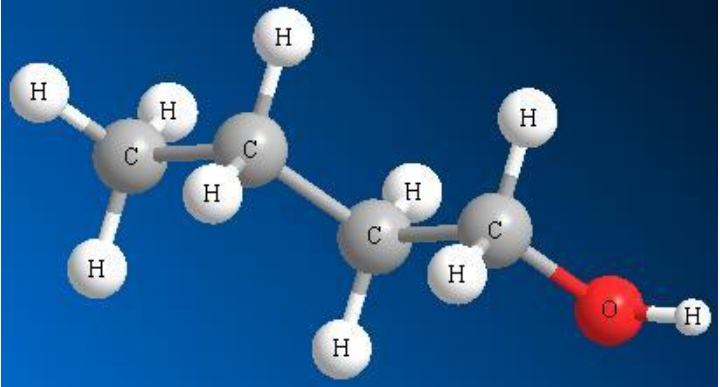
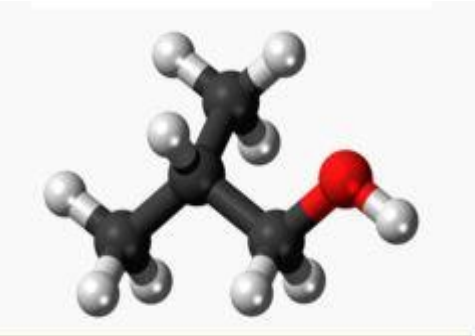


Алкано́лы (преде́льные одноато́мные)

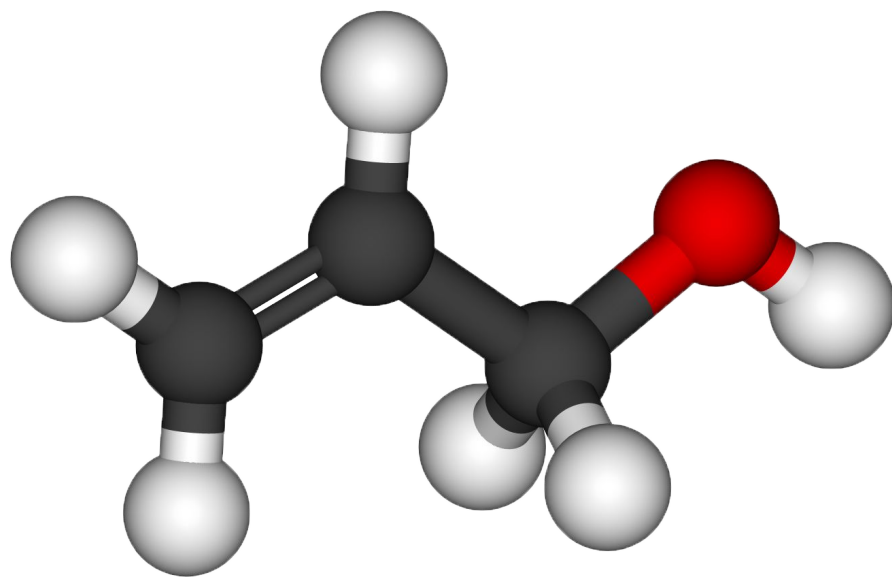




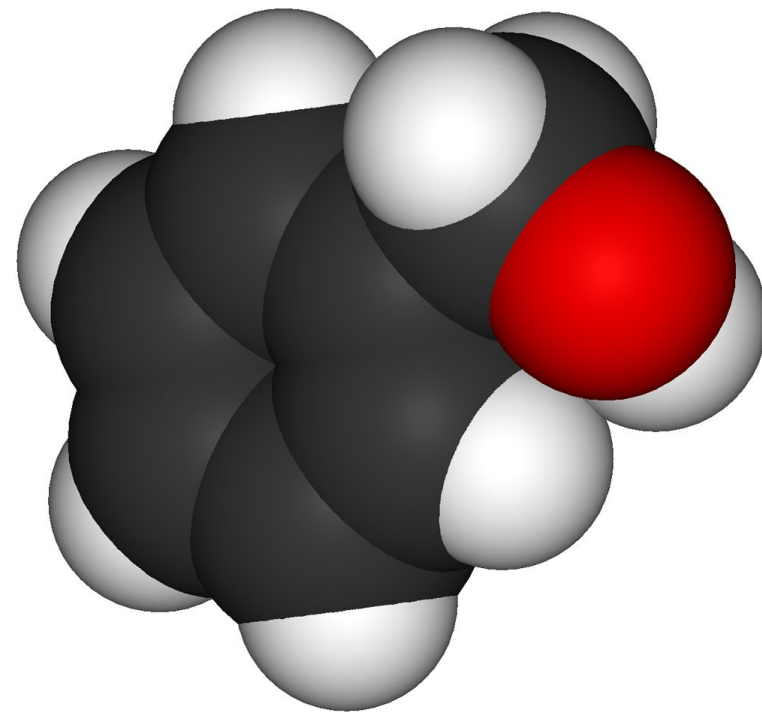
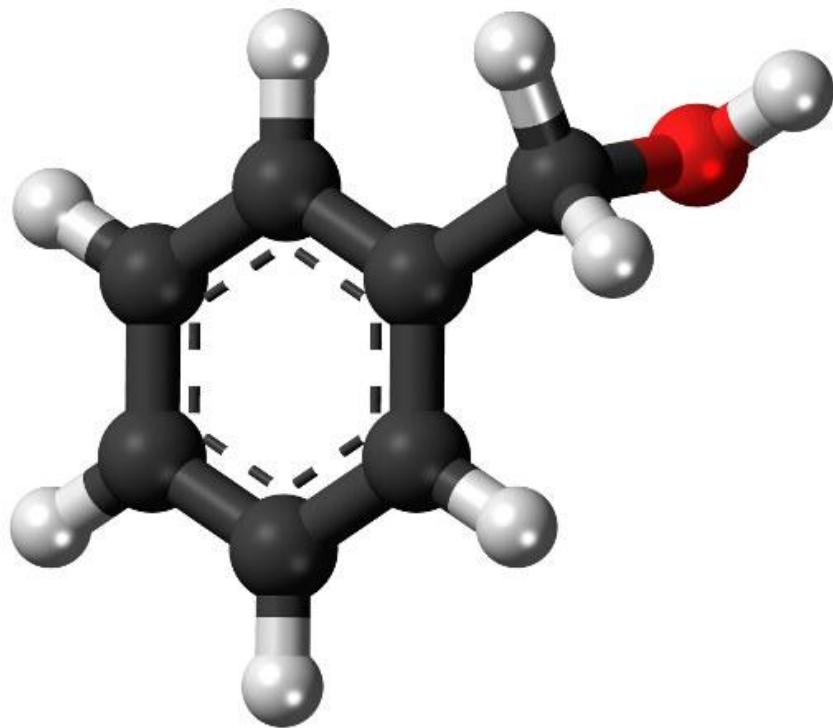
# Алканолы (предельные одноатомные)



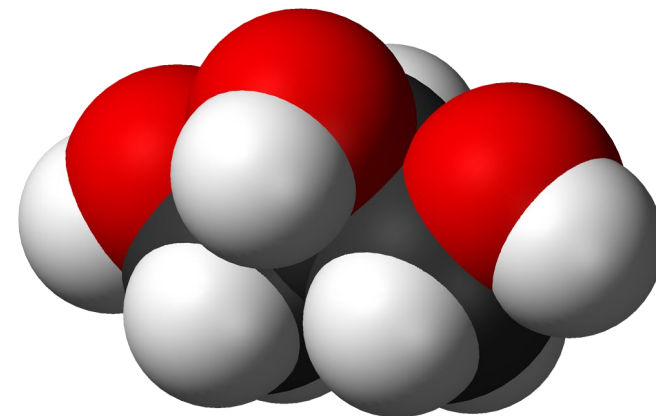
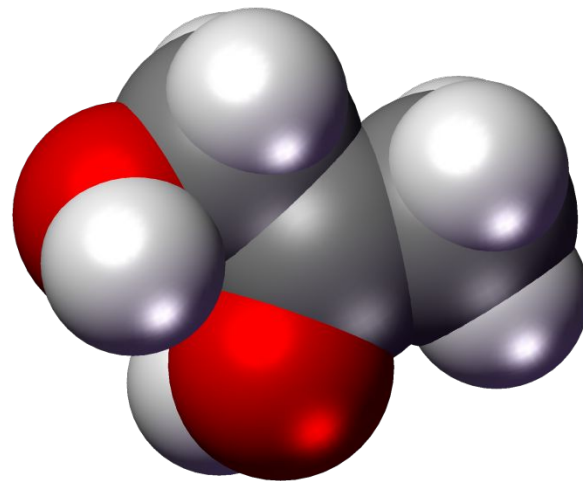
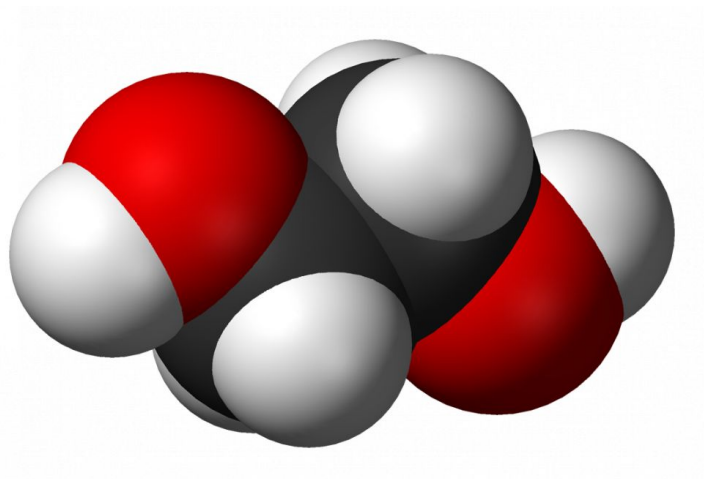
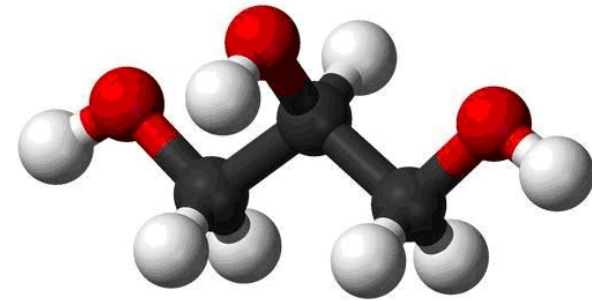
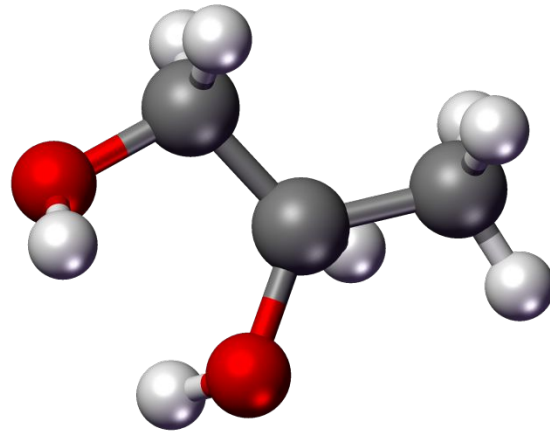
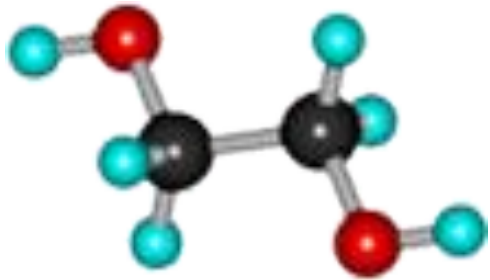
# Алкенолы (непредельные одноатомные)



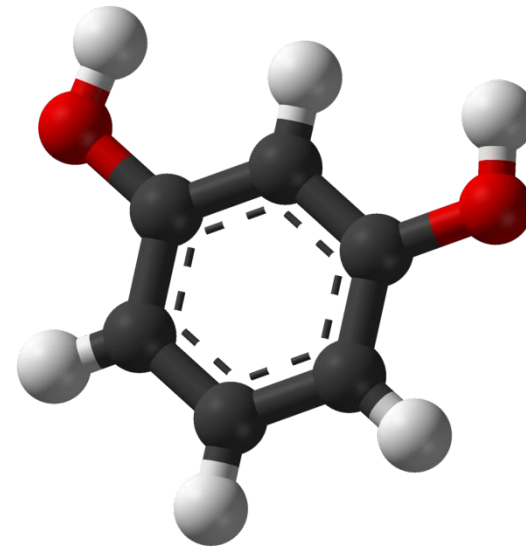
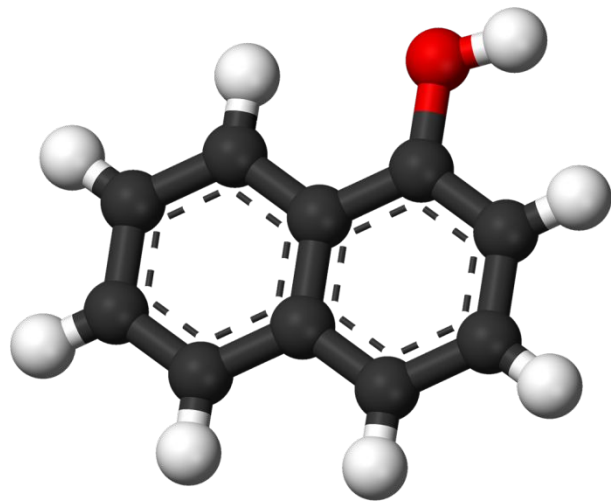
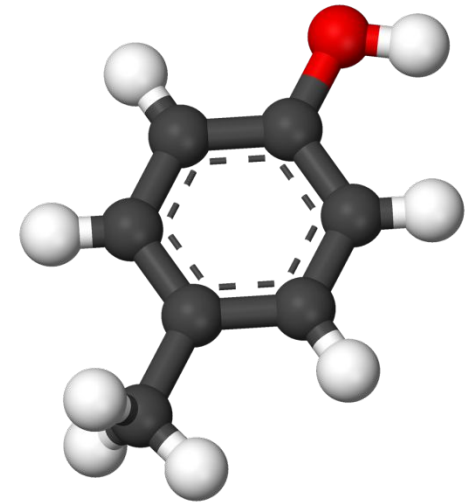
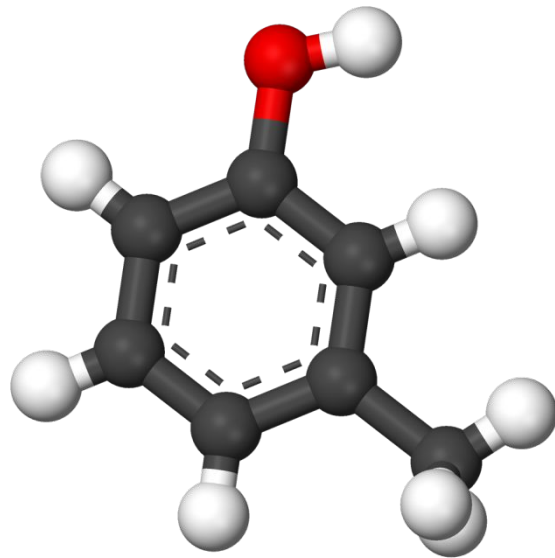
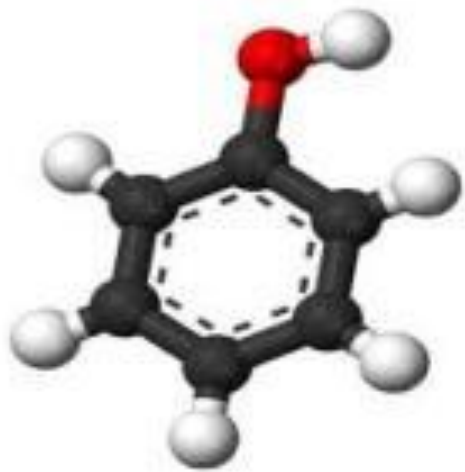
# Арилалканолаы

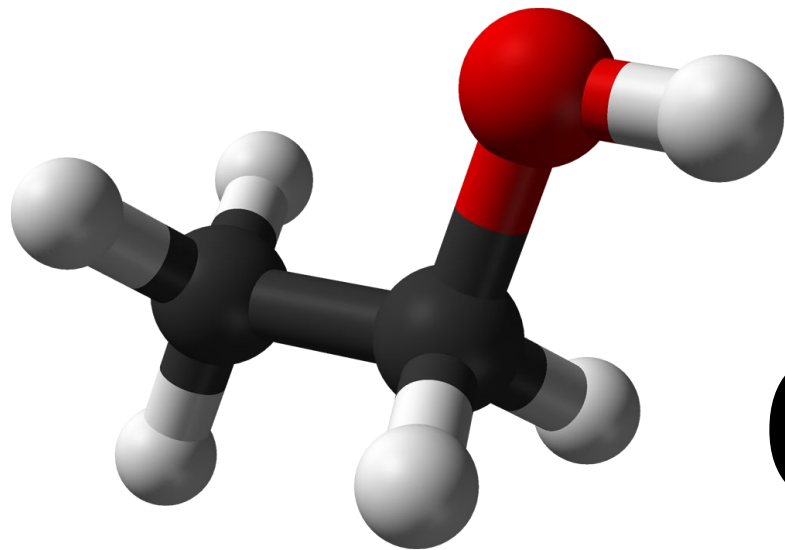


# Многоатомные

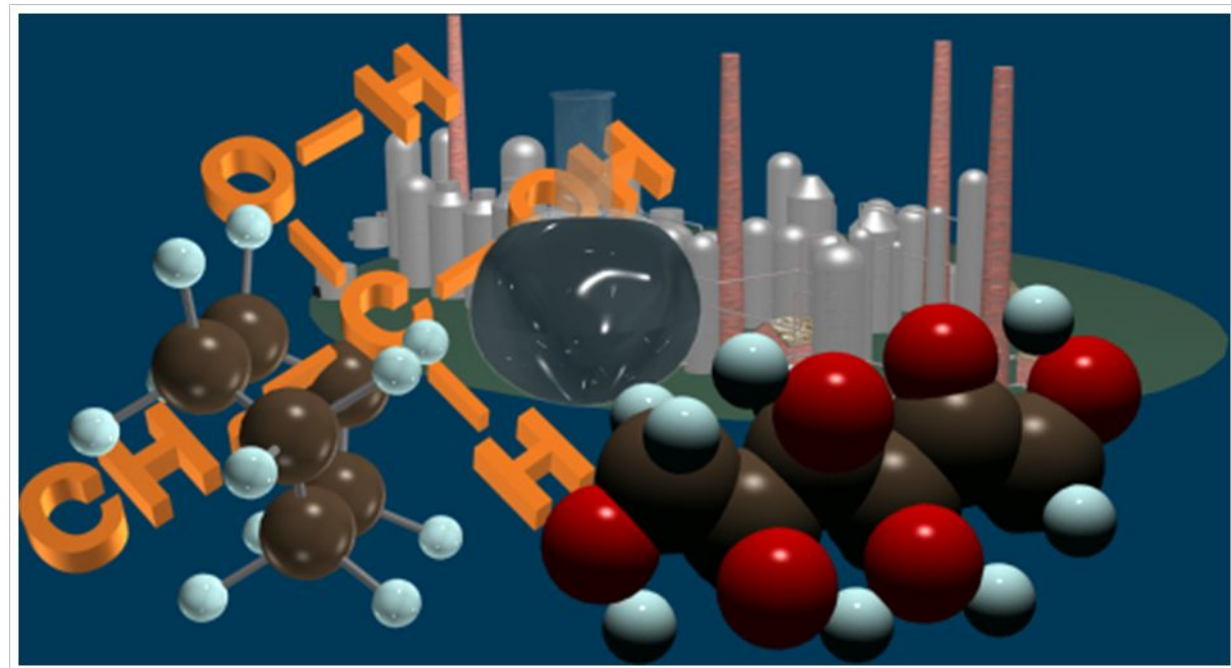


# Фенолы





# Спирты



Спирты - это производные углеводородов, содержащие одну или несколько гидроксильных групп (-O-H)



# Классификация спиртов



# Спирты

одноатомные

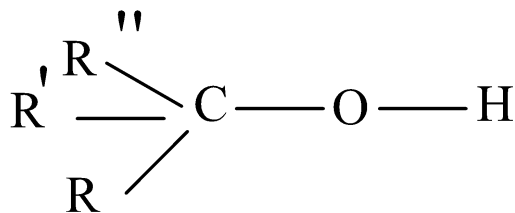
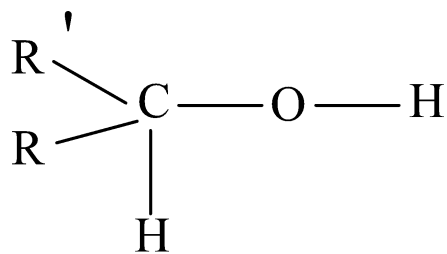
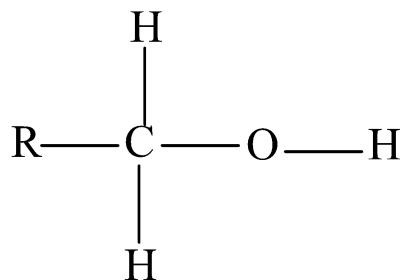
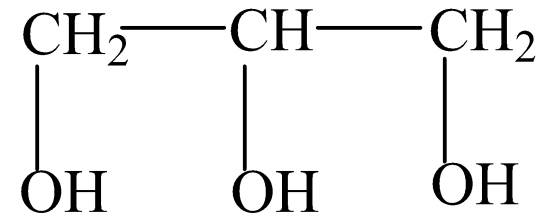
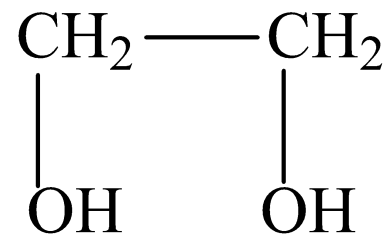
многоатомные



первичные

вторичные

третичные



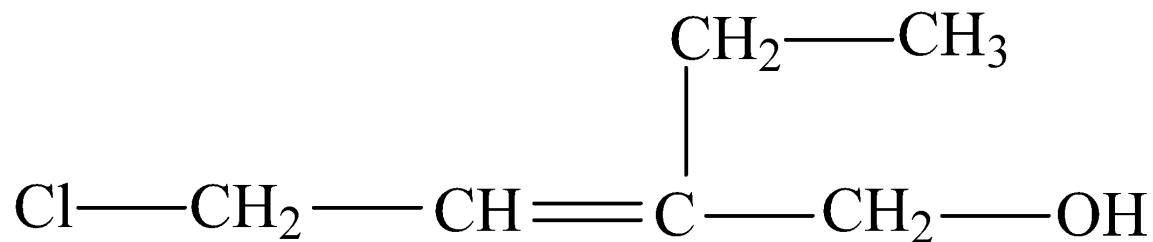
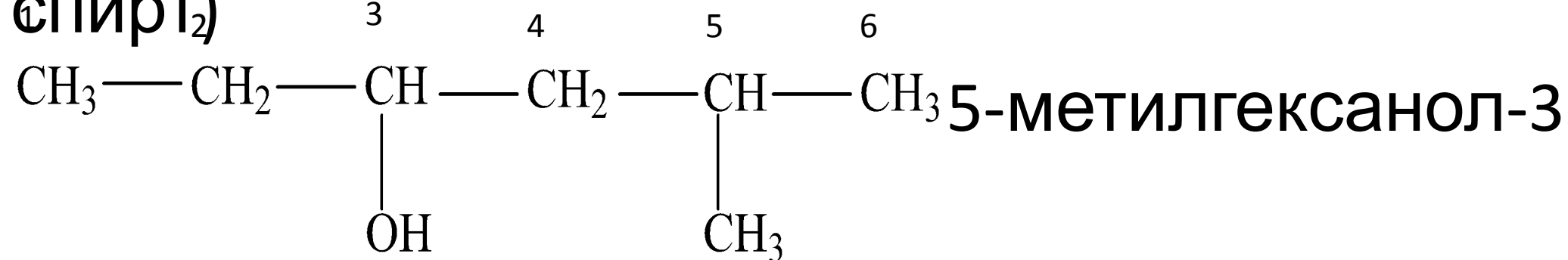
# Номенклатура спиртов

Название углеводородного радикала и окончание **ОЛ**

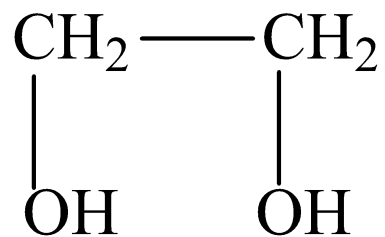
$\text{CH}_3\text{-OH}$  метанол (метиловый спирт)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  этанол (этиловый спирт)

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$  пропанол-1 (пропиловый спирт)

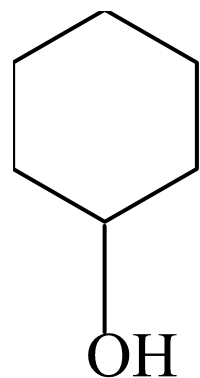


4-хлор-2-

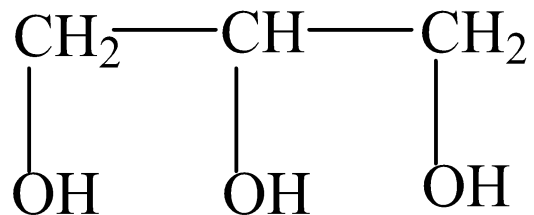


Этандиол-1,2  
этиленгликол

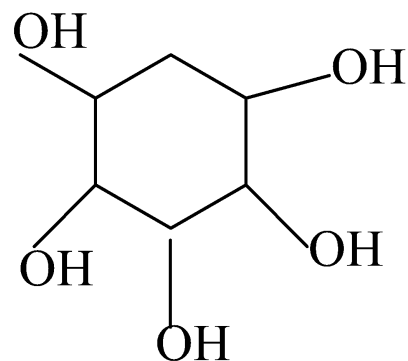
ь



циклогексано  
л

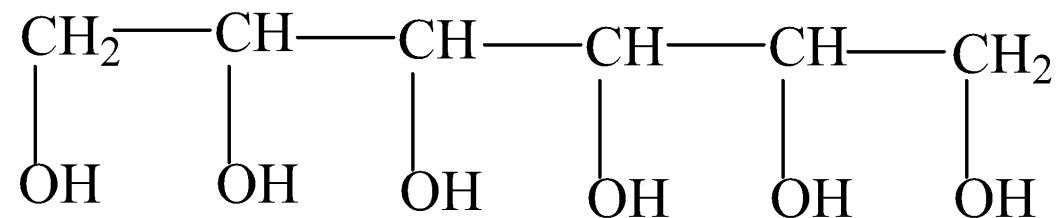


Пропантриол-1,2,3  
глицерин



Циклогексанпентаол-1,2,3,4,  
5  
квертици

н



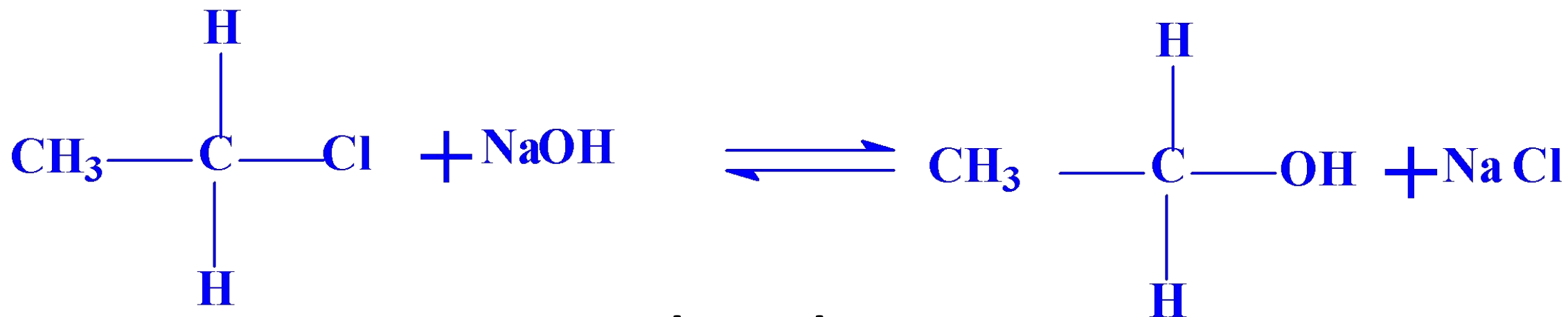
Гексангексаол-1,2,3,4,5,6  
сорбит

# Методы получения спиртов

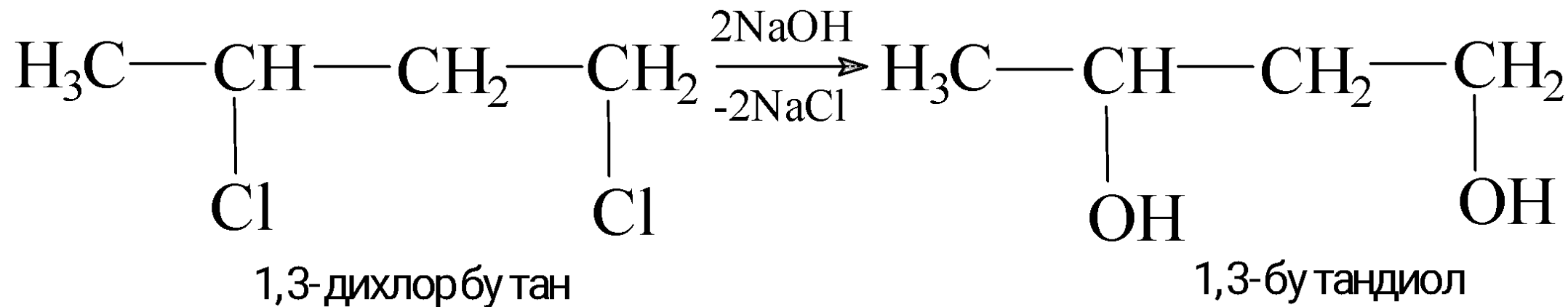
## 1. ЩЕЛОЧНОЙ ГИДРОЛИЗ ГАЛОГЕНУГЛЕВОДОРОДОВ:

при нагревании с водными растворами щелочей

- Одноатомные спирты образуются из моногалогензамещенных углеводородов

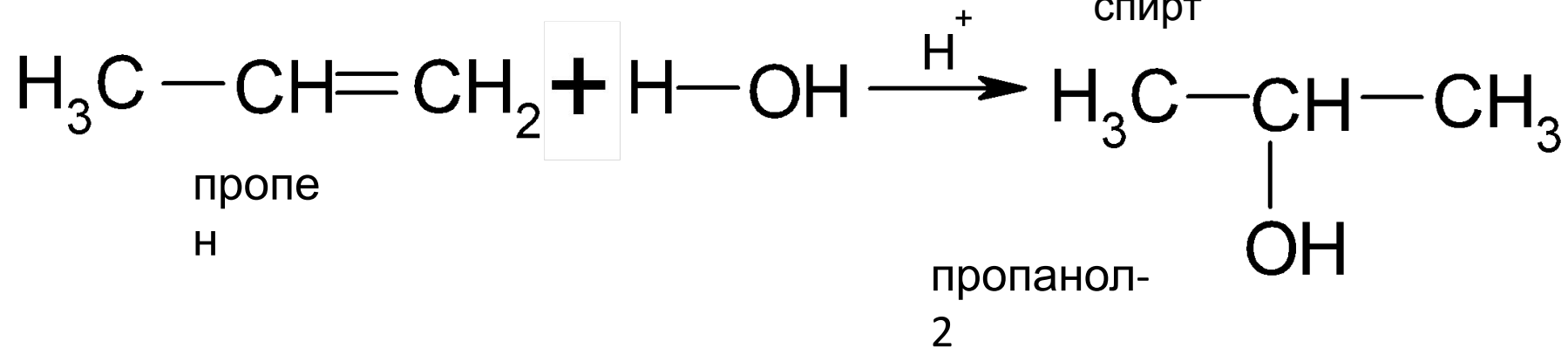
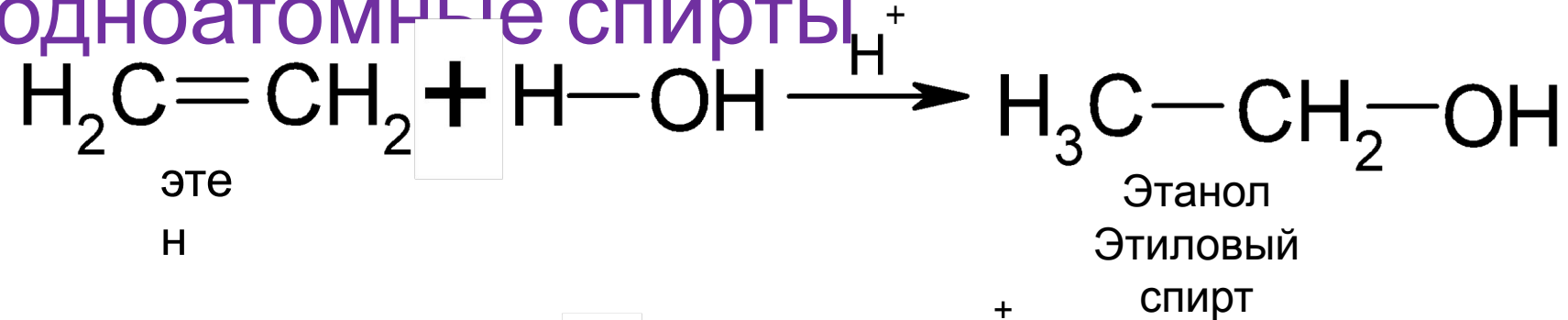


- Двухатомные спирты образуются из дигалогензамещенных углеводородов.



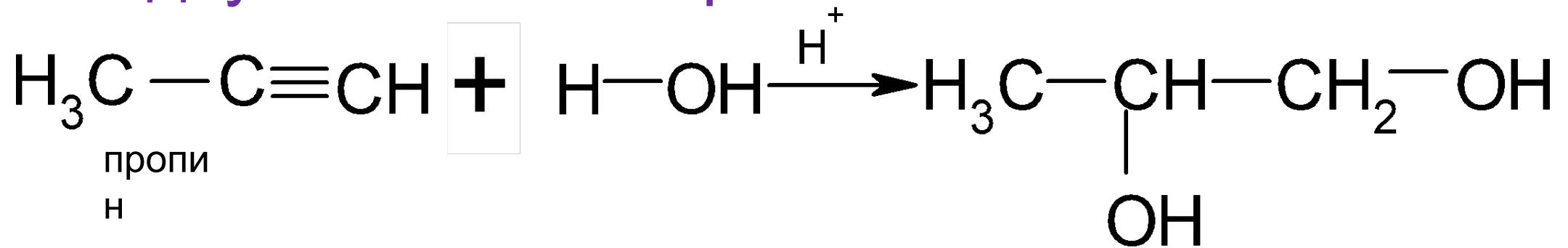
## 2. Гидратация непредельных углеводородов

- При нагревании алкенов с водой в присутствии катализаторов (серная кислота, хлорид цинка и др.) образуются одноатомные спирты.



## 2. Гидратация непредельных углеводородов

- При нагревании алкинов с водой в присутствии катализаторов (серная кислота, хлорид цинка и др.) образуются двухатомные спирты



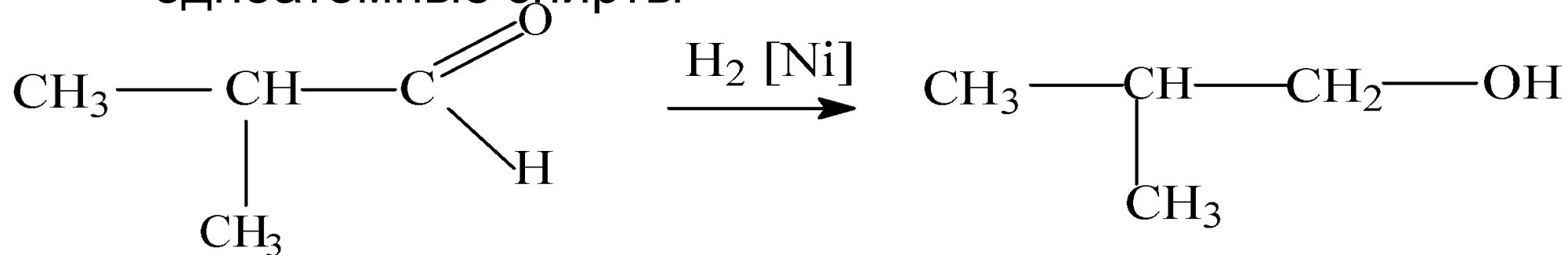
пропи  
н

пропандиол-1,2  
Пропиленгликоль-1  
,2



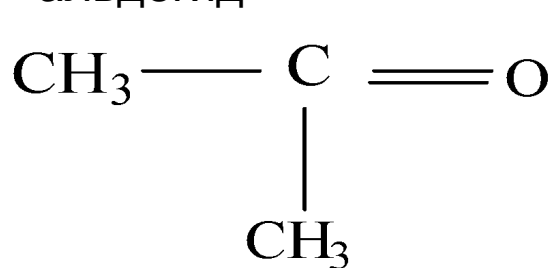
### 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

- Из монофункциональных альдегидов и кетонов образуются одноатомные спирты



Изомасляный  
альдегид

изобутиловый  
спирт



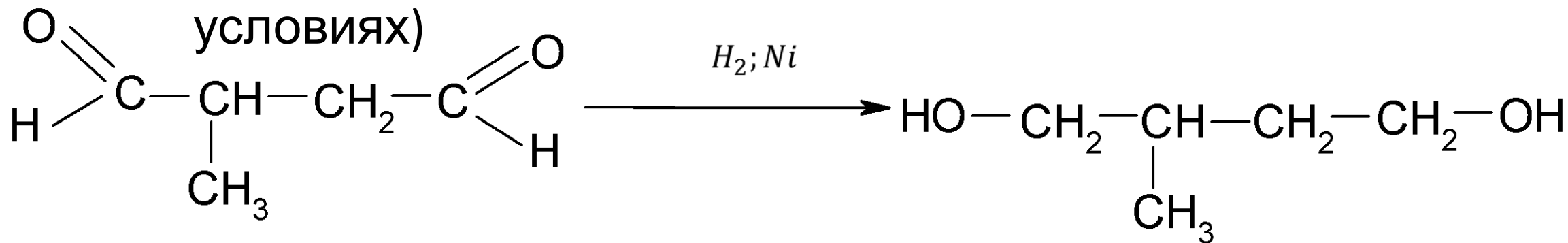
ацето  
н

Метилэтанол  
(изопропиловый  
спирт)

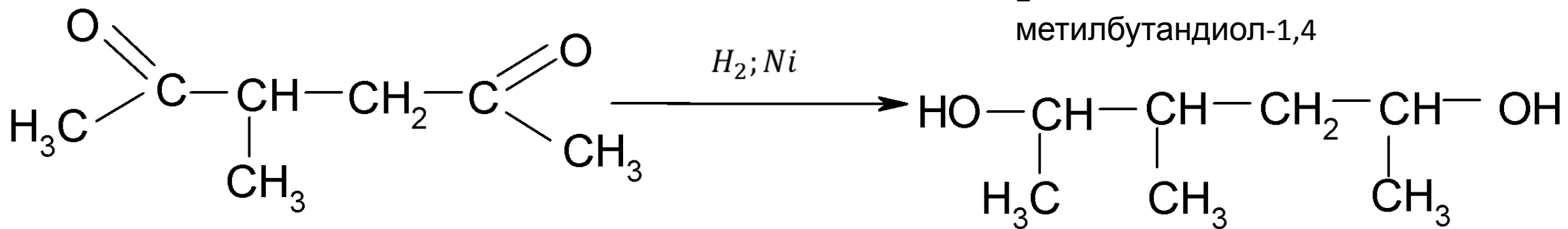
катализатор Ni (Pt, Pd)

### 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

- Из многофункциональных альдегидов и кетонов образуются многоатомные спирты (реакции идут при тех же условиях)



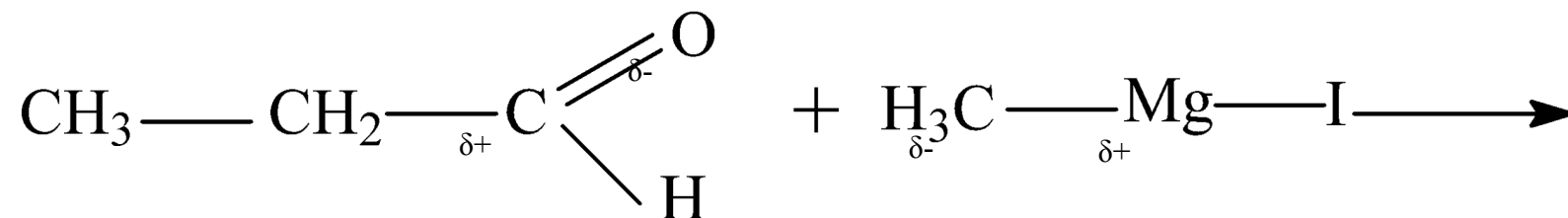
2-метилбутандиол-1,4



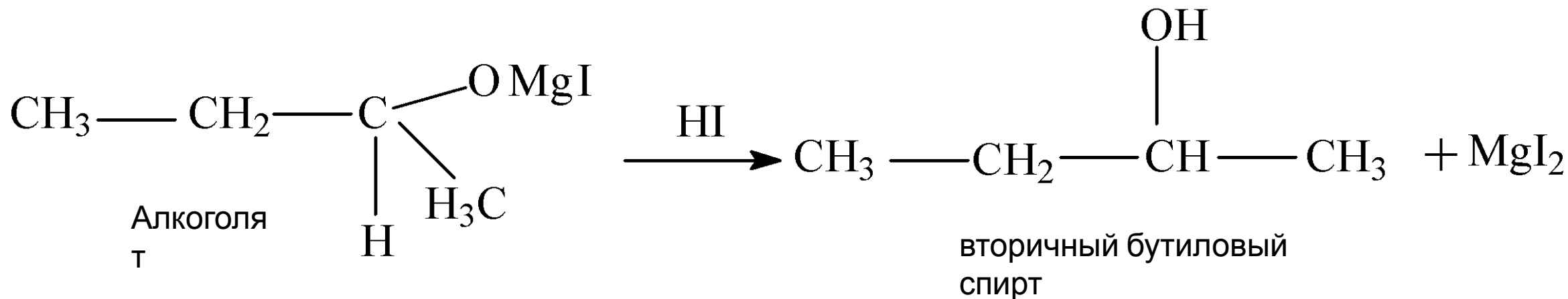
3-метил-гексадион-2,5

3-метилгександиол-2,5

## 4. Синтез спиртов с помощью реактивов Гриньяра:



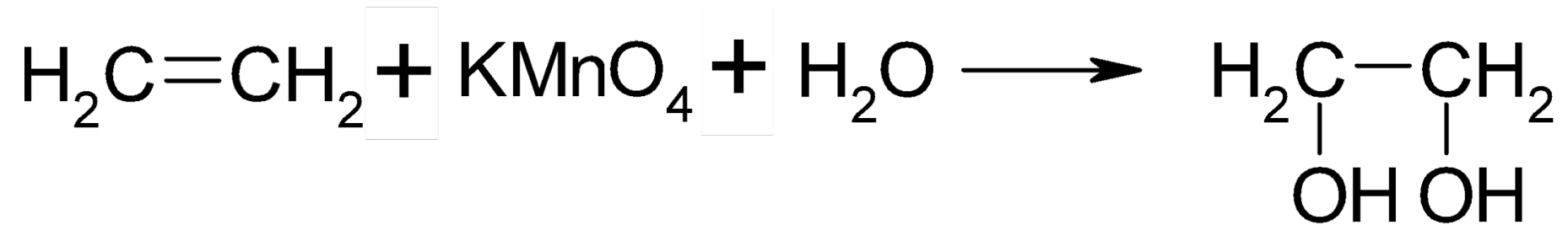
Пропионовый альдегид  
метилмагниййодид



Этанол получают из пищевого и непищевого органического сырья путем сбраживания:

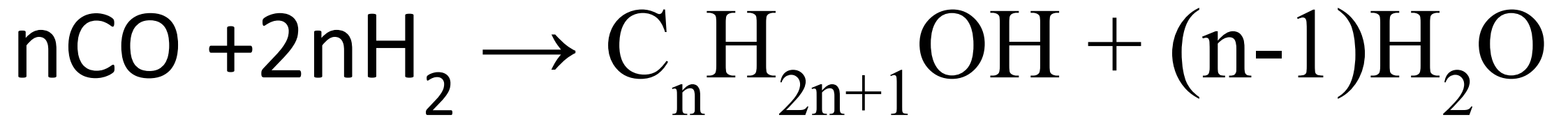


**Гликоли получают окислением алкенов  
под действием водного раствора  $\text{KMnO}_4$**



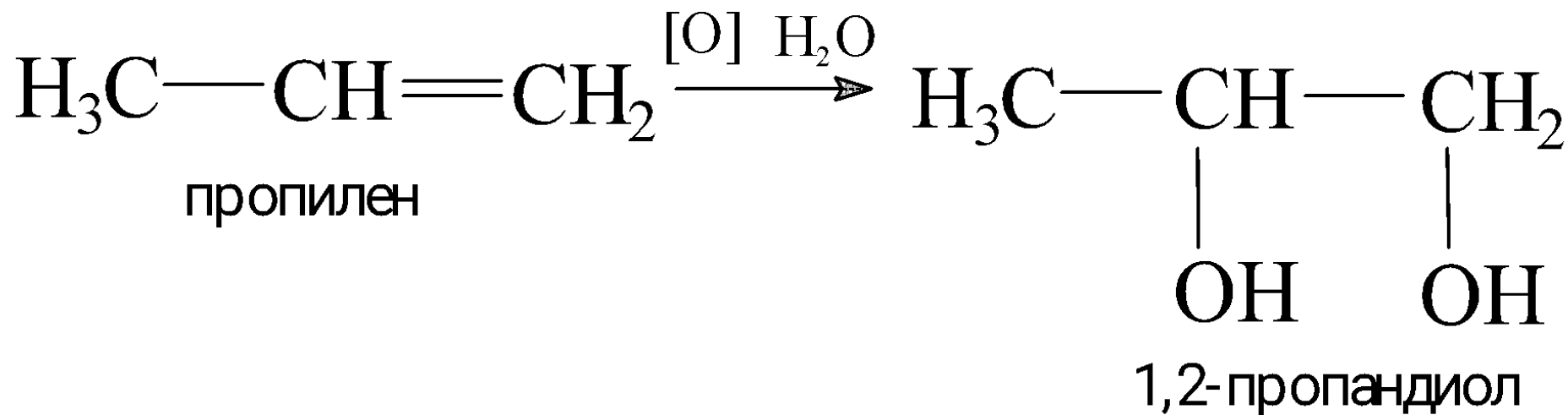
# Получение смеси спиртов - синтола

Условия: Нагревание, высокое давление,  
катализатор (Fe, Co)

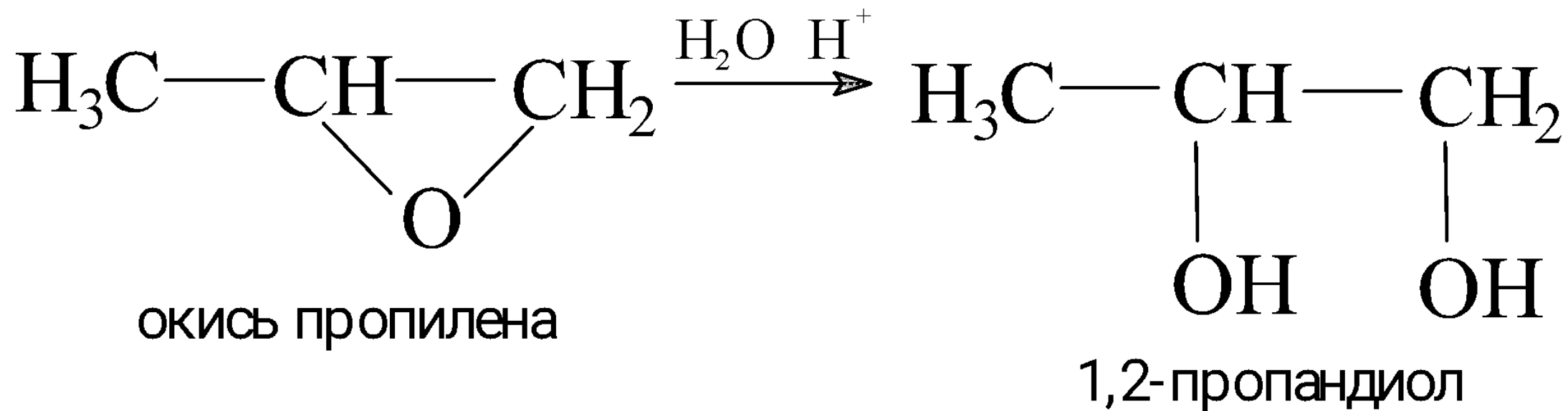


Кроме того **многоатомные спирты** получают по реакции Вагнера, гидроксилированием алкенов

В качестве окислителей применяют перекись водорода или щелочной раствор перманганата калия



А так же **многоатомные спирты** получают из  $\alpha$ -оксидов алкенов





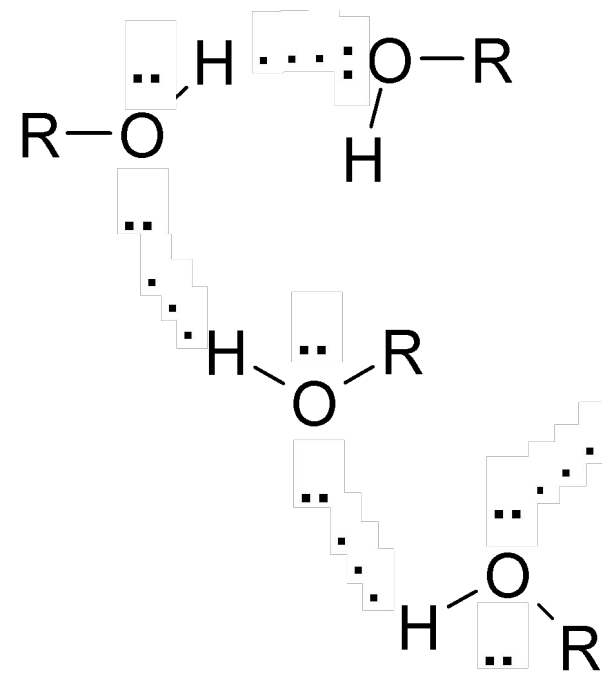
# Физические свойства спиртов

Молекулы спиртов ассоциированы за счет образования межмолекулярных водородных связей:

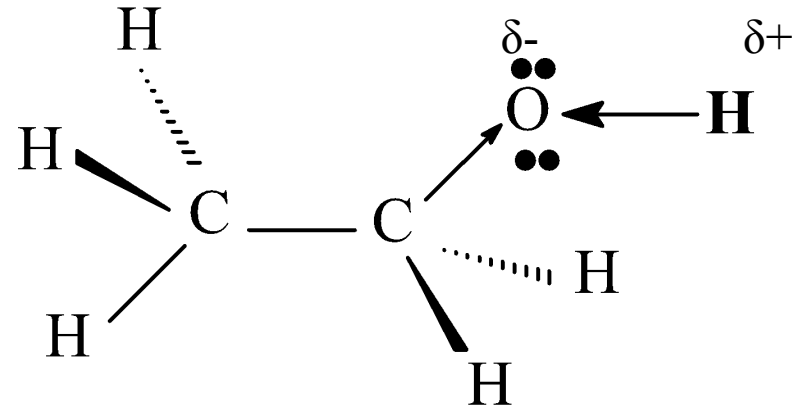
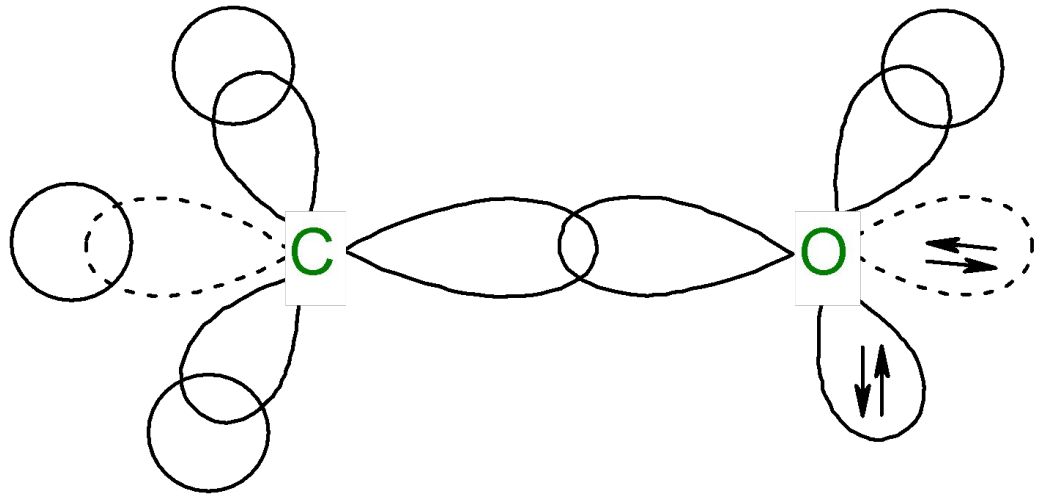
Низшие и средние предельные одноатомные спирты, содержащие от одного до одиннадцати атомов углерода - жидкости.

Высшие спирты (начиная с  $C_{12}H_{25}OH$ ) при комнатной температуре - твердые вещества.

Низшие спирты имеют характерный алкогольный запах и жгучий вкус. Они хорошо



# Электронное строение спиртов



# Химические свойства спиртов

Спирты очень слабые электролиты (слабее воды)

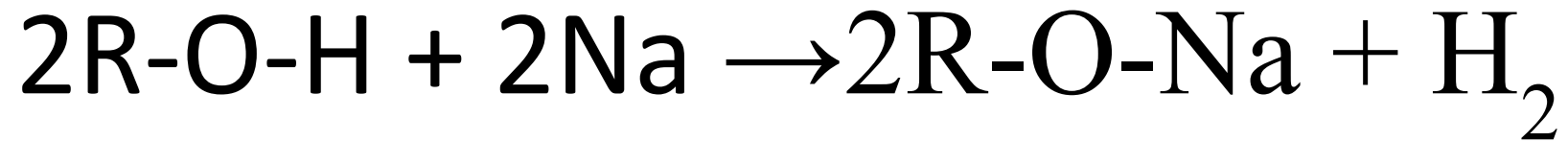


## Типы реакций

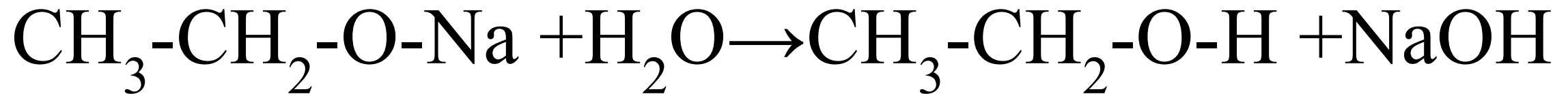
- I. Реакции с участием водорода гидроксильной группы.
- II. Реакции с отщеплением или замещением гидроксильной группы
- III. Реакции окисления

# I. Реакции с участием водорода гидроксильной группы.

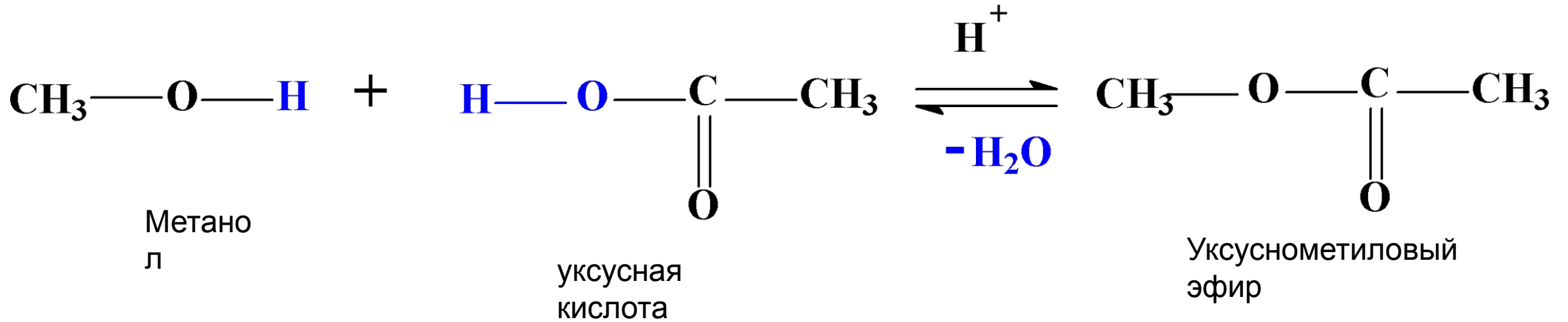
1. Замещение гидроксильного атома водорода на металл. (Na, Mg, Al)



Алкоголят натрия



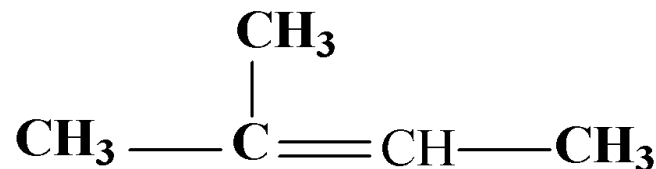
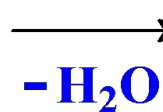
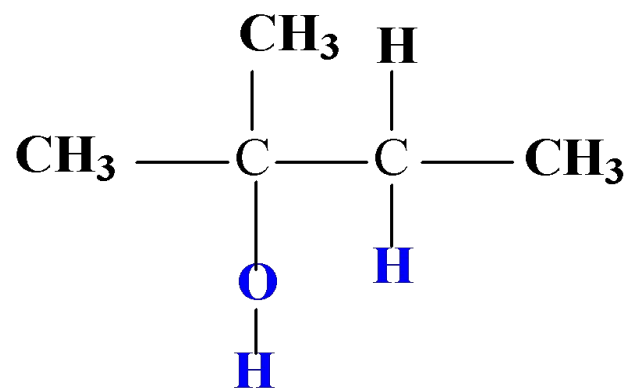
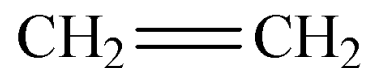
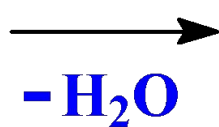
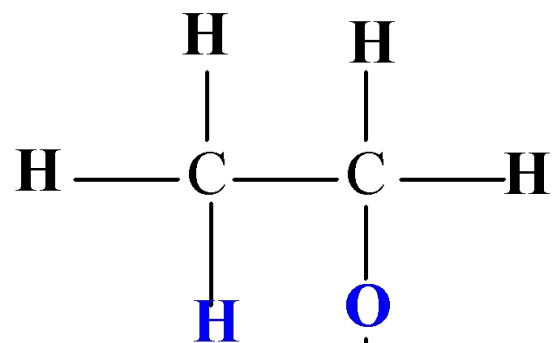
## 2. Реакция этерификации – образование сложных эфиров





## 2. Отщепление воды с образованием алкенов

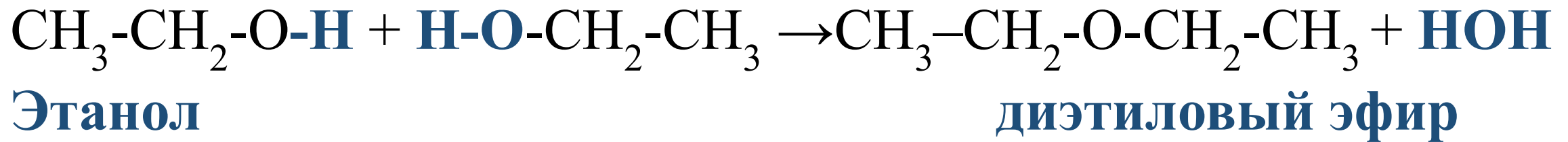
Условия: Нагревание с конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  или  $\text{ZnCl}_2$  ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )



Правило  
Зайцева  
Водород уходит  
от наименее  
гидрогенизирова  
нного атома

### 3. Межмолекулярная дегидратация

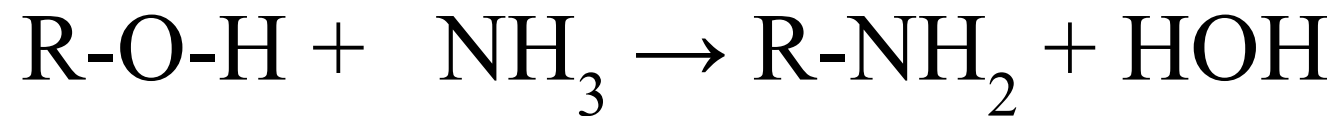
Условия: нагревание избытка спирта с серной кислотой или пары спирта при 200<sup>0</sup>С через порошок сульфата алюминия





## 4. Замена гидроксила на аминогруппу

Условия:  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$



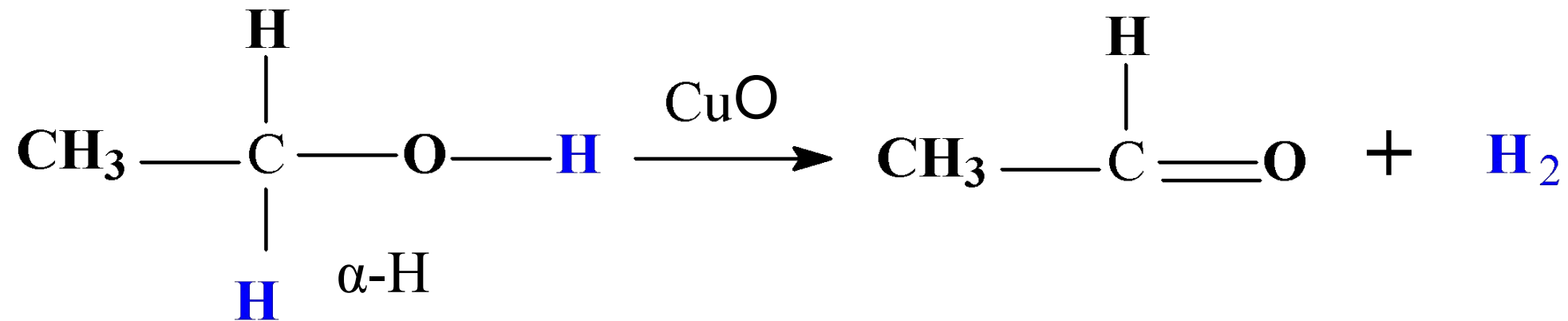
спирт

амин

III. Реакции окисления, в которых одновременно принимают участие гидроксильная группа,  $\alpha$ -водородные атомы или соседние связи С-С

# 1. Дегидрогенизация (отщепление водорода)

Условие: пропускание паров спирта при 200 -300<sup>0</sup>С над мелкоиздробленной медью или серебром



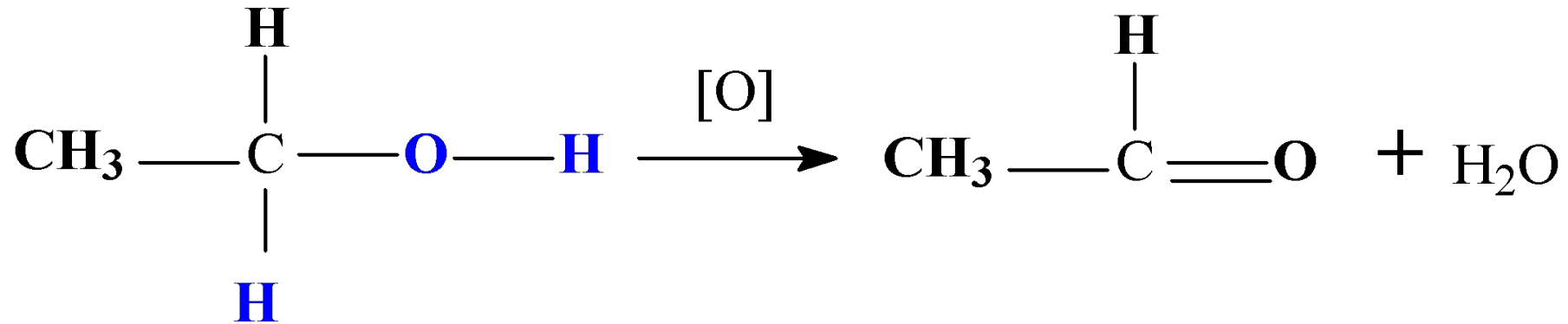
этиловый спирт

уксусный альдегид

## 2. Окисление

Условия : сильные окислители ( $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

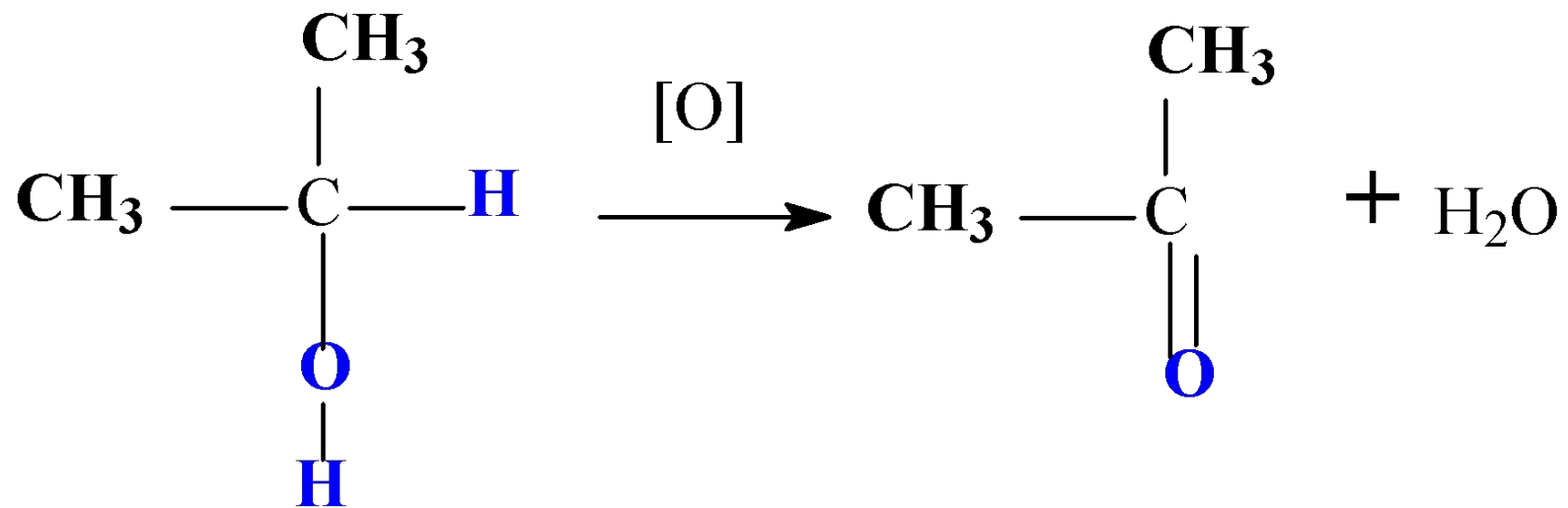
Первичные спирты:



Этанол

этаналь (альдегид)

# Вторичные спирты



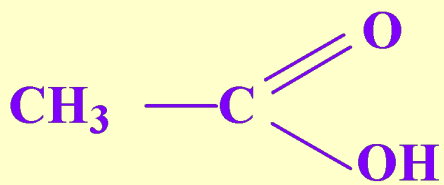
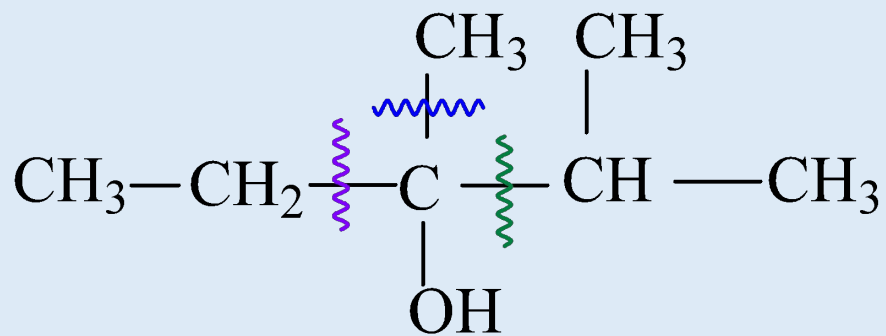
пропанол-2

Вторичный спирт

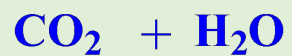
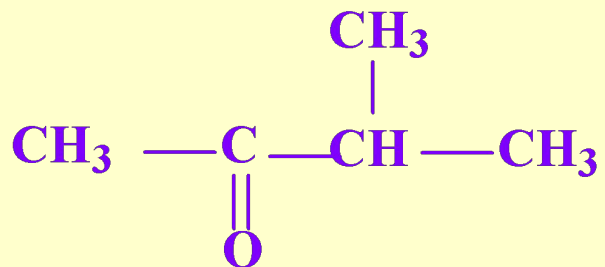
пропанон-2

кетон

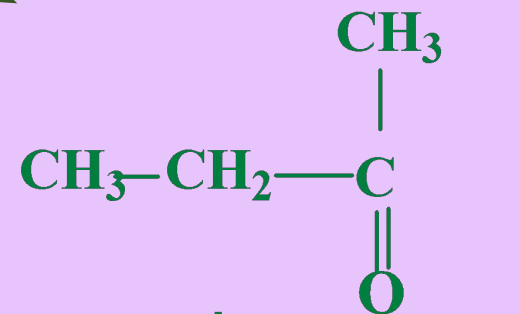
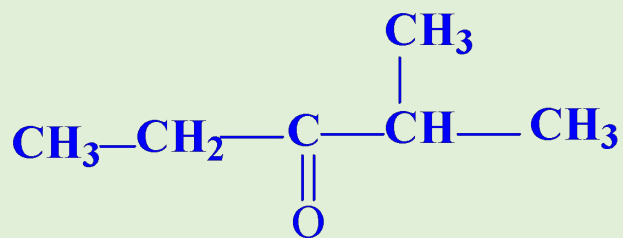
# Третичный спирт



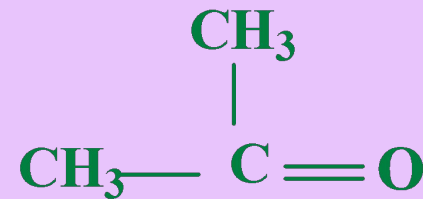
+



+

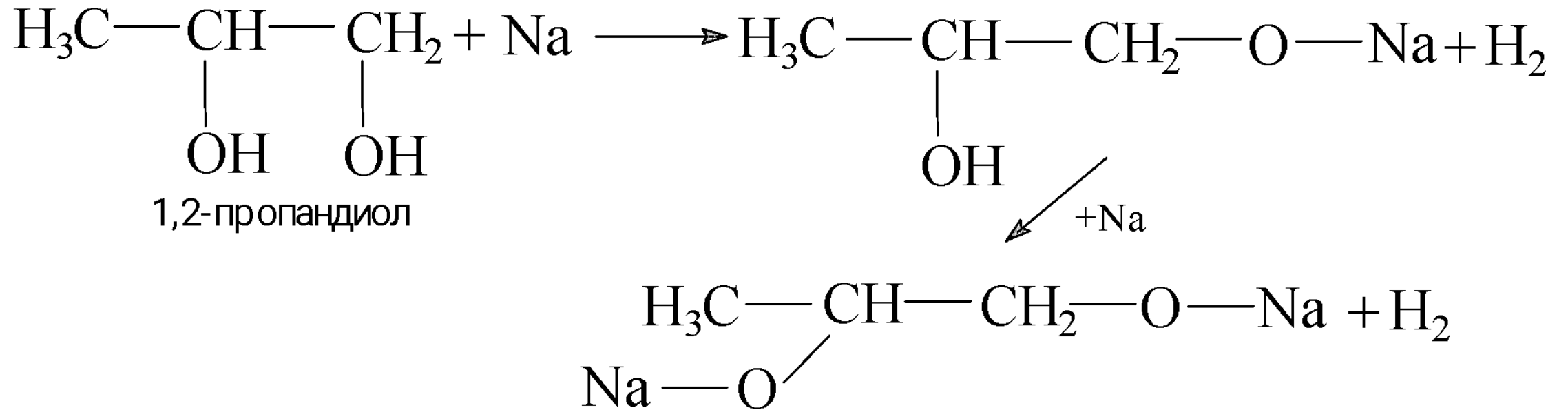


+

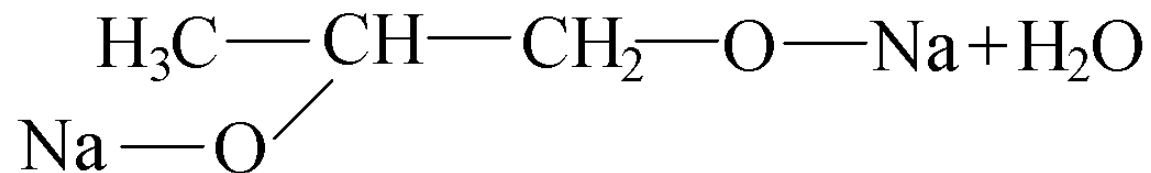
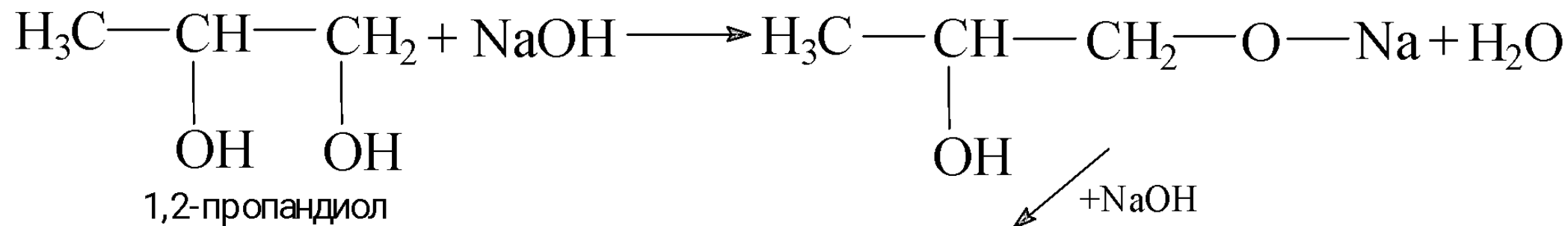


# Многоатомные спирты

- Взаимодействие с металлами (Na, K, Mg, Al)



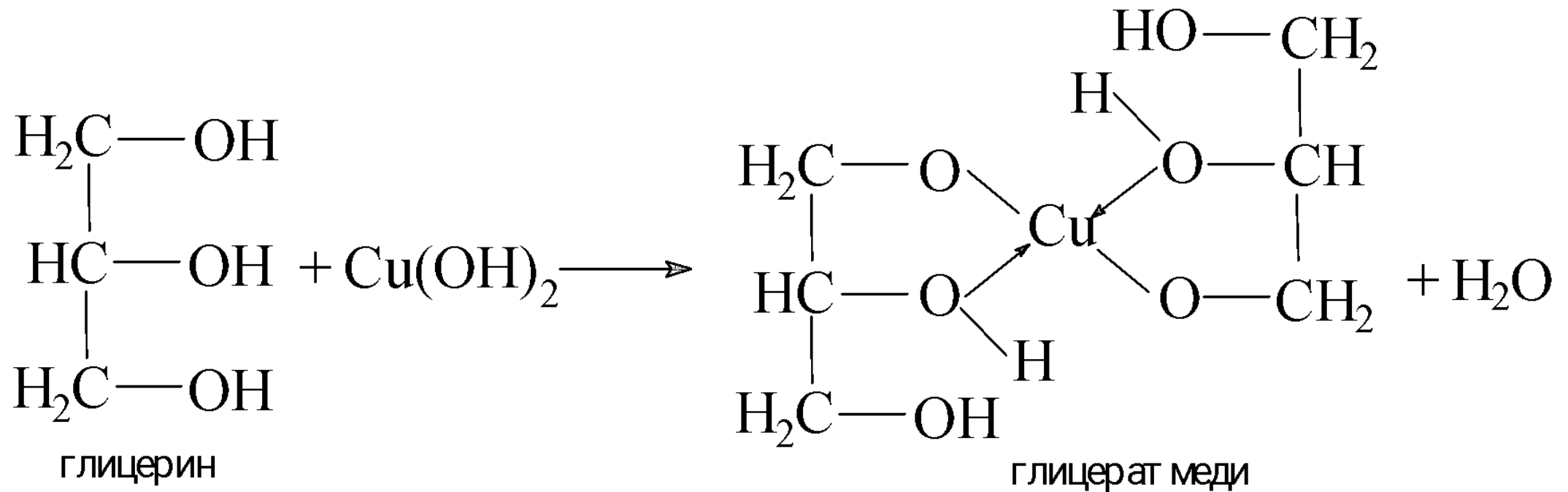
- Взаимодействие с гидроксидами металлов



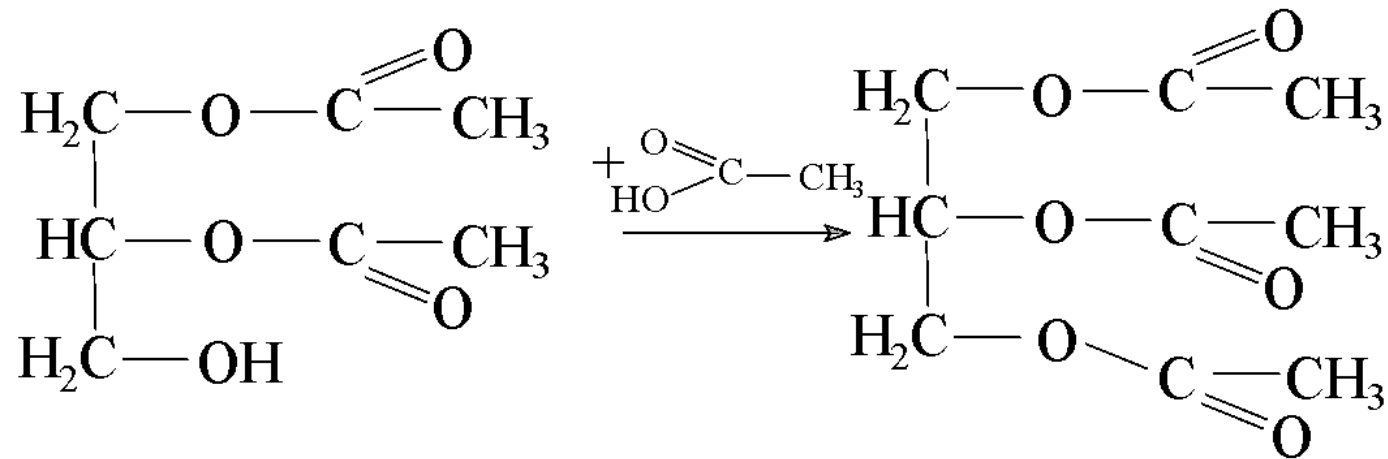
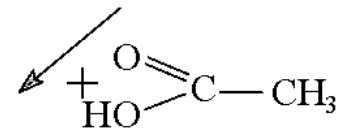
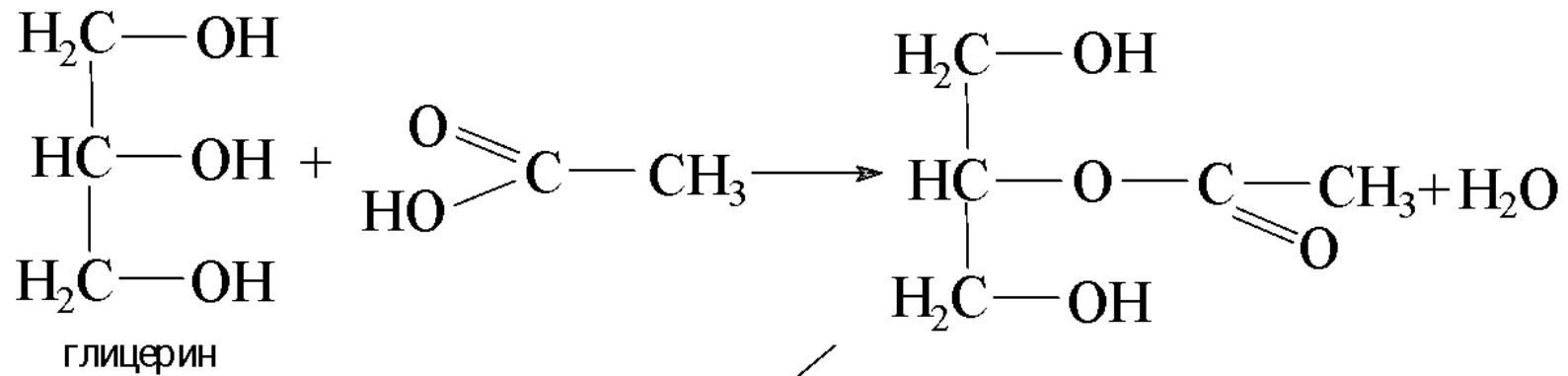


- Взаимодействие с гидроксидами металлов

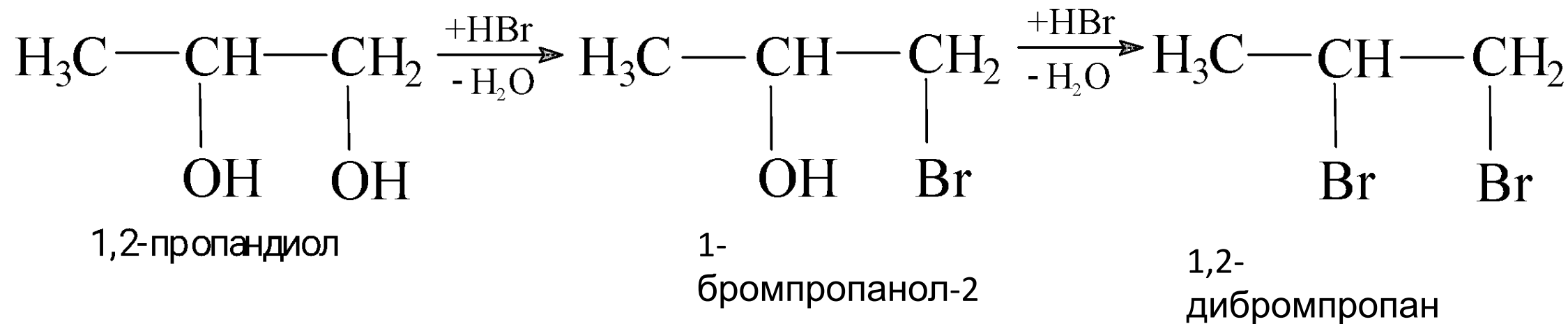
При взаимодействии с гидроксидами d-металлов образуются комплексные соединения



- Взаимодействие с кислотами (реакция этерификации) протекает ступенчато



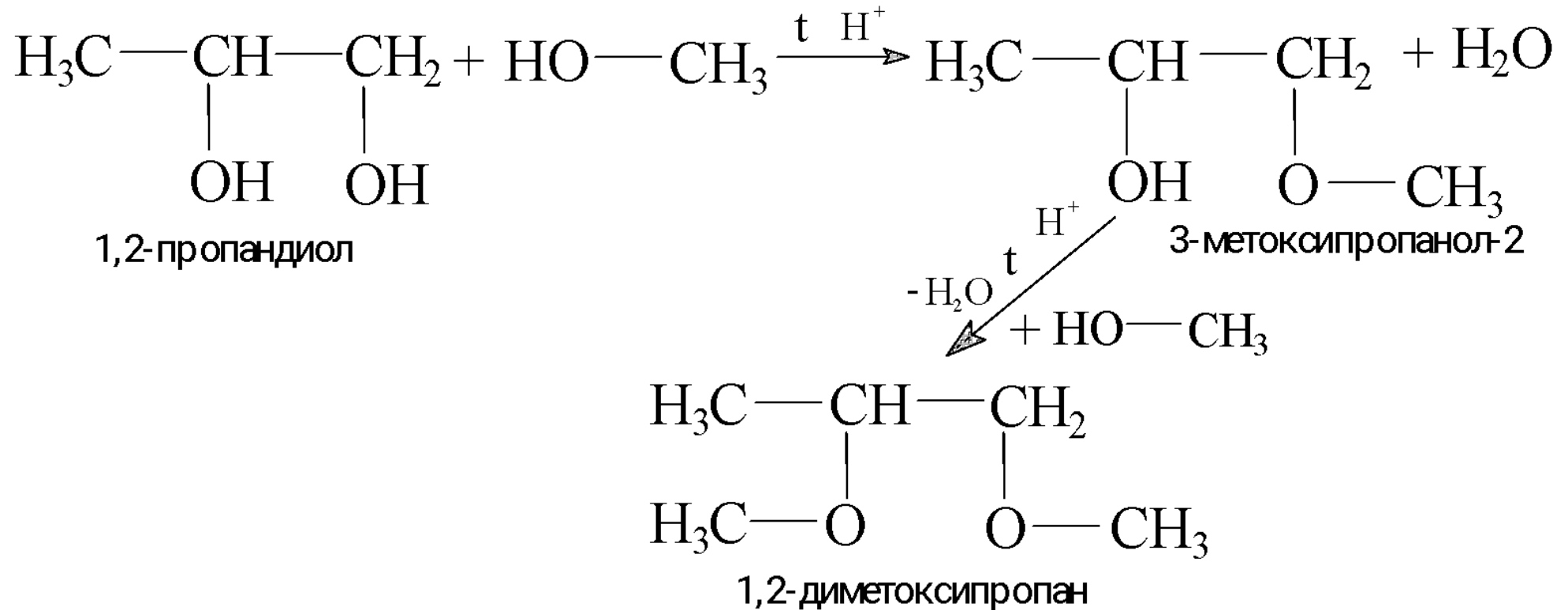
- Замещение гидроксила на галоген



Многоатомные спирты

- Дегидратация
- Межмолекулярная

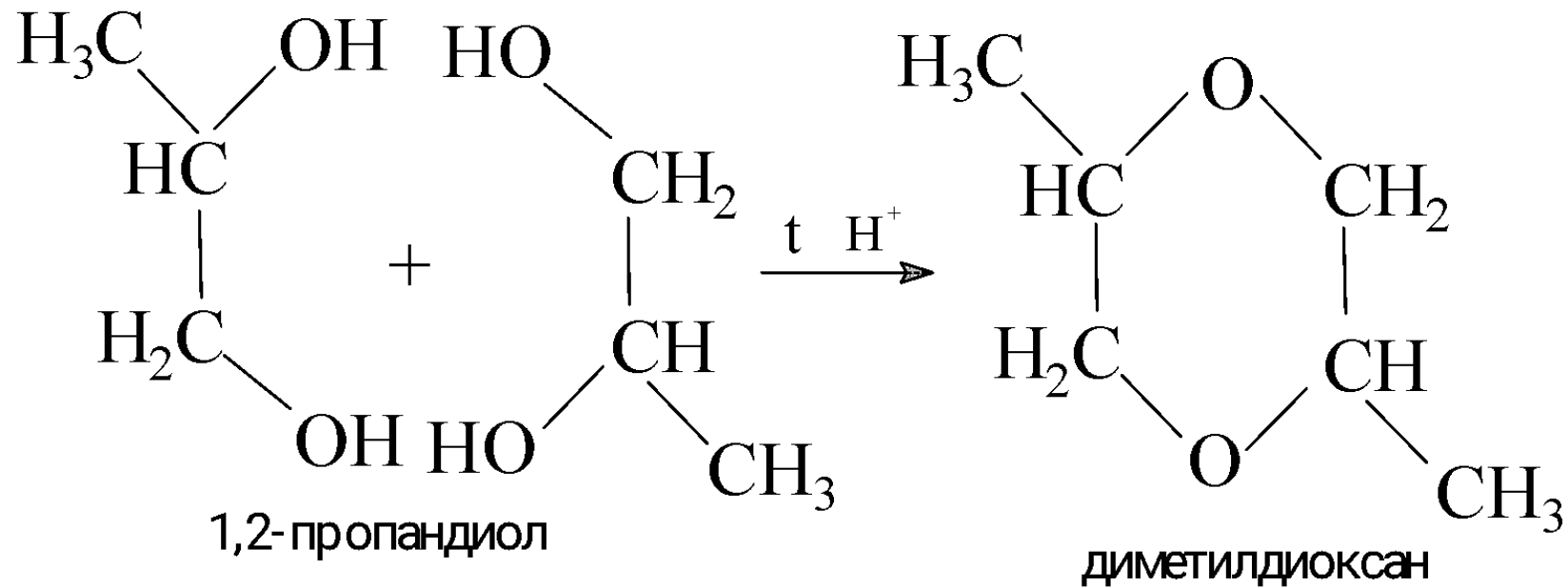
При нагревании со спиртами в присутствии сильных кислот (серной или ортофосфорной)



Многоатомные спирты

- Дегидратация
- Межмолекулярная

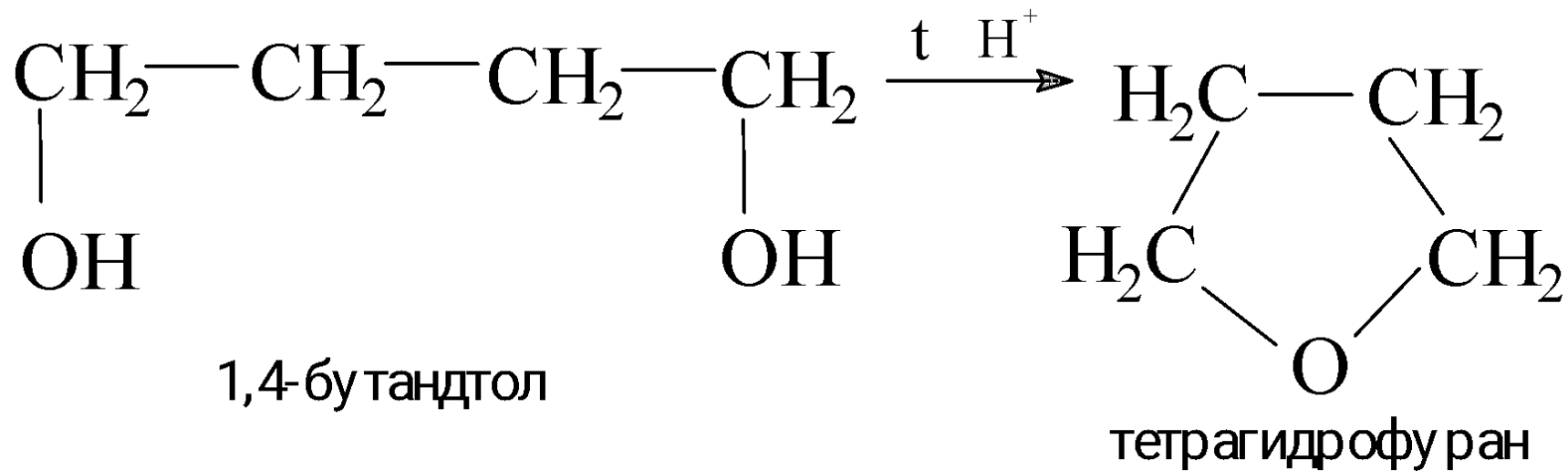
При нагревании с сильными кислотами (серной или ортофосфорной) образуют циклические эфиры



Многоатомные спирты

- Дегидратация
- Внутримолекулярная

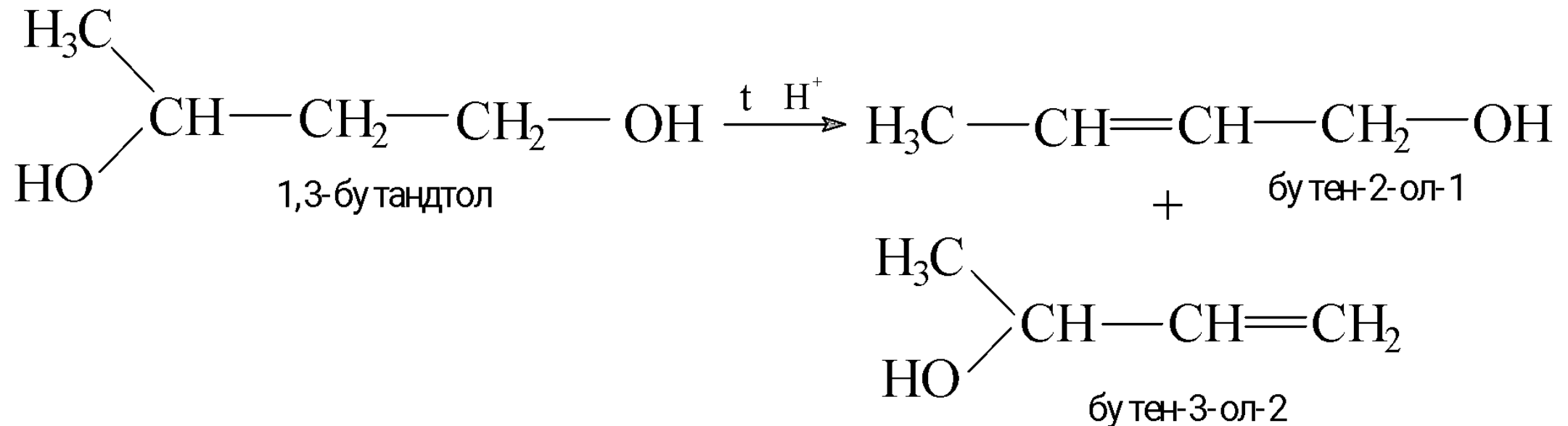
В случае гликолей с изолированными гидроксогруппами ( $\gamma$ -гликоли и т.д.) происходит образование внутренних циклических эфиров



Многоатомные спирты

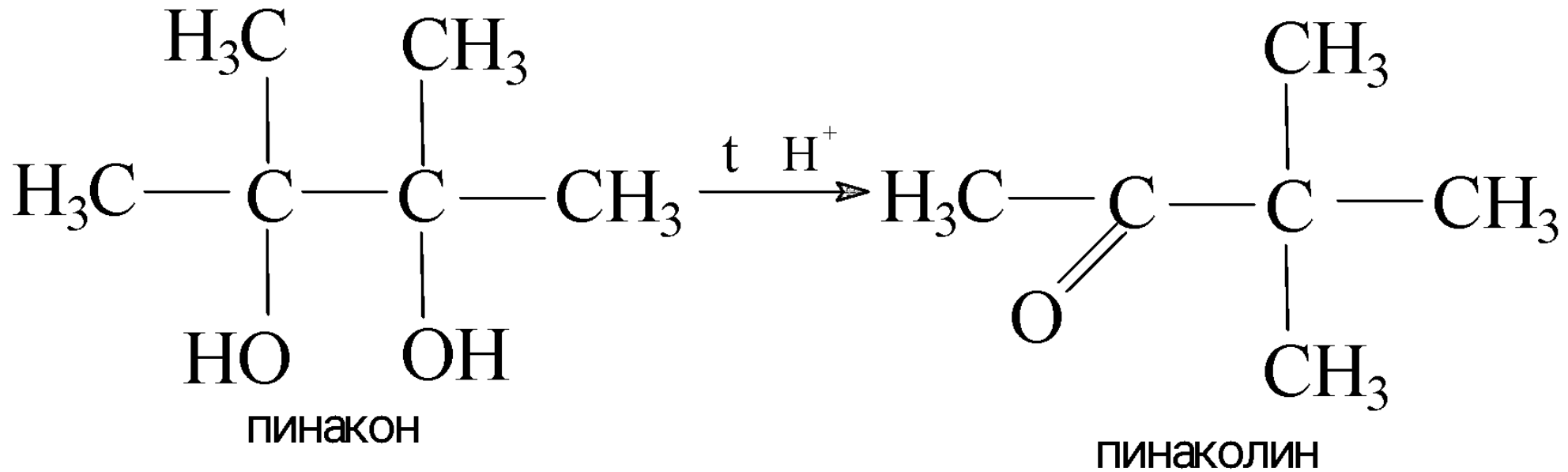
- Дегидратация
- Внутримолекулярная

В случае гликолей с изолированными гидроксогруппами ( $\beta$ -гликоли) происходит образование непредельных спиртов



- Дегидратация

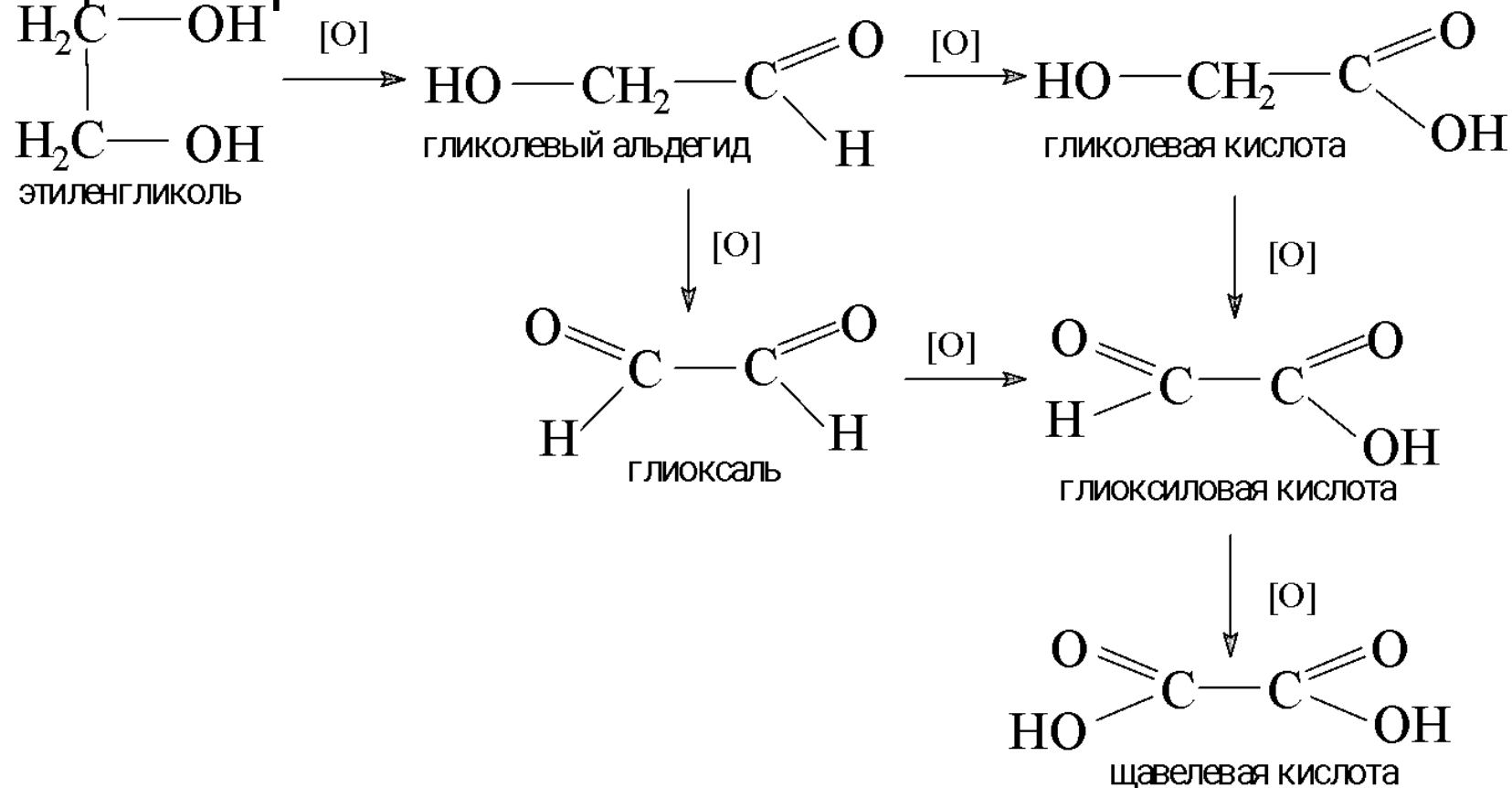
Особым образом происходит этот процесс в случае пинаконов (спиртов, в молекулах которых рядом находятся две гидроксогруппы у третичных атомов углерода).





- Окисление

В общем виде окисление многоатомных спиртов на примере этиленгликоля может быть представлено следующим образом



- Окисление

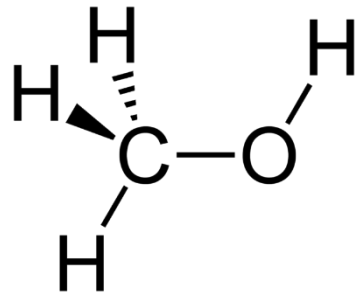
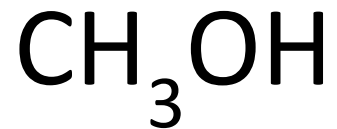
Особым образом протекает окисление пинаколинов тетраацетатом свинца и периодатами



# Отдельные представители спиртов

# Метанол

(метилловый спирт, древесный спирт,  
карбинол)



Метанол — это первый представитель  
гомологического ряда предельных  
одноатомных спиртов. Общая формула  
 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ .

# Метанол

-жидкость без цвета с температурой кипения  $64^{\circ}\text{C}$ , с характерным запахом, легче воды, горит бесцветным пламенем.

С воздухом в объёмных концентрациях  $6,72\text{—}36,5\%$  образует взрывоопасные смеси (температура вспышки  $15,6^{\circ}\text{C}$ ).

Метанол смешивается в любых соотношениях с водой и большинством органических растворителей.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТИЛОВОГО СПИРТА



Растворитель в  
лакокрасочной  
промышленности

метано  
л

Изопрен

Уксусна  
я  
кислота

Топливны  
е  
элементы

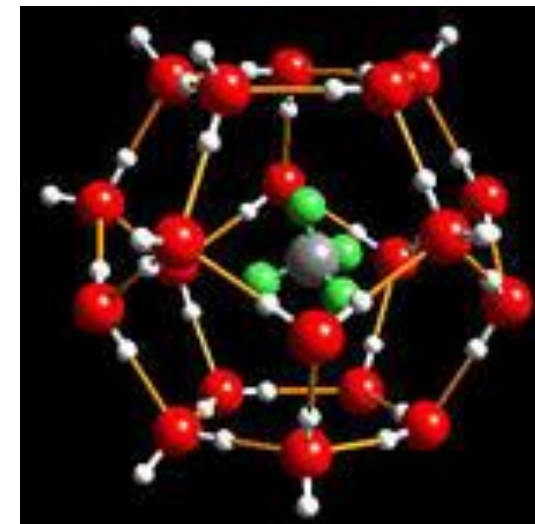
Эфиры

Добавка  
к  
моторно  
му

Формалин

Форм-  
альдегид  
(смолы)

В газовой промышленности используется для борьбы с образованием гидратов.



(При добыче газа гидраты могут образовываться в стволах скважин, промышленных коммуникациях и магистральных газопроводах. Отлагаясь на стенках труб, гидраты резко уменьшают их пропускную способность.)





Во многих странах метанол применяется в качестве добавки к этиловому спирту при производстве парфюмерии.

В России использование метанола в потребительских товарах запрещено.

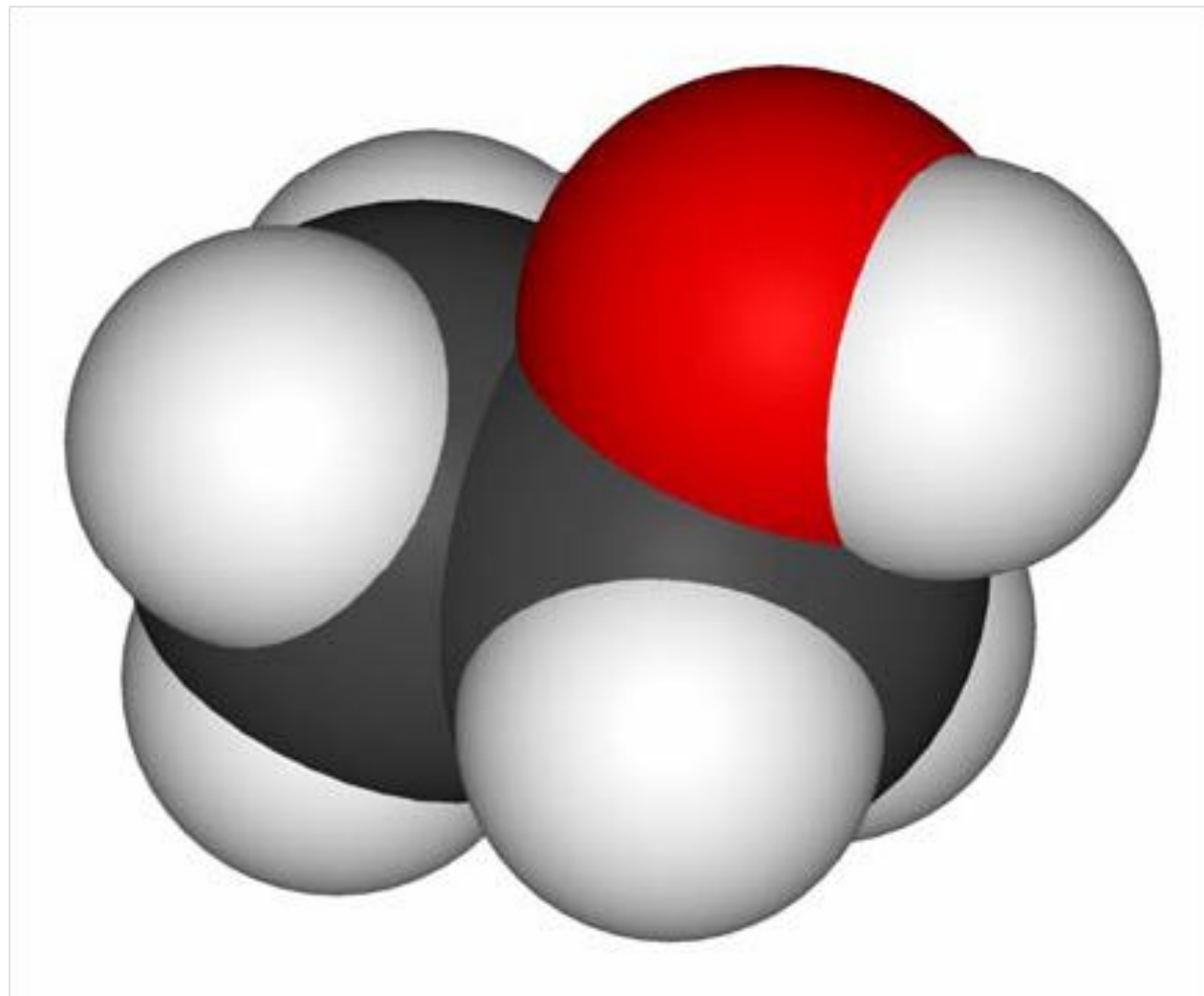


Метанол — опаснейший яд, приём  
внутри 5—10 мл метанола приводит к  
тяжёлому отравлению и слепоте, а 30  
граммов и более — к смерти.

ПДК метанола в воздухе рабочей зоны  
равна 5 мг/м<sup>3</sup>  
(у этанола — 1000 мг/м<sup>3</sup>).



# Этиловый спирт (Этанол)



**Этанол**-бесцветная жидкость с характерным запахом и жгучим вкусом, температурой кипения 78 °С.

Легче воды. Смешивается с ней в любых отношениях. Легко воспламеняется, горит слабо светящимся голубоватым пламенем.

# Применение этанола



# Химическая промышленность

этилен

Ацет-  
альдегид

диэтилов  
ый эфир

Тетраэти  
л-свинец

уксусная  
кислота

хлорофор  
м

этилацет  
ат

# Растворитель

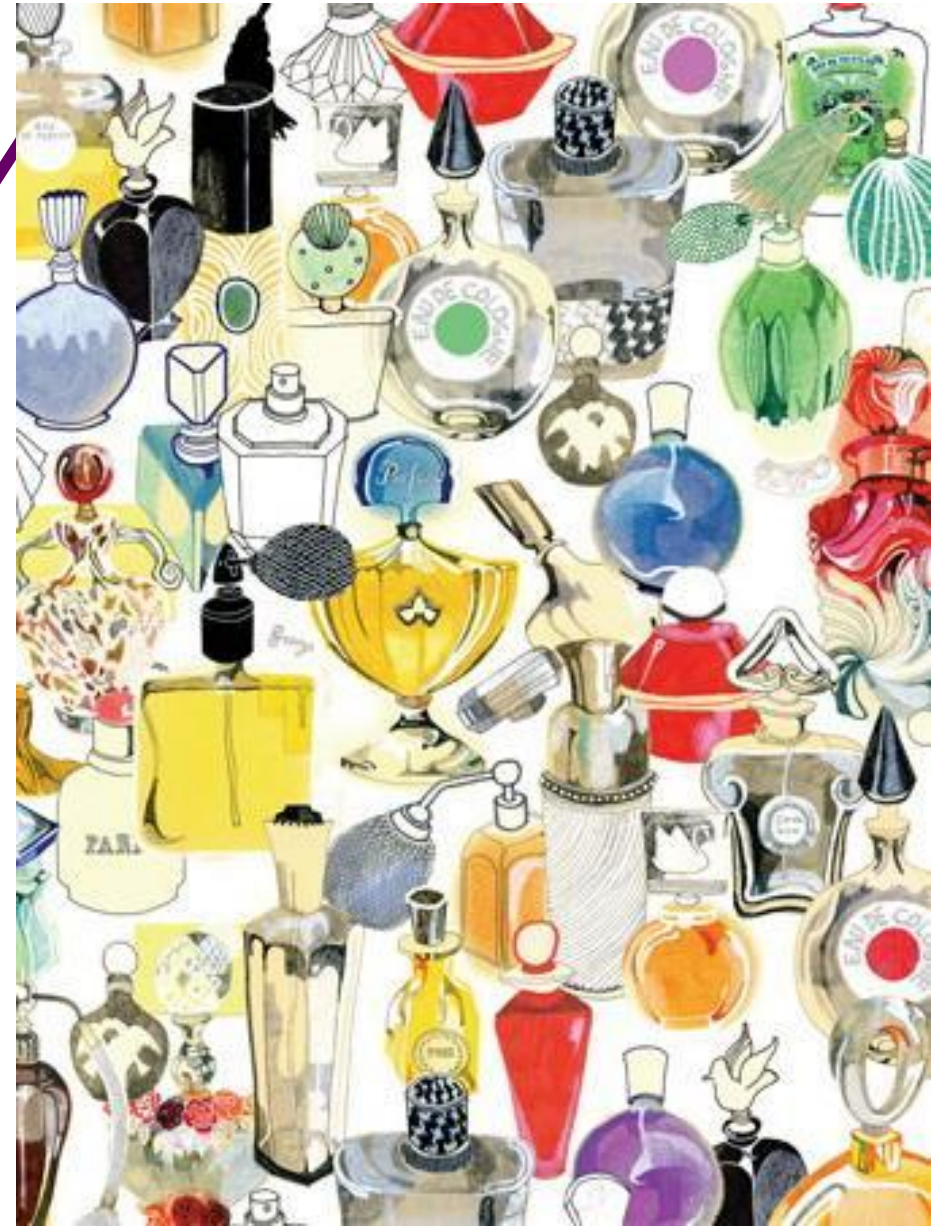
- В лакокрасочной промышленности,
- в производстве товаров бытовой химии (в чистящих и моющих средствах, в особенности для ухода за стеклом и сантехникой) ;
- является компонентом антифризов и стеклоомывателей;
- получение репеллентов



# Парфюмерия и косметика

Является универсальным растворителем различных веществ и основным компонентом духов, аэрозолей.

Входит в состав зубных паст, шампуней, средств для душа.





- Этиловый спирт также используется как топливо.
- Применяется для консервирования биологических препаратов.
- Является наполнителем в спиртовых термометрах\*.

Этанол

$$T_{\text{пл}}^{\circ\text{C}} = -114,3$$
$$T_{\text{кип}} = 78,4^{\circ\text{C}}$$

Ртуть

$$T_{\text{пл}} = +2,295^{\circ\text{C}}$$
$$T_{\text{кип}} = 626^{\circ\text{C}}$$


# В медицине

- антисептик;
- подсушивающие и дубящие свойства 96%-го этилового спирта используются для обработки операционного поля или для обработки рук хирургов;
- растворитель для лекарственных средств, для приготовления настоек, экстрактов из растительного сырья и др.;
- пеногаситель при подаче кислорода, искусственной вентиляции легких;
- в согревающих компрессах;
- компонент общей анестезии в ситуации дефицита медикаментозных средств;
- противоядие при отравлении некоторыми токсичными метанолом и этиленгликолем.



# Пищевая промышленность

- Является основным компонентом спиртных напитков.
- В небольших количествах содержится в ряде напитков, получаемых брожением, но не причисляемых к алкогольным.
- Растворитель для пищевых ароматизаторов.
- Может быть использован как консервант для хлебобулочных изделий, а также в кондитерской промышленности.

Этиловый спирт по своему действию на организм человека является:

- Депрессантом – психоактивным веществом, угнетающим центральную нервную систему.
- В зависимости от дозы, концентрации, пути попадания в организм и длительности воздействия этанол может обладать наркотическим и токсическим действием.
- смертельная разовая доза — 4—12 граммов этанола на килограмм массы тела (на 50 кг от 500 г водки)



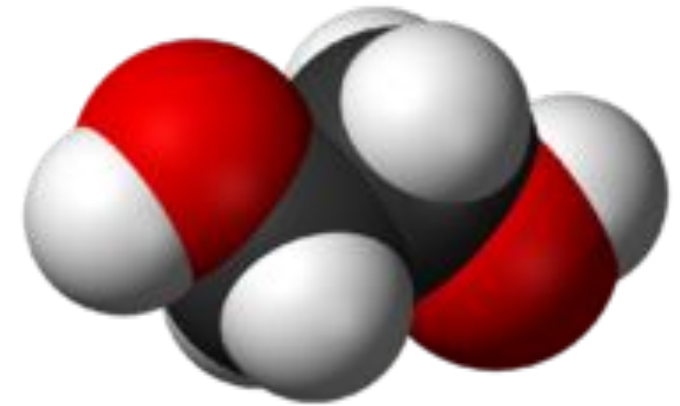
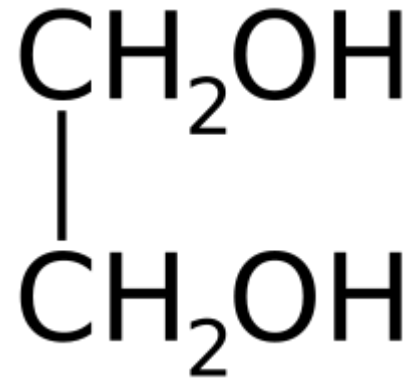
АЛКОГОЛЬ РАЗРУШАЕТ  
**МОЗГ!**



КАЖДАЯ ВЫПИВКА ОСТАВЛЯЕТ  
СВОЙ СЛЕД...



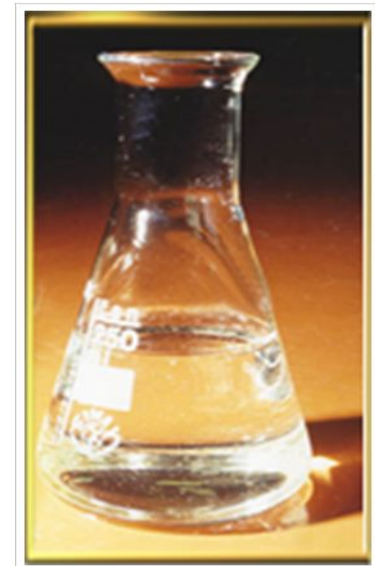
# Этиленгликоль



Прозрачная бесцветная жидкость  
слегка маслянистой консистенции.

Не имеет запаха и обладает  
сладковатым вкусом.

Токсичен.



# Применение

- Как компонент автомобильных антифризов и тормозных жидкостей. Смесь 60 % этиленгликоля и 40 % воды замерзает при  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Коррозионно активен, поэтому применяется с ингибиторами коррозии;
- В производстве целлофана, полиуританов, лавсана и других полимеров.
- В качестве теплоносителя в виде раствора в автомобилях, в системах жидкого охлаждения компьютеров;
- Как растворитель красящих веществ;

- В органическом синтезе для получения многих веществ и как высокотемпературный растворитель
- Как компонент жидкости «И», используемой для предотвращения обводнения авиационных топлив.
- Для поглощения воды, для предотвращения образования гидрата метана.
- Этиленгликоль является исходным сырьём для производства взрывчатого вещества нитрогликоля.
- Компонент крема для обуви (1—2 %)
- Входит в состав для мытья стёкол



- Этиленгликоль — горючее вещество. Температура вспышки паров 120 °С
- Этиленгликоль токсичен. По степени воздействия на организм относится к веществам 3-го класса опасности. Летальная доза при однократном употреблении составляет 100—300 мл.

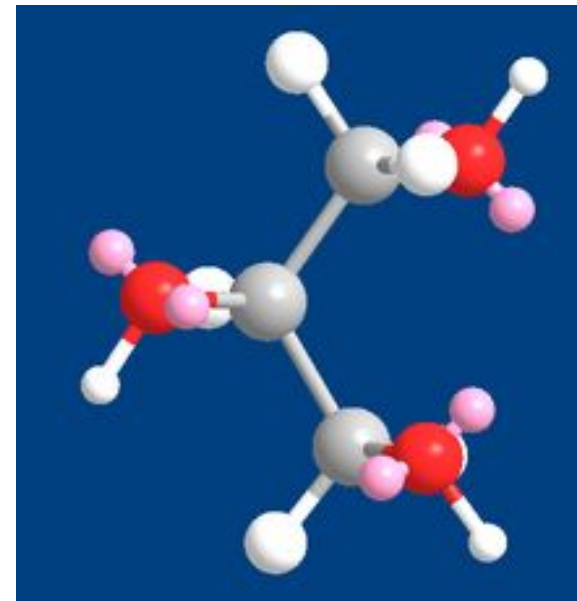


# Глицерин

- трехатомный предельный спирт.

Бесцветная, вязкая, гигроскопичная, сладкая (*гликос* — сладкий) на вкус жидкость.

Смешивается с водой в любых отношениях.



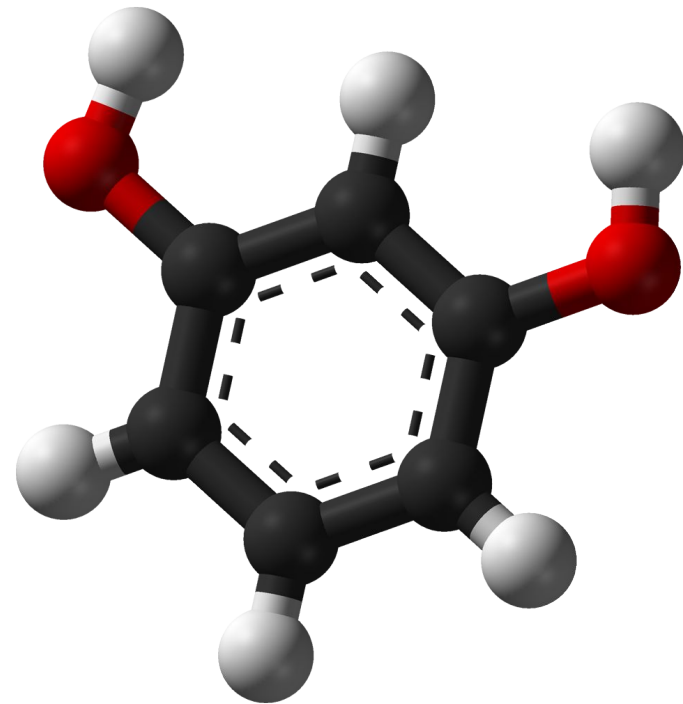
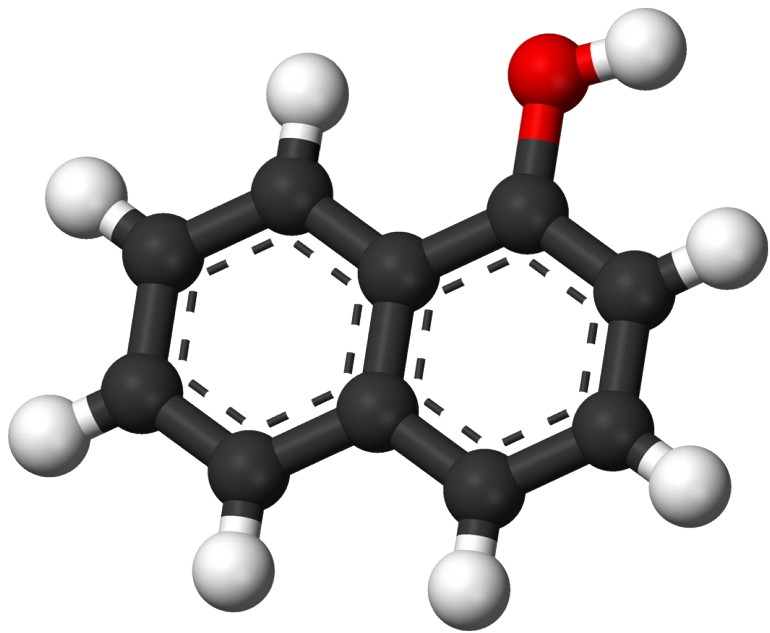
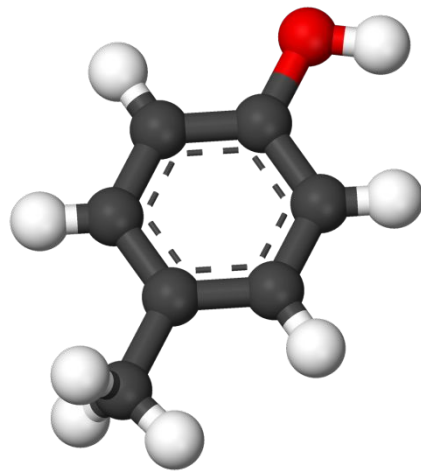
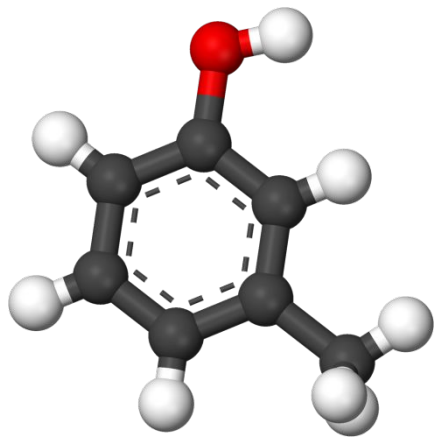
# Применяется

- в производстве взрывчатых веществ нитроглицерина.
- При обработке кожи.
- Как компонент некоторых клеев.
- При производстве пластмасс глицерин используют в качестве пластификатора.
- В производстве кондитерских изделий и напитков (как пищевая добавка E422).



Гидроксилпроизводные ароматических  
углеводородов

Фенолы

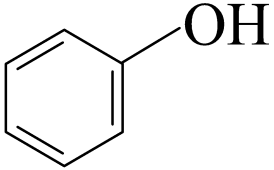
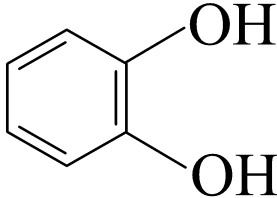
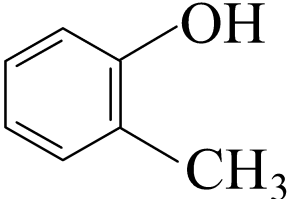
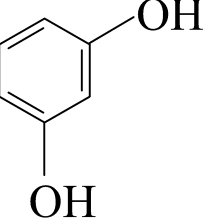
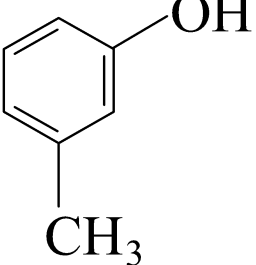
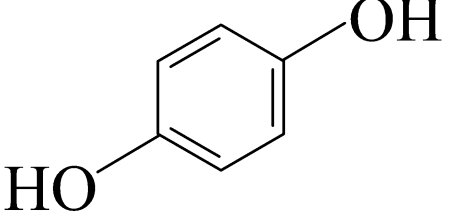
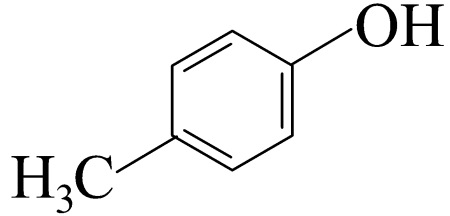
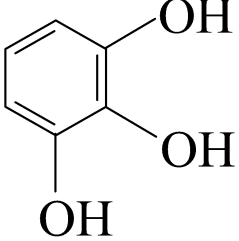


# Номенклатура

- Фенолы (аренолы) являются гидроксильными производными аренов, содержащих гидроксильную группу у углеродного атома цикла.

Названия фенолов образуют от названий соответствующих аренов, а наличие гидроксильной группы обозначают суффиксом -  $\widehat{ол}$ . Нумерацию начинают от углеродного атома при гидроксильной группе. Многие фенолы сохраняют тривиальные названия. Иногда в сложных соединениях наличие гидроксогруппы обозначают префиксом  $\overline{гидрокси}$  – или  $\overline{окси}$  –.

## Номенклатура

	<p style="text-align: center;">Оксибензол Фенол</p>		<p style="text-align: center;">Орто-диоксибензол Пирокатехин</p>
	<p style="text-align: center;">Окситолуол-2 Орто-крезол</p>		<p style="text-align: center;">Мета-диоксибензол Резорцин</p>
	<p style="text-align: center;">Окситолуол-3 Мета-крезол</p>		<p style="text-align: center;">Пара-диоксибензол Гидрохинон</p>
	<p style="text-align: center;">Окситолуол-4 Пара-крезол</p>		<p style="text-align: center;">1,2,3-триоксибензол Пирогаллол</p>

## Номенклатура

<p>Chemical structure of 1,2,4-trihydroxybenzene (resorcinol): A benzene ring with hydroxyl groups (-OH) at positions 1, 2, and 4.</p>	1,2,4-триоксибензол Оксигидрохинон		
<p>Chemical structure of 1,3,5-trihydroxybenzene (phloroglucinol): A benzene ring with hydroxyl groups (-OH) at positions 1, 3, and 5.</p>	1,3,5-триоксибензол Флороглюцин		
<p>Chemical structure of 2-naphthol (beta-naphthol): A naphthalene ring system with a hydroxyl group (-OH) at position 2.</p>	Нафтол-2 β-нафтол		

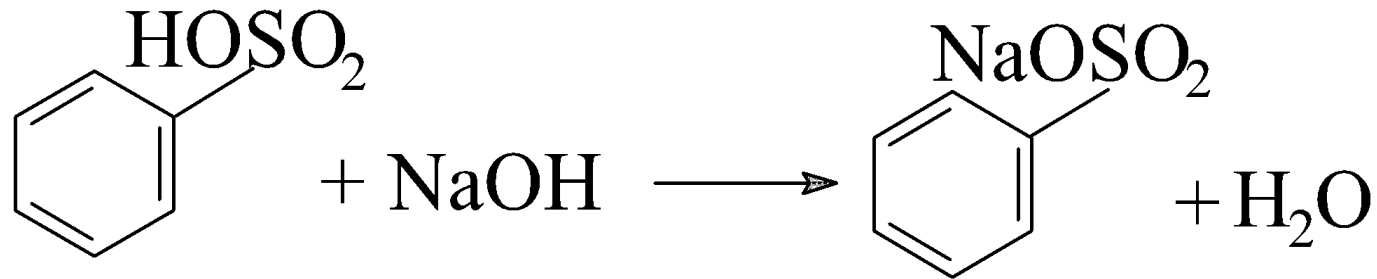
# Изомерия

- Положения гидроксильных групп
- Строения и положения заместителей
- Межклассовая изомерия



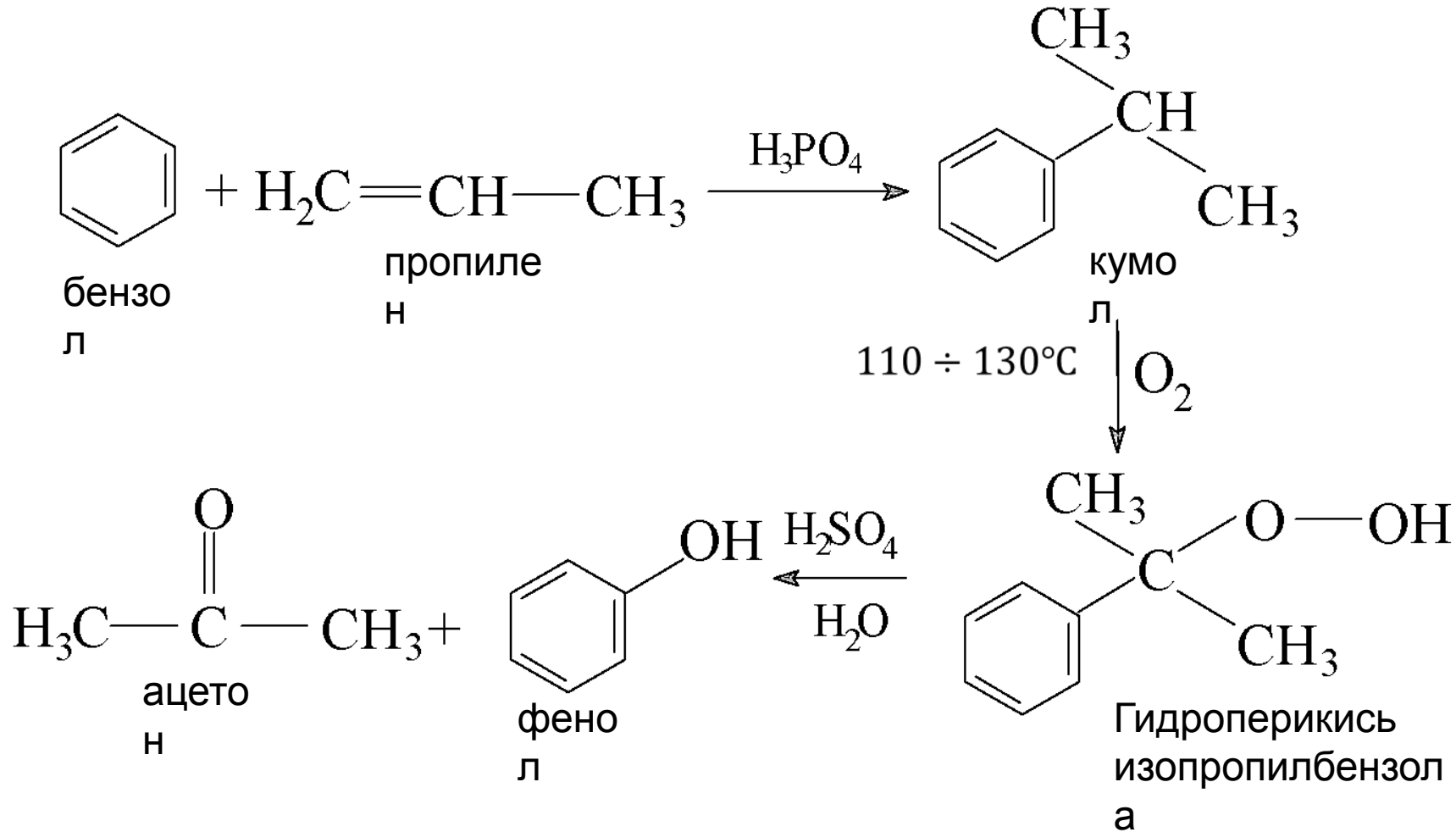
# Методы получения

- Из бензосульфокислот



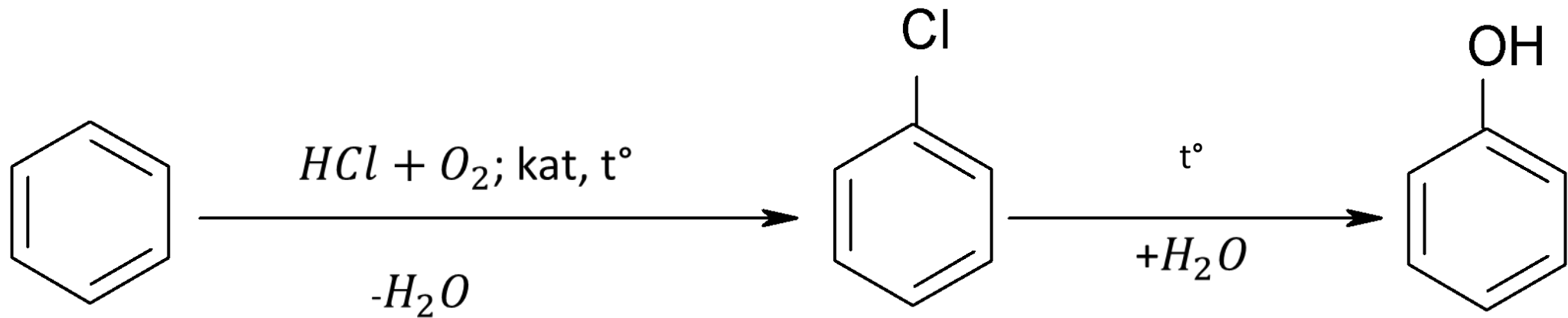
## Методы получения

### □ Кумольный способ



## Методы получения

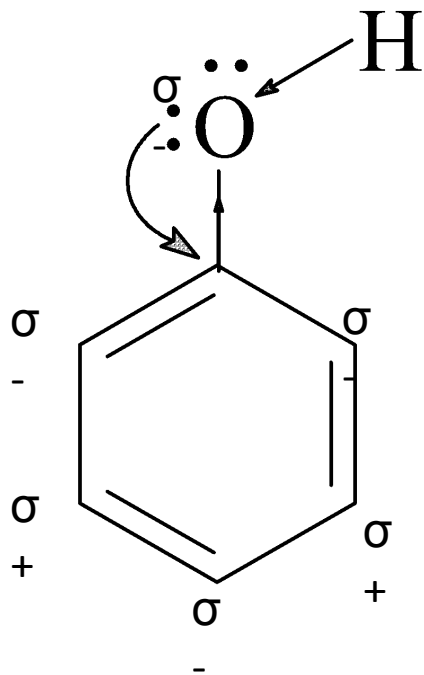
- Парофазный каталитический гидролиз бензохлорида



# Физические свойства и природа связей

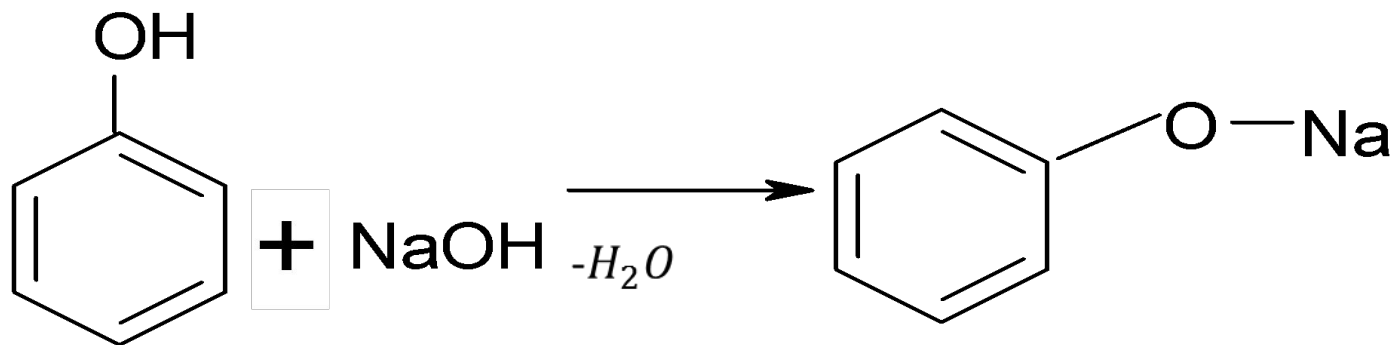
Фенолы при обычных условиях представляют собой жидкости или твёрдые вещества с очень своеобразным, сильным и устойчивым запахом («карбольный» запах). Плохо растворимы в воде. При хранении на воздухе постепенно, в следствии окисления, темнеют.

Фенол и его гомологи являются полярными соединениями.



# Химические свойства

- Кислотность и реакции с участием атома кислорода.
- Фенолы являются слабыми кислотами, но значительно более сильными по сравнению с алканами. В водных растворах щелочей фенолы образуют соли (феноляты).



Химические свойства. Кислотность и реакции с участием атома кислорода.

- Фенолы имеют очень характерную цветную реакцию: в водных растворах с  $\text{FeCl}_3$  они дают красно-фиолетовое окрашивание, которое исчезает после прибавления сильной кислоты или этанола.

Химические свойства. Кислотность и реакции с участием атома кислорода.

- Алкилирование

Химические свойства. Кислотность и реакции с участием атома кислорода.

- Ацилирование



Химические свойства.

□ Окисление.

Химические свойства.

□ Реакции с электрофильными реагентами.

- Галогенирование.

Химические свойства. Реакции с электрофильными реагентами.

- Нитрование.

Химические свойства. Реакции с электрофильными реагентами.

- Сульфирование.

Химические свойства. Реакции с электрофильными реагентами.

- Ацилирование.

Химические свойства. Реакции с электрофильными реагентами.

- Алкилирование.

Химические свойства.

□ Гидрирование.