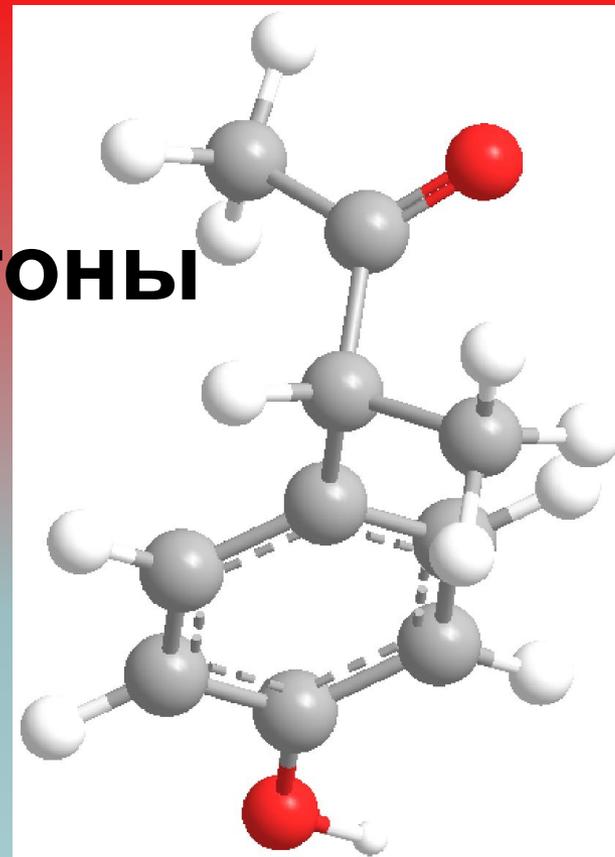
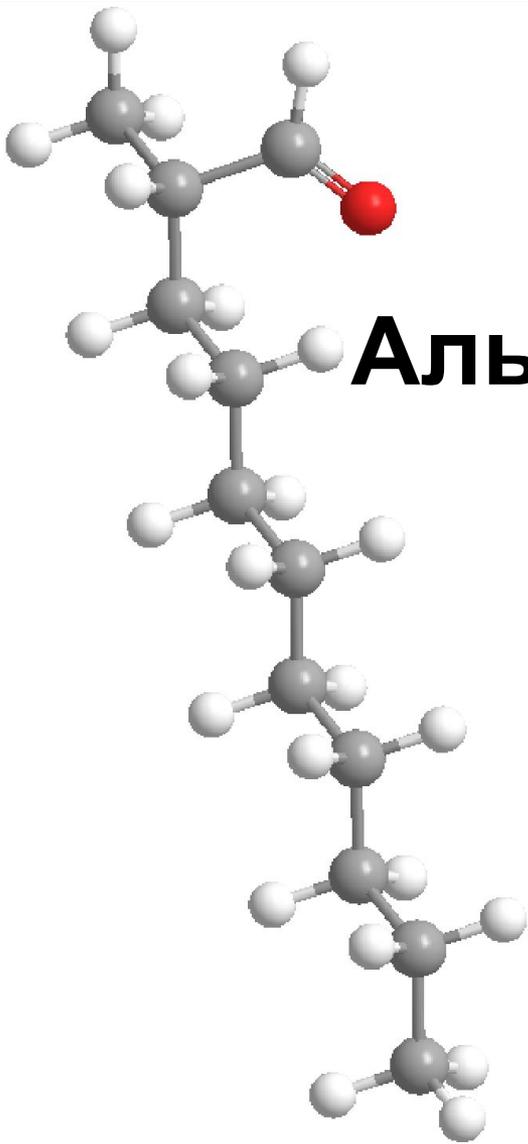
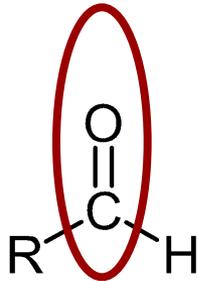


# Альдегиды и кетоны

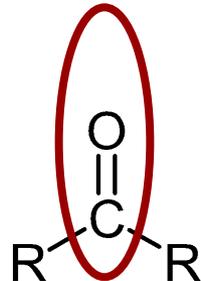


# Альдегиды и кетоны (карбонильные соединения)

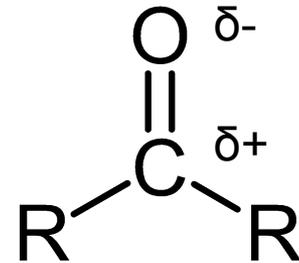
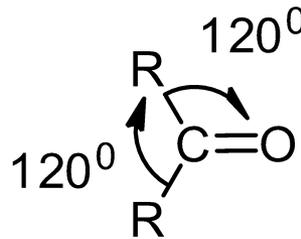
Карбонильная  
группа



альдегид



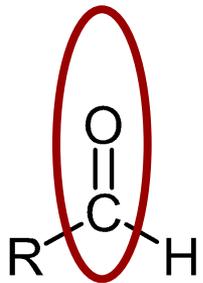
кетон



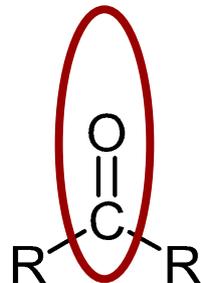
Альдегиды – это органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу, соединенную с органическим радикалом и водородом.

# Альдегиды и кетоны (карбонильные соединения)

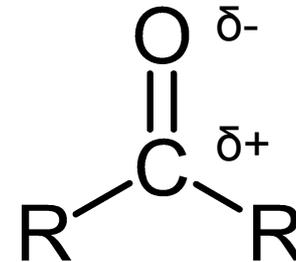
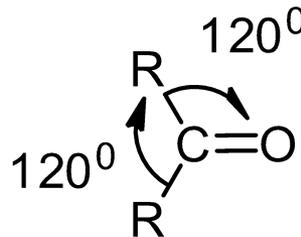
Карбонильная  
группа



альдегид



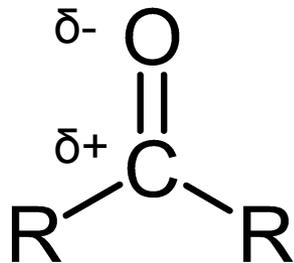
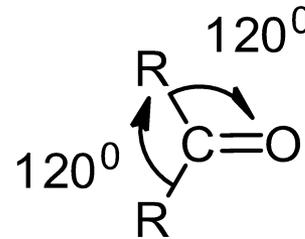
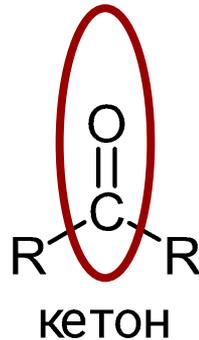
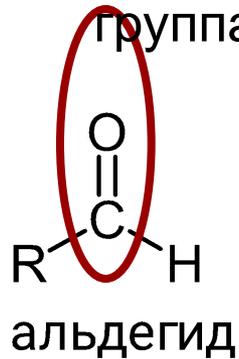
кетон



Кетоны – это органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу, соединенную с двумя органическими радикалами.

# Альдегиды и кетоны (карбонильные соединения)

Карбонильная  
группа



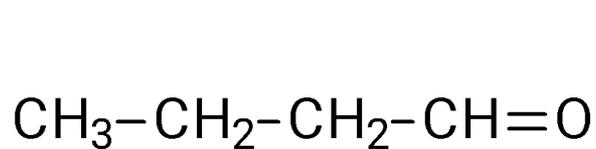
Карбонильный углерод находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации  
Связь C-O полярная  $D = 2.3-2.8$  Д

Алифатические карбонильные соединения

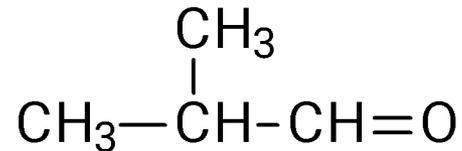


## Виды изомерии.

- Изомерия альдегидов связана только со строением углеродного скелета.



Альдегид пропиловый



2-метилальдегид пропиловый  
(Изомер альдегид пропиловый)

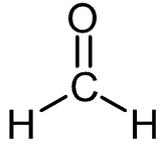
- Изомерия кетонов связана со строением углеродного скелета и с положением



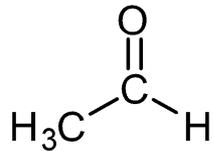
Кетон пентановый - 2-ый

Кетон пентановый - 3-ый

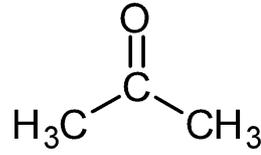
# Номенклатура



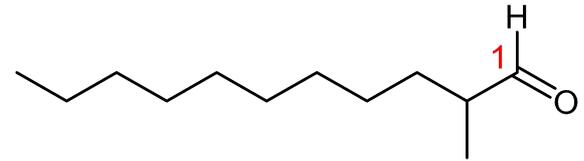
метаналь  
(формальдегид)



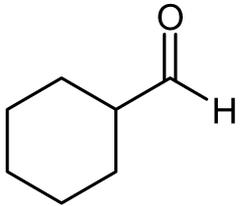
этаналь  
(ацетальдегид)



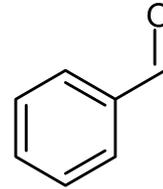
пропанон  
(ацетон)



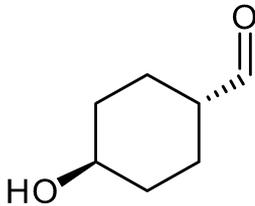
2-метилундеканаль



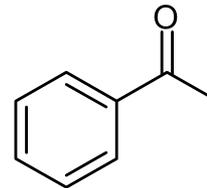
циклогексанкарбальдегид



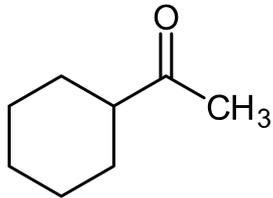
бензальдегид



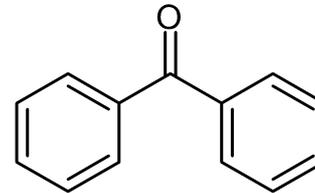
*транс*-4-гидроксицикло-  
гексанкарбальдегид



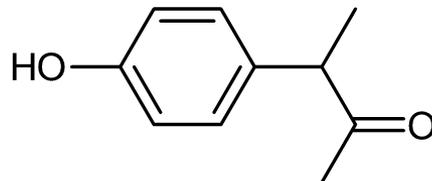
ацетофенон



1-циклогексилэтанон



бензофенон

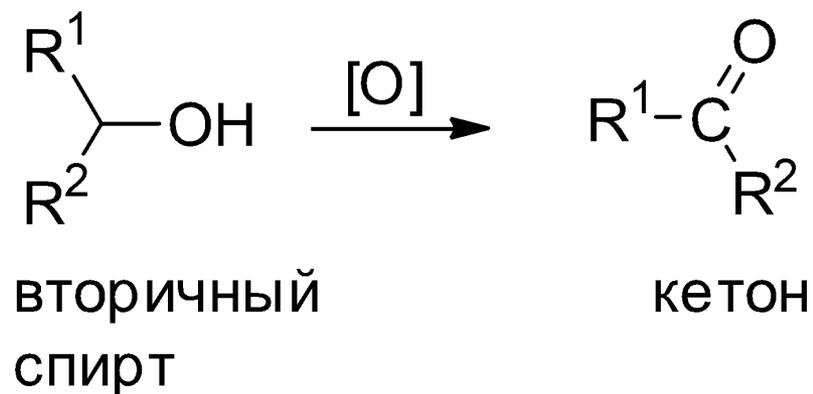
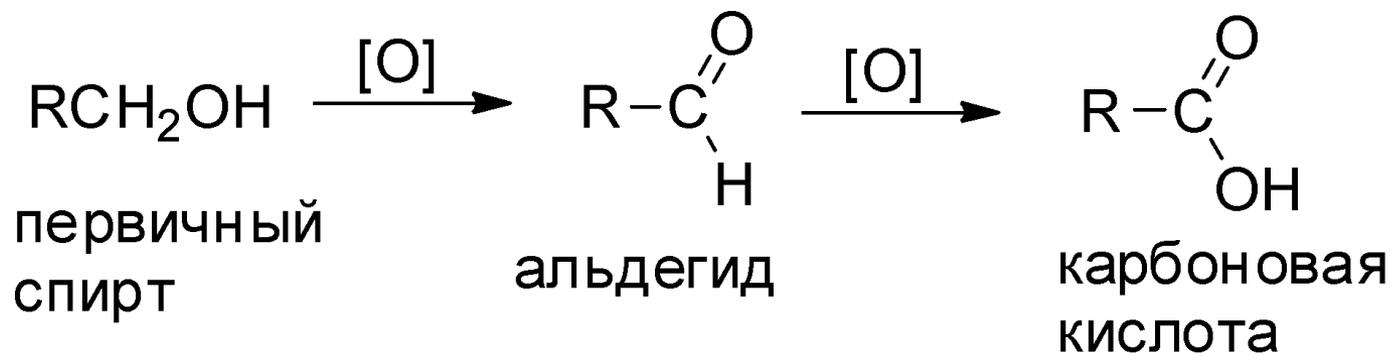


?

3-(4-гидроксифенил)бутан-2-он 6

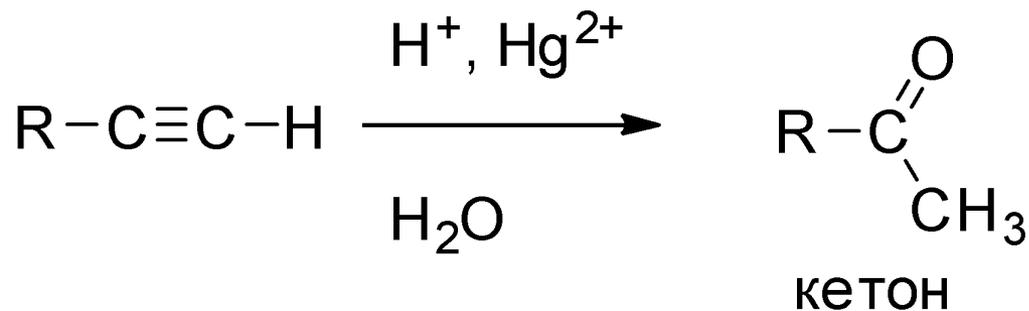
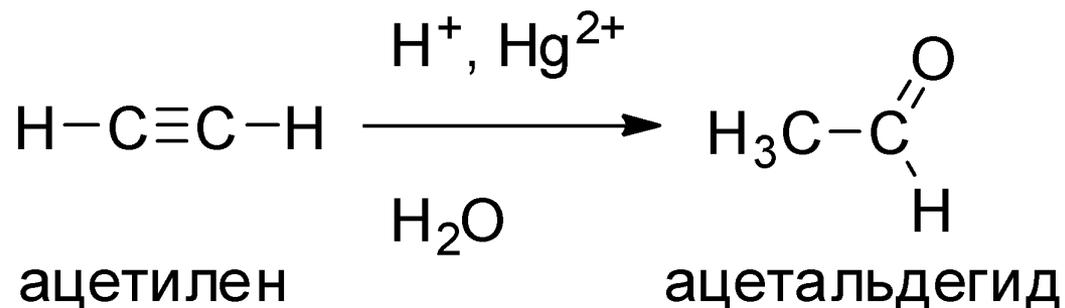
# Синтез альдегидов и кетонов.

## Окисление спиртов



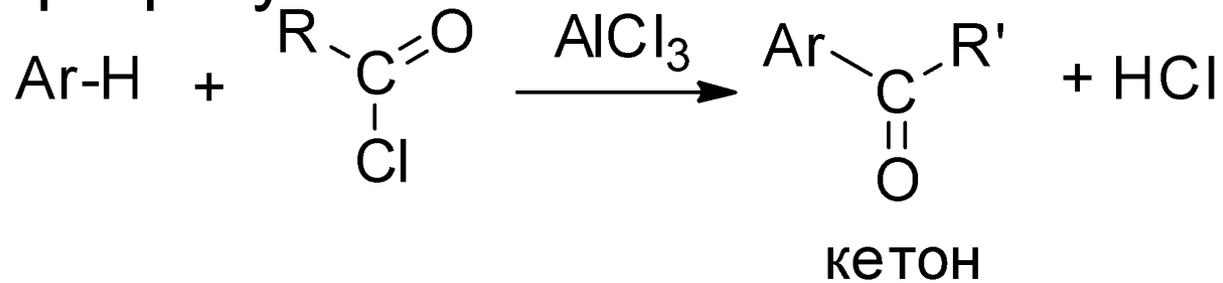
# Синтез альдегидов и кетонов.

Гидратация  
ацетиленов



# Синтез альдегидов и кетонов.

Ацилирование по Фриделю-Крафтсу

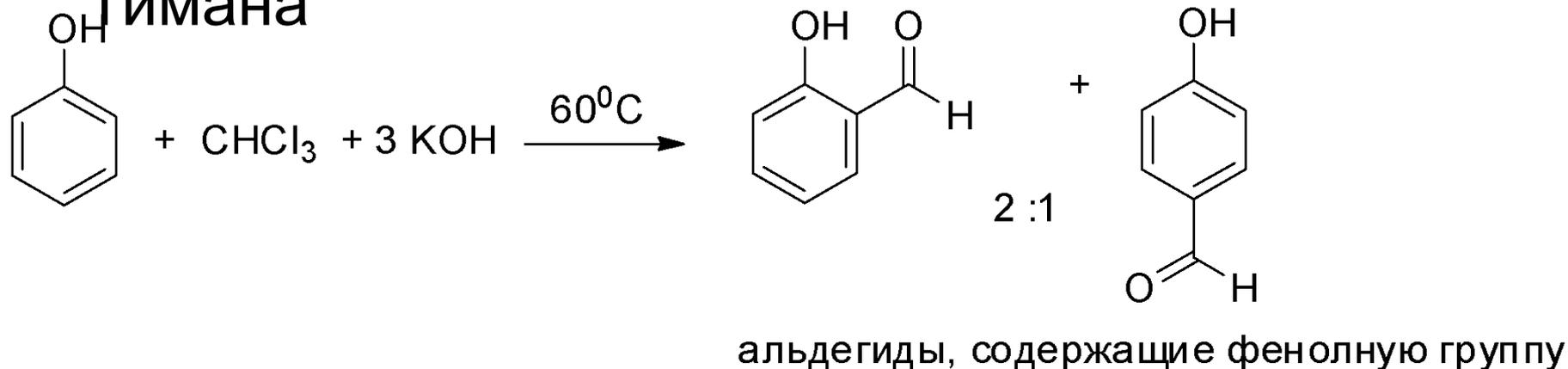


# Синтез альдегидов и

## кетонов.

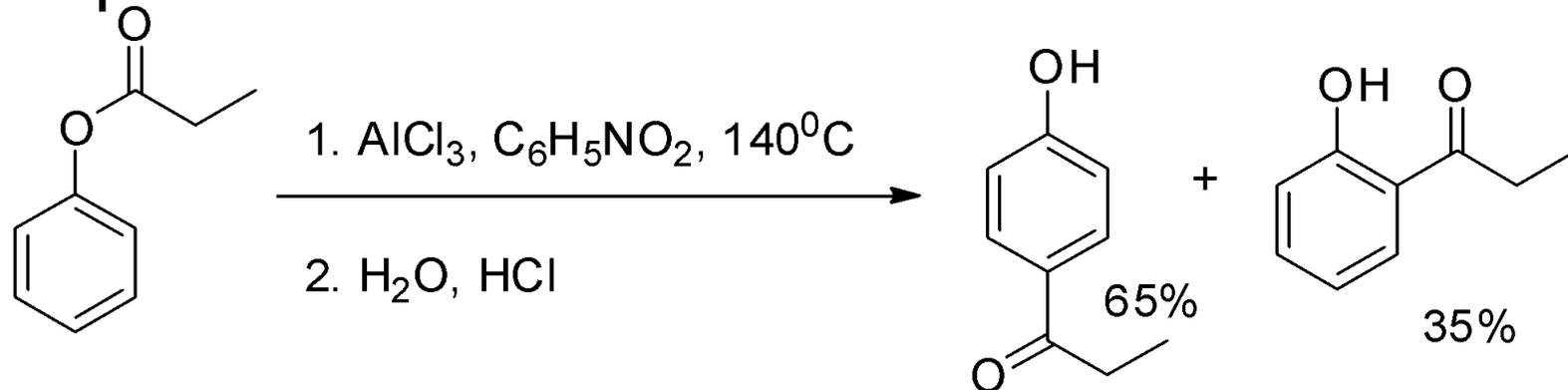
### Реакция Реймера-Тимана

#### Тимана

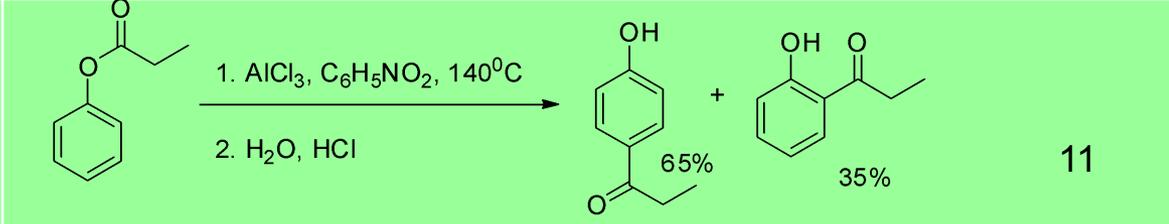


### Перегруппировка

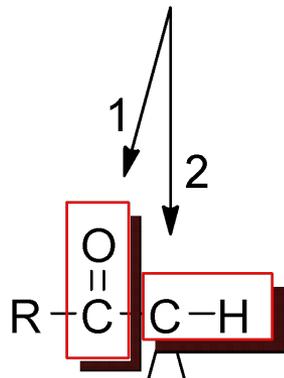
#### Фриса



# Синтез альдегидов и

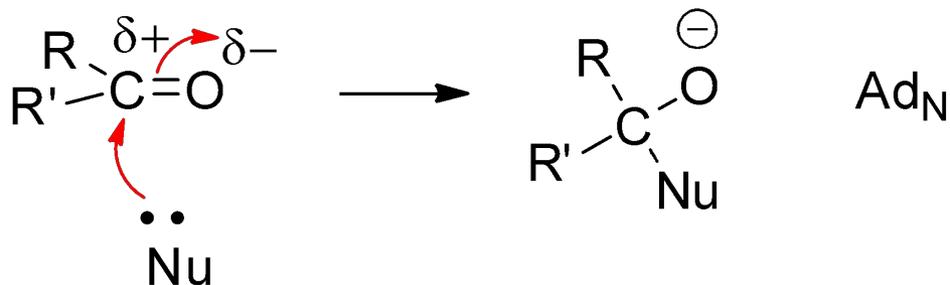
№	Название реакции	Пример
1	Окисление спиртов	$\text{RCH}_2\text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}$ <p>первичный спирт                      альдегид                      карбоновая кислота</p> $\text{R}^1-\text{CH}(\text{OH})-\text{R}^2 \xrightarrow{[\text{O}]} \text{R}^1-\overset{\text{O}}{\underset{\text{R}^2}{\text{C}}}$ <p>вторичный спирт                      кетон</p>
2	Гидратация ацетиленов	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{H}^+, \text{Hg}^{2+}} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ <p>ацетилен                      ацетальдегид</p> $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{H}^+, \text{Hg}^{2+}} \text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$ <p>кетон</p>
3	Ацилирование по Фриделю-Крафтсу	$\text{Ar}-\text{H} + \text{R}'-\overset{\text{O}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{Ar}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{R}'}{\text{C}}} + \text{HCl}$ <p>кетон</p>
4	Реакция Реймера-Тимана	 <p>альдегиды, содержащие фенольную группу</p>
5	Перегруппировка Фриса	

## Реакционные центры

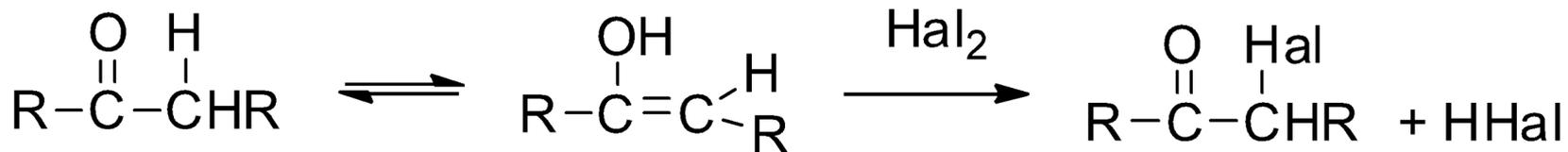


# Реакции альдегидов и кетонов

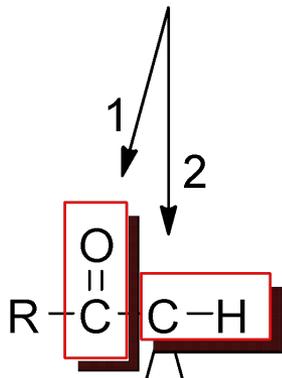
1. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе:



2a. Кето-енольная таутомерия

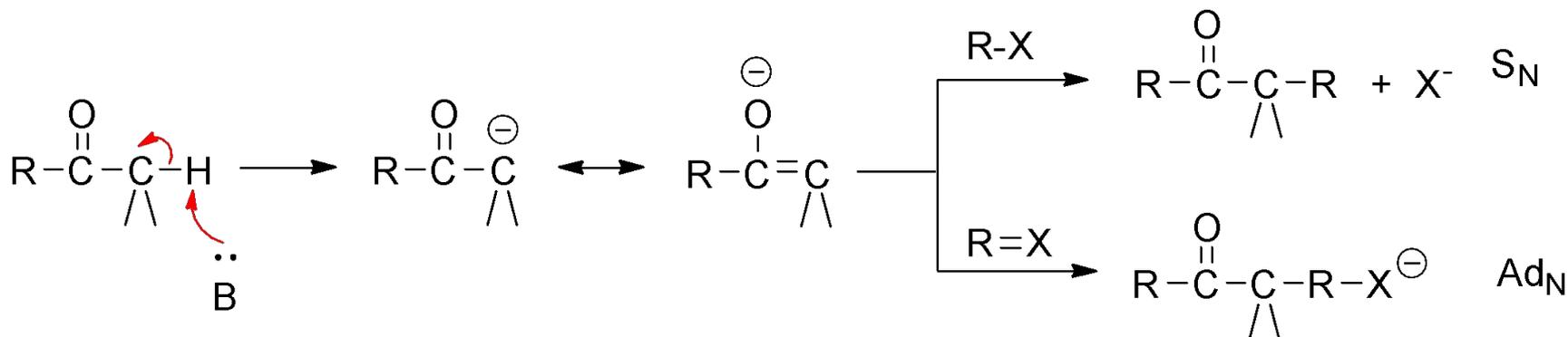


## Реакционные центры



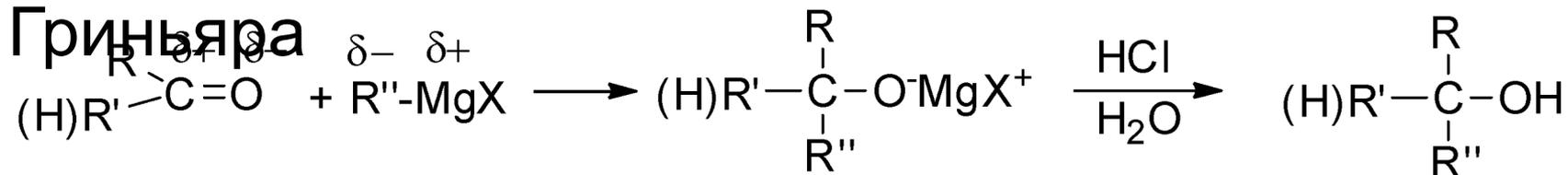
# Реакции альдегидов и кетонов

## 2б. Реакции $\alpha$ -кислот



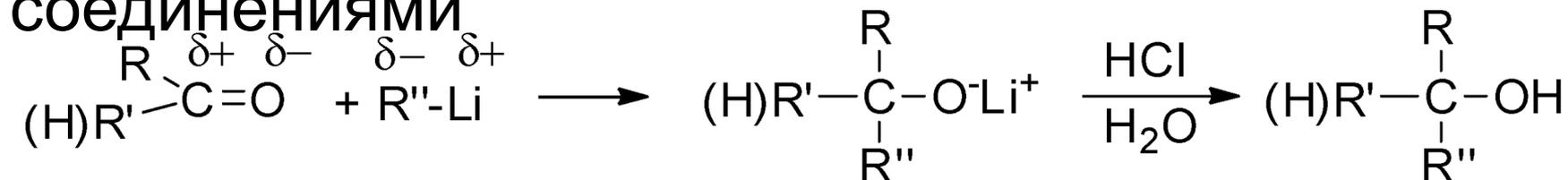
## Взаимодействие с реактивами

### Гриньяра



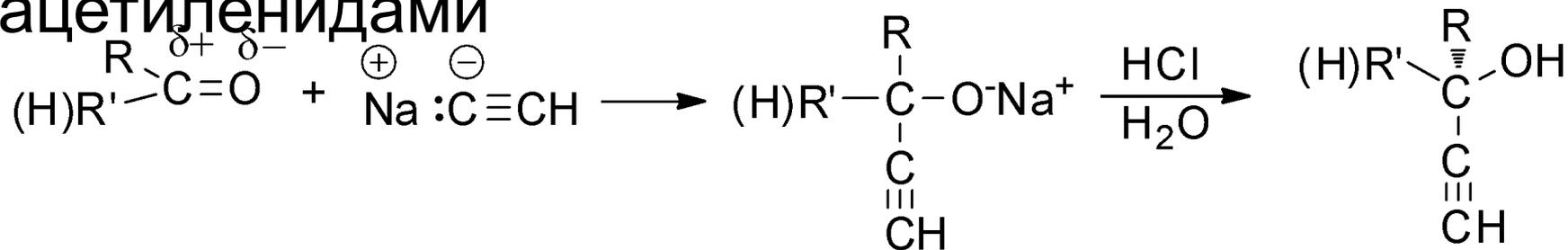
## Взаимодействие с литийорганическими

### соединениями

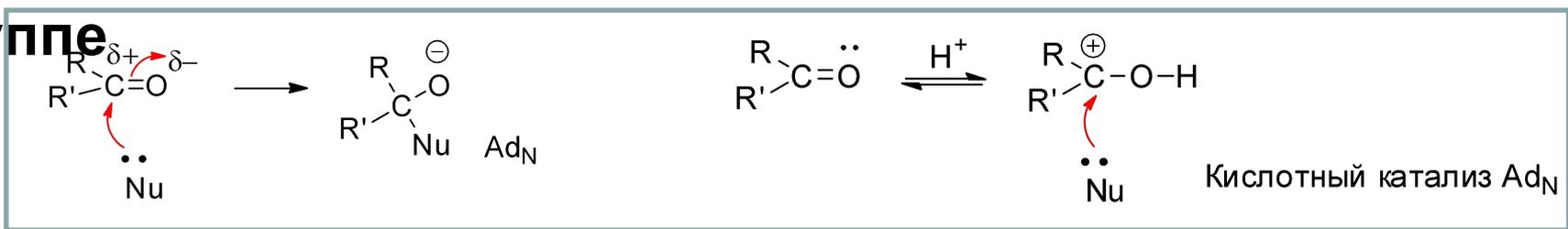


## Взаимодействие с

### ацетиленидами

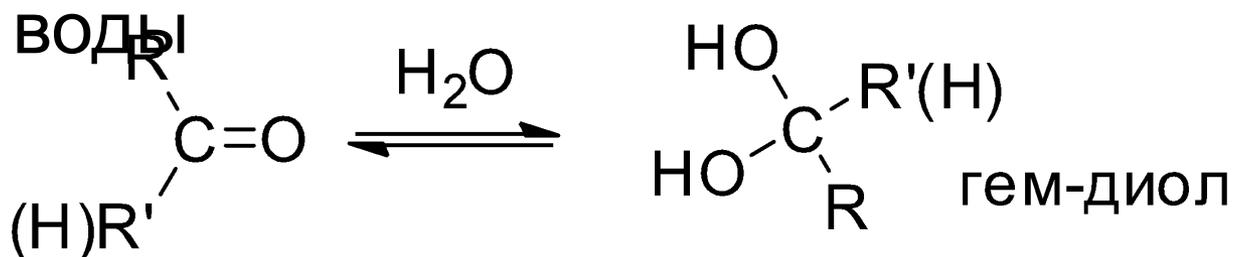


# Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе

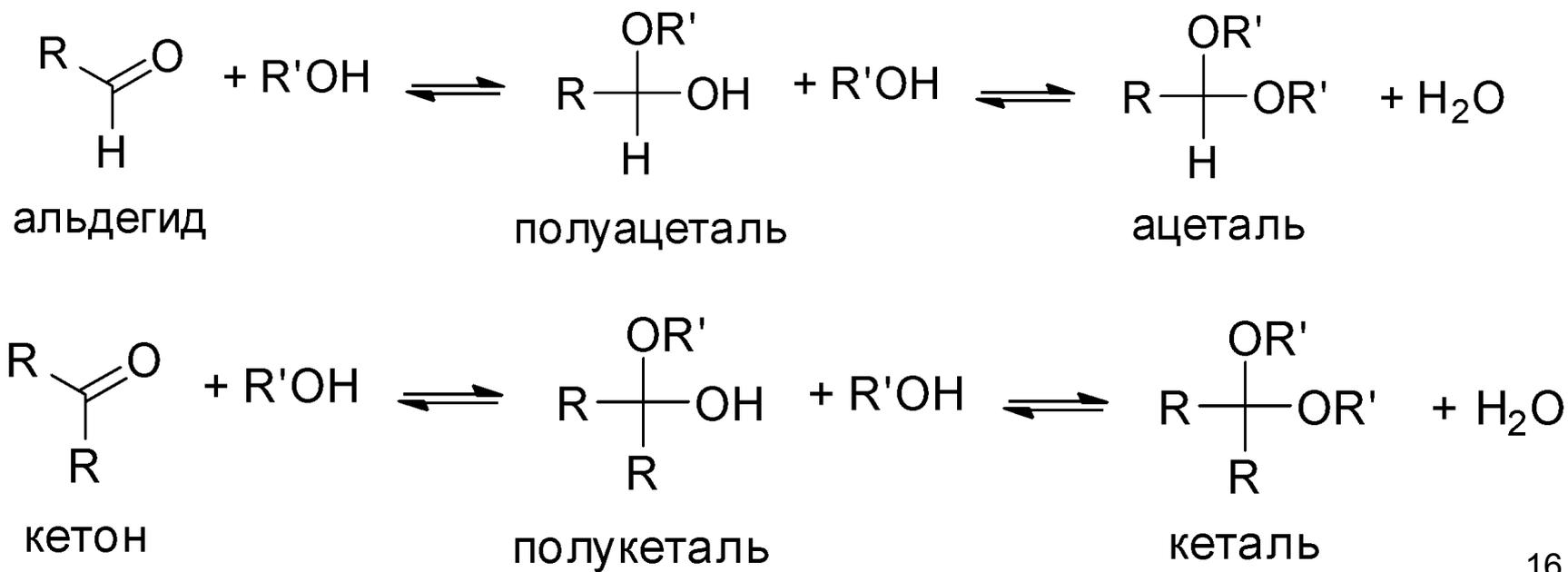


№	Наименование реакции	Общая схема реакции
1	Взаимодействие с реактивами Гриньяра	$(\text{H})\text{R}'-\overset{\delta+}{\text{C}}(\text{R})=\overset{\delta-}{\text{O}} + \overset{\delta-}{\text{R}''}-\overset{\delta+}{\text{Mg}}\text{X} \longrightarrow (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{R}''}{\text{C}}}-\text{O}^-\text{MgX}^+ \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{R}''}{\text{C}}}-\text{OH}$
2	Взаимодействие с литийорганическими соединениями	$(\text{H})\text{R}'-\overset{\delta+}{\text{C}}(\text{R})=\overset{\delta-}{\text{O}} + \overset{\delta-}{\text{R}''}-\overset{\delta+}{\text{Li}} \longrightarrow (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{R}''}{\text{C}}}-\text{O}^-\text{Li}^+ \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{R}''}{\text{C}}}-\text{OH}$
3	Взаимодействие с ацетиленидами	$(\text{H})\text{R}'-\overset{\delta+}{\text{C}}(\text{R})=\overset{\delta-}{\text{O}} + \overset{\oplus}{\text{Na}} \overset{\ominus}{\text{:C}}\equiv\text{CH} \longrightarrow (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{C}\equiv\text{CH}}{\text{C}}}-\text{O}^-\text{Na}^+ \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{HCl}} (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{C}\equiv\text{CH}}{\text{C}}}-\text{OH}$
4	Реакция Виттига	$(\text{H})\text{R}'-\overset{\delta+}{\text{C}}(\text{R})=\overset{\delta-}{\text{O}} + \overset{\oplus}{\text{P}}\text{H}_3-\overset{\ominus}{\text{C}}\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ad}_N} \left[ (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\underset{\text{H}_2\text{C}^+\text{PPh}_3}{\text{C}}}-\text{O}^- \right] \longrightarrow (\text{H})\text{R}'-\overset{\text{R}}{\text{C}}=\text{CH}_2 + \text{PPh}_3=\text{O}$

# Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе



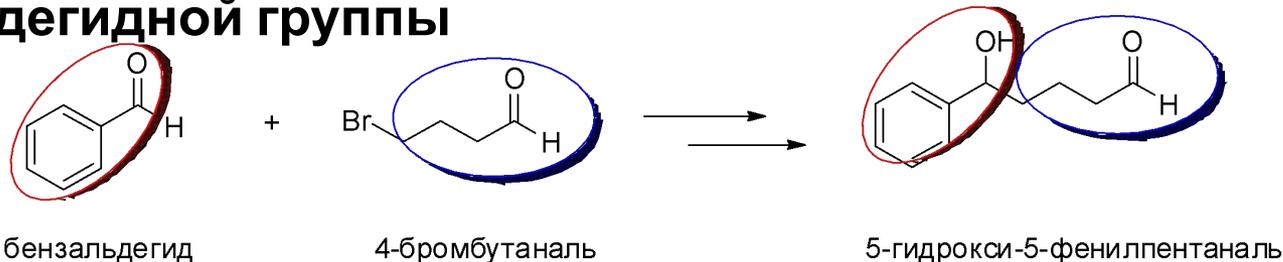
## Присоединение спиртов



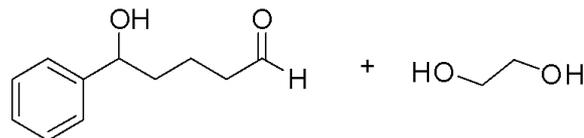
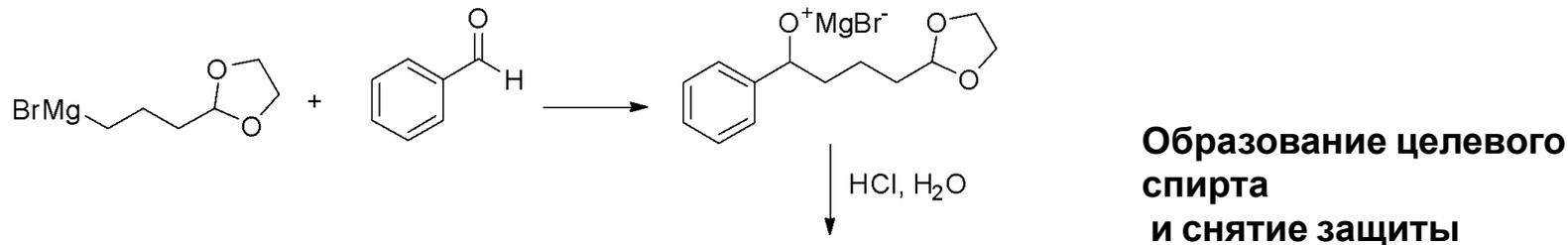
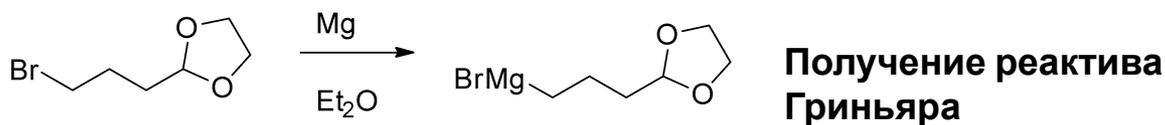
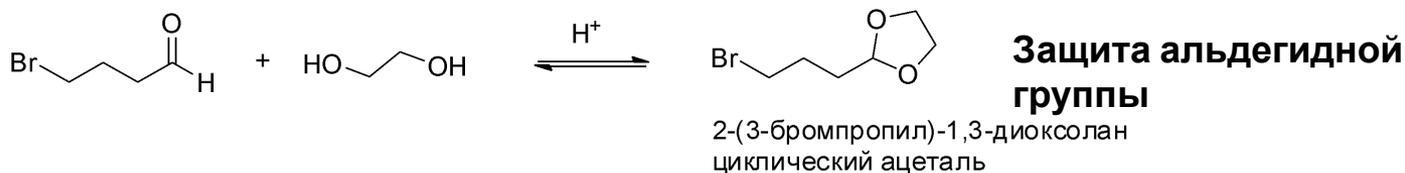
# Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе

№	Наименование реакции	Общая схема реакции
1	Присоединение воды	$  \begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{(H)R}' \end{array} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{HO} \\   \\ \text{C}-\text{R}'(\text{H}) \\   \\ \text{HO} \\   \\ \text{R} \end{array} \text{ гем-диол}  $
2	Присоединение спиртов	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <math display="block">  \begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H} \end{array} + \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{OR}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array} + \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{OR}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \\   \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{O}  </math> <div style="margin-left: 10px; text-align: center;"> <p>альдегид</p> <p>полуацеталь</p> <p>ацеталь</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{R} \end{array} + \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{OR}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{R} \end{array} + \text{R}'\text{OH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{OR}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \\   \\ \text{R} \end{array} + \text{H}_2\text{O}  </math> <div style="margin-left: 10px; text-align: center;"> <p>кетон</p> <p>полукеталь</p> <p>кеталь</p> </div> </div> </div>
Кислотный катализ		$  \begin{array}{c} \text{:O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array} + \text{HX} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{:O}^{\oplus}\text{H} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array} \xrightarrow{+\text{R}'\text{-}\ddot{\text{O}}\text{-H}} \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{O}^{\oplus}\text{R}' \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{OR}' \end{array} \xrightarrow[2. \text{R}'\text{OH}]{1. \text{H}^+} \begin{array}{c} \text{OR}' \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \\   \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{O}  $
Основной катализ		$  \text{BH} + \text{H-OR}' \rightleftharpoons \text{B-H} + \text{:O}^{\ominus}\text{-R}' \xrightarrow{+\text{R}'\text{-}\ddot{\text{O}}\text{-H}} \begin{array}{c} \text{:O}^{\ominus} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{O}-\text{R}' \end{array} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{OR}' \end{array} + \text{:O}^{\ominus}\text{-R}'  $

# Получение ацеталей используется в качестве защиты альдегидной группы

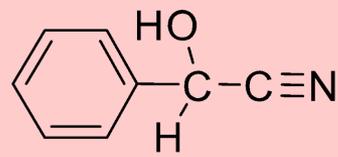
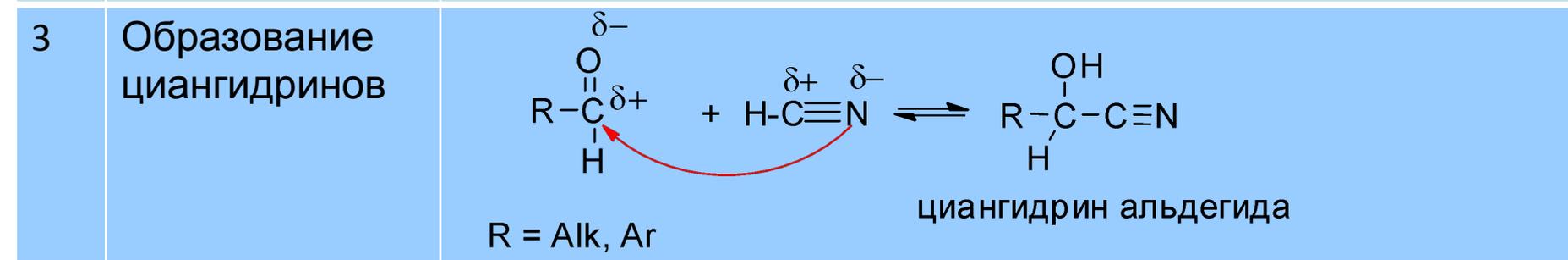


1. Какой синтетический прием необходимо применить для синтеза молекулы 5-гидрокси-5-фенилпентанала?
2. Какие дополнительные синтетические процедуры необходимо провести с исходными веществами, чтобы «подготовить» их для основной реакции?

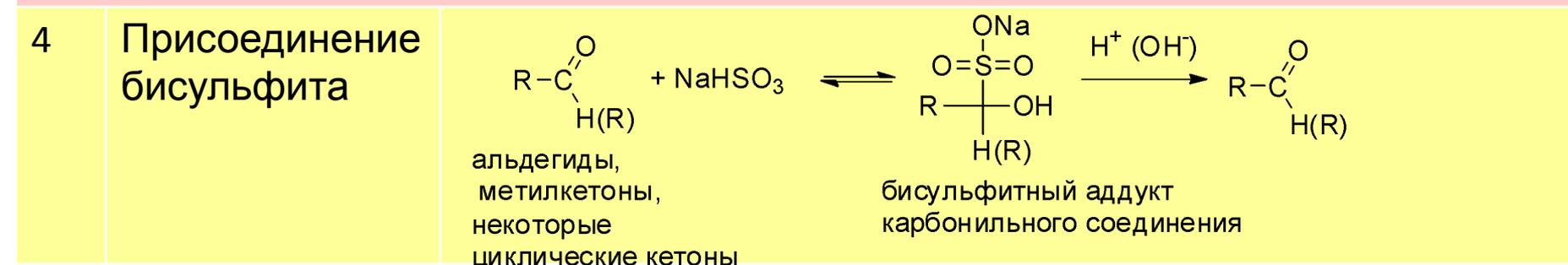


# Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе

№	Наименование реакции	Общая схема реакции
---	----------------------	---------------------



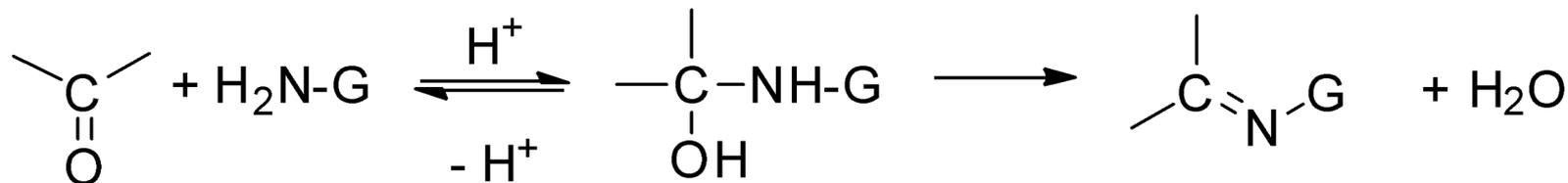
циангидрин бензальдегида  
2-гидрокси-2-фенилацетонитрил



*Реакция используется для отделения альдегидов и кетонов от некарбонильных соединений*

Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе

## 5. Присоединение производных аммиака



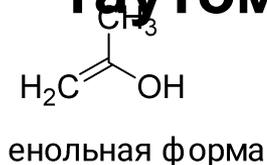
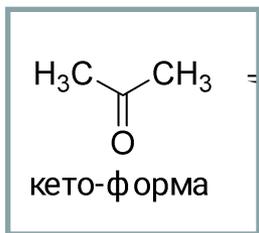
H <sub>2</sub> N-G		Продукт	
H <sub>2</sub> N-R (Ar, Alk)	амин	C=NH-R	Имин (основание Шиффа)
H <sub>2</sub> N-OH	гидроксиламин	C=NOH	оксим
H <sub>2</sub> N-NH <sub>2</sub>	гидразин	C=N-NH <sub>2</sub>	гидразон
H <sub>2</sub> N-NHPh	фенилгидразин	C=N-NH-Ph	фенилгидразон
H <sub>2</sub> N-NHCONH <sub>2</sub>	семикарбазид	C=N-NHCONH <sub>2</sub>	семикарбазон

Используется для идентификации карбонильных соединений

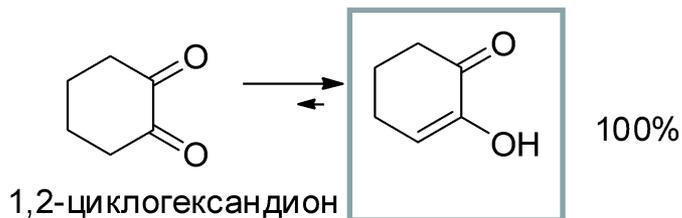


# Кето-енольная

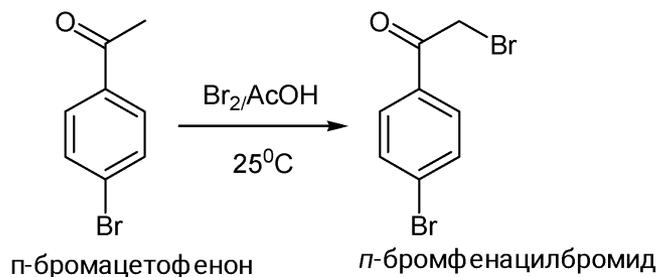
## таутомерия



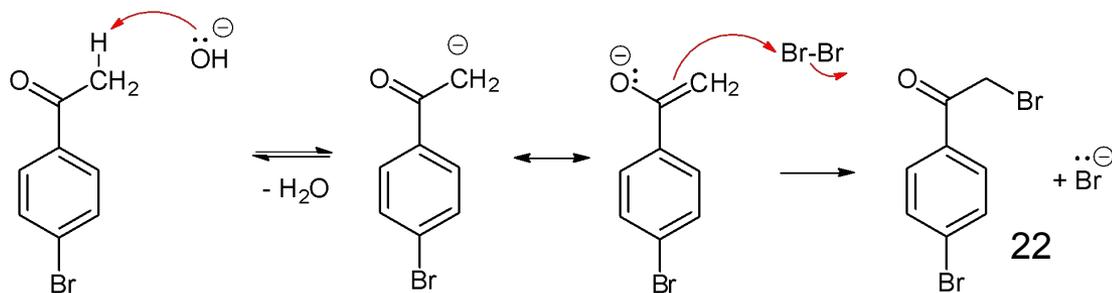
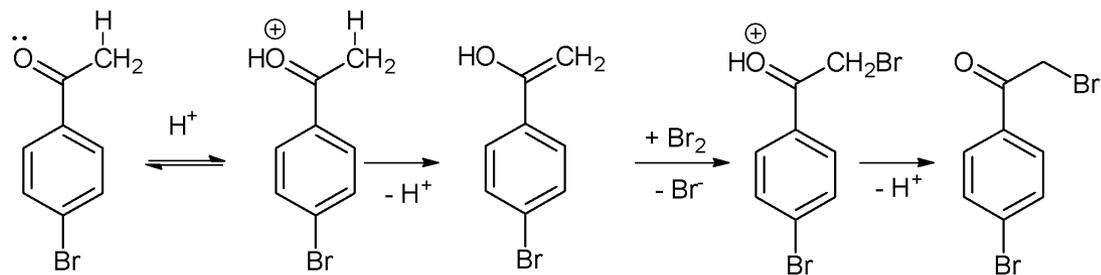
Енолизация – процесс перехода от кето-формы к енольной (частный случай таутомерии)



## Галогенирование кетонов



Енолизация может катализироваться как кислотами, так и основаниями



# Кето-енольная

## таутомерия галогормная реакция

Качественная реакция  
на ацильную группу

