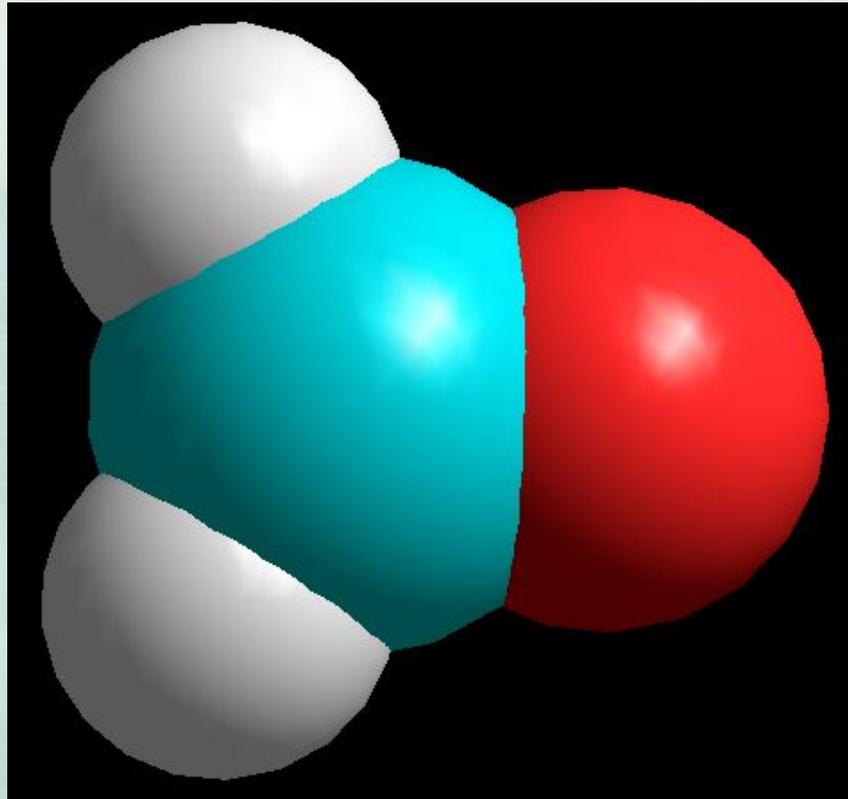


# ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ И МЕТОДЫ СИНТЕЗА КАРБОНИЛСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ



# Карбонилсодержащие соединения

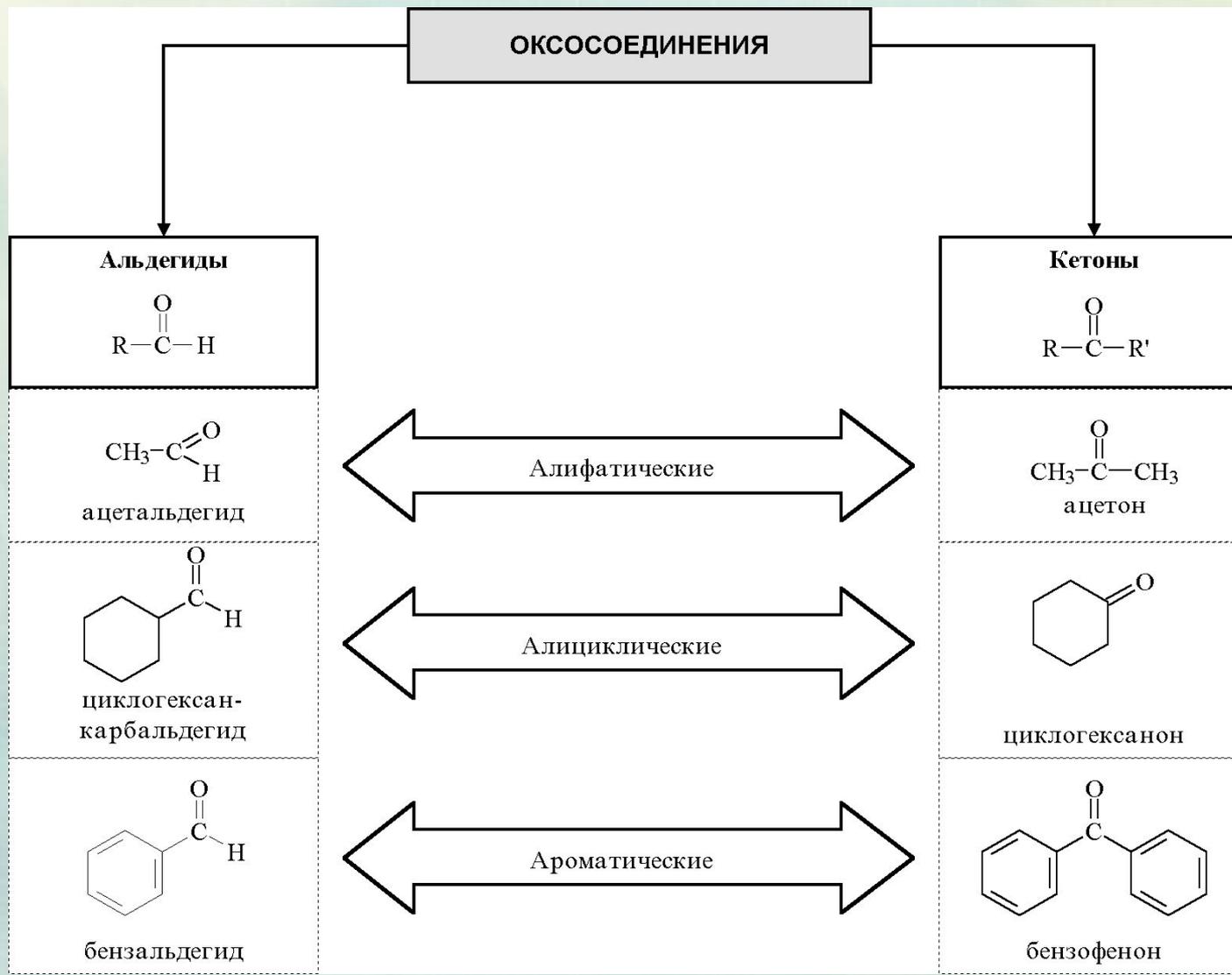
---

**Органические соединения, в молекуле которых имеется карбонильная группа  $C=O$ , называются карбонильными соединениями, или оксосоединениями.**

**Альдегиды содержат в молекуле карбонильную группу, обязательно связанную с атомом водорода, т. е. альдегидную группу  $-CH=O$ .**

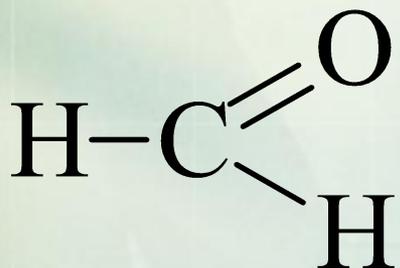
**Кетоны содержат карбонильную группу, связанную с двумя углеводородными радикалами, т. е. кетонную группу<sup>2</sup>.**

# Карбонилсодержащие соединения. Классификация

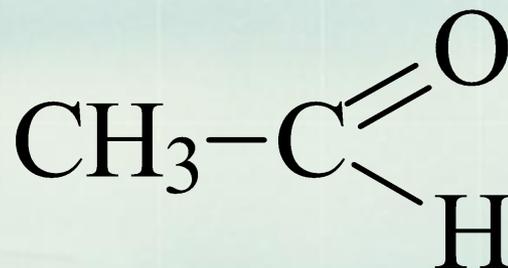


# Карбонилсодержащие соединения. Номенклатура и изомерия

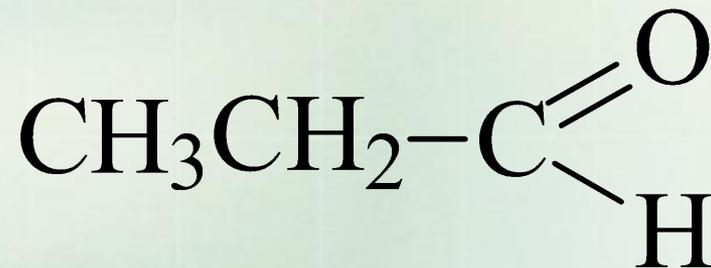
---



**метаналь**  
(формальдегид)

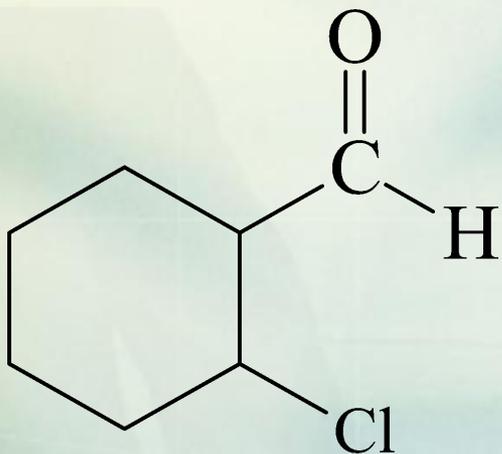


**этаналь**  
(ацетальдегид)

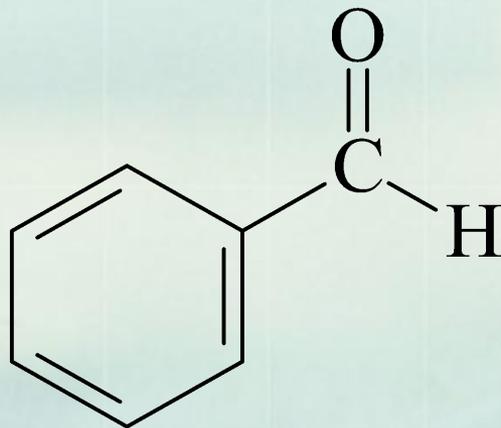


**пропаналь**  
(пропионовый альдегид)

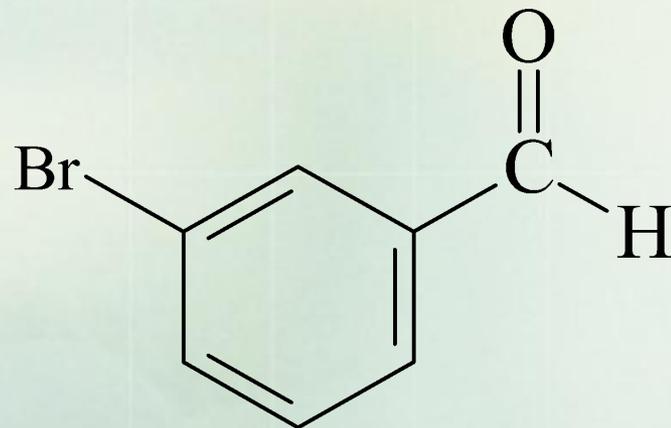
# Карбонилсодержащие соединения. Номенклатура и изомерия



2-хлорциклогексан  
карбальдегид



бензальдегид

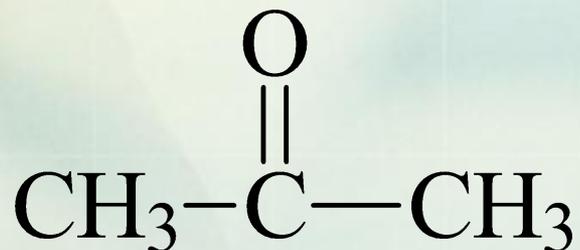


3-бромбензальдегид

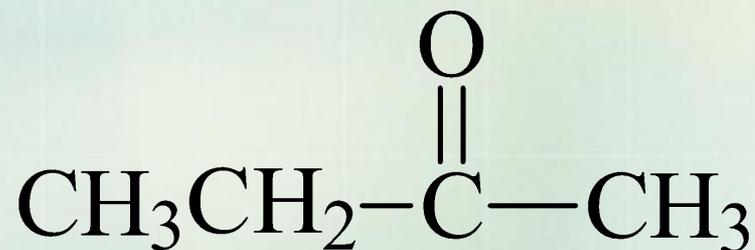
*Может ли атом углерода кетонной группы получить номер 1 при составлении названия алифатического кетона?*

# Карбонилсодержащие соединения. Номенклатура и изомерия

---



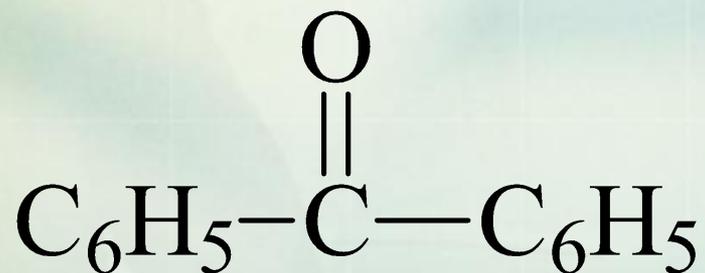
**пропанон,  
диметилкетон  
(ацетон)**



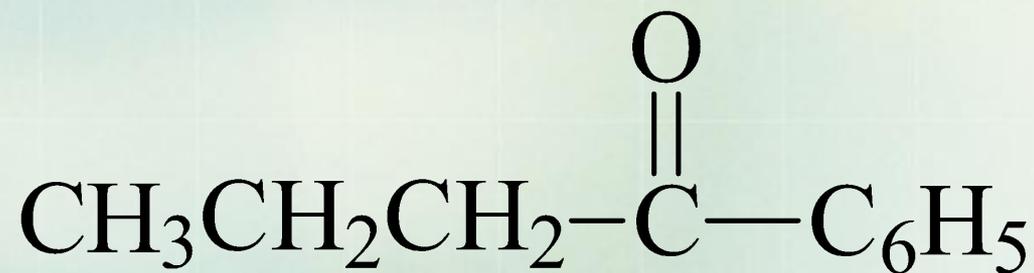
**бутанон  
метилэтилкетон**

# Карбонилсодержащие соединения. Номенклатура и изомерия

---



**дифенилкетон  
(бензофенон)**



**пропилфенилкетон**

# Карбонилсодержащие соединения.

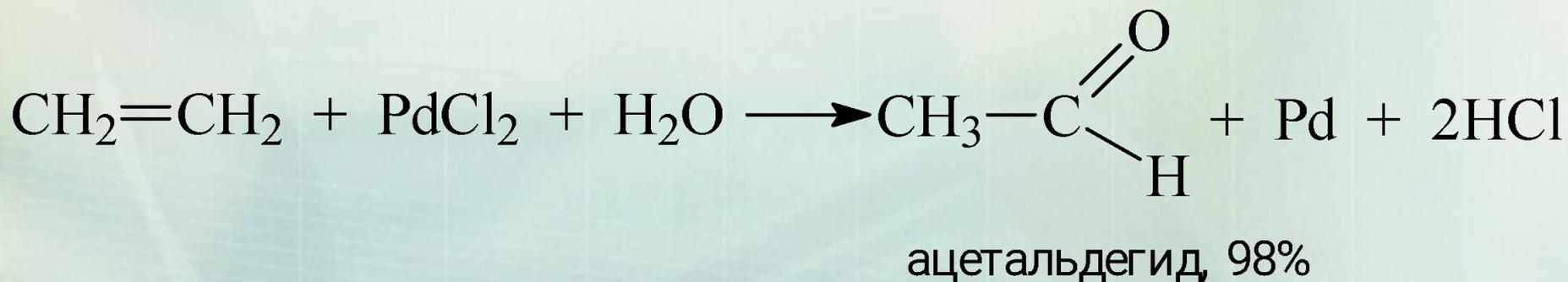
## Способы получения

---

### Получение из углеводородов

#### Окисление алкенов

Вакер-процесс



# Карбонилсодержащие соединения. Способы получения

---



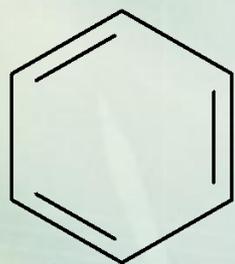
**Wacker Chemie AG**

<http://www.wacker.com/>

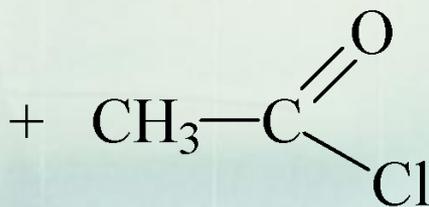
# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

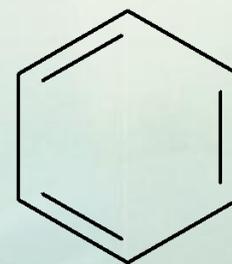
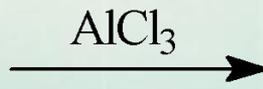
### Ацилирование ароматических углеводородов



бензол



хлорангидрид  
уксусной кислоты



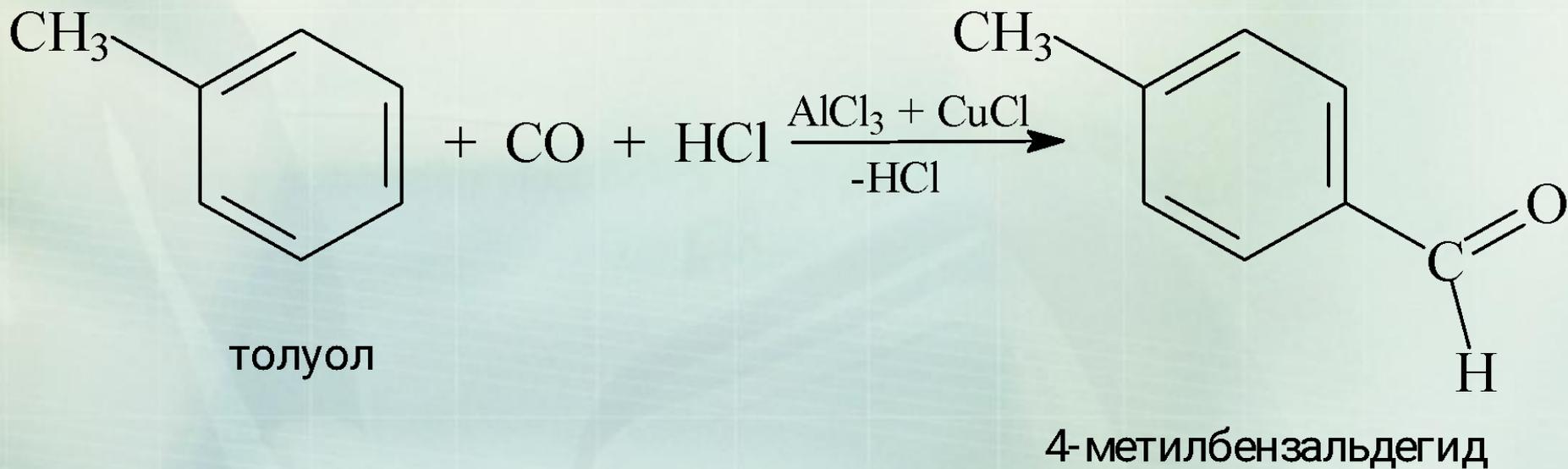
метилфенилкетон



# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

### Ацилирование ароматических углеводородов

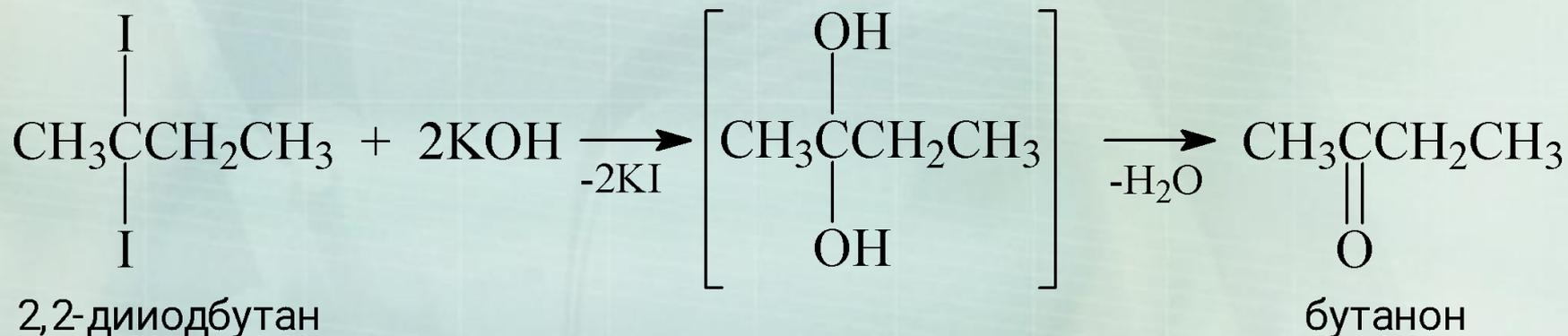
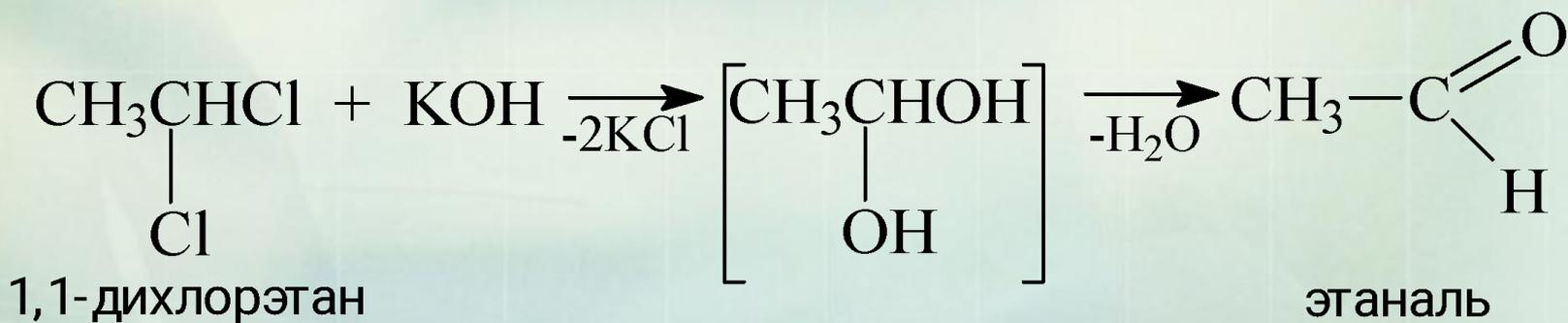


**Реакция Гаттермана-Коха**

# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

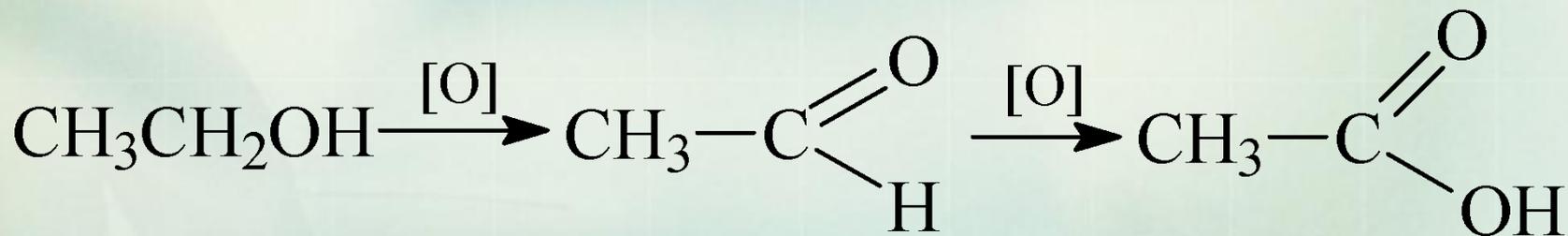
### Получение из дигалогенпроизводных



# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

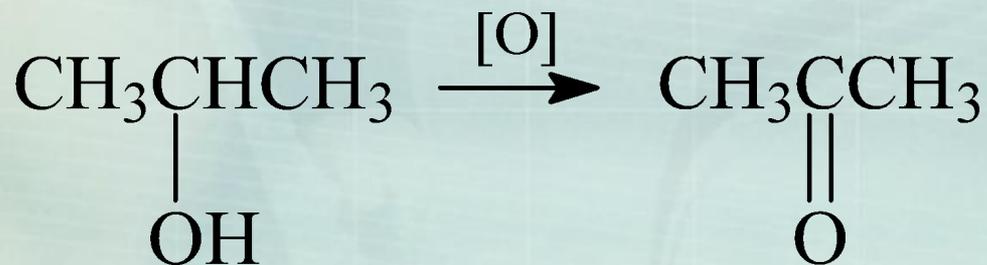
### Получение из спиртов. Окисление спиртов



этанол

этаналь

этановая кислота  
уксусная кислота



пропанол-2

пропанон  
ацетон

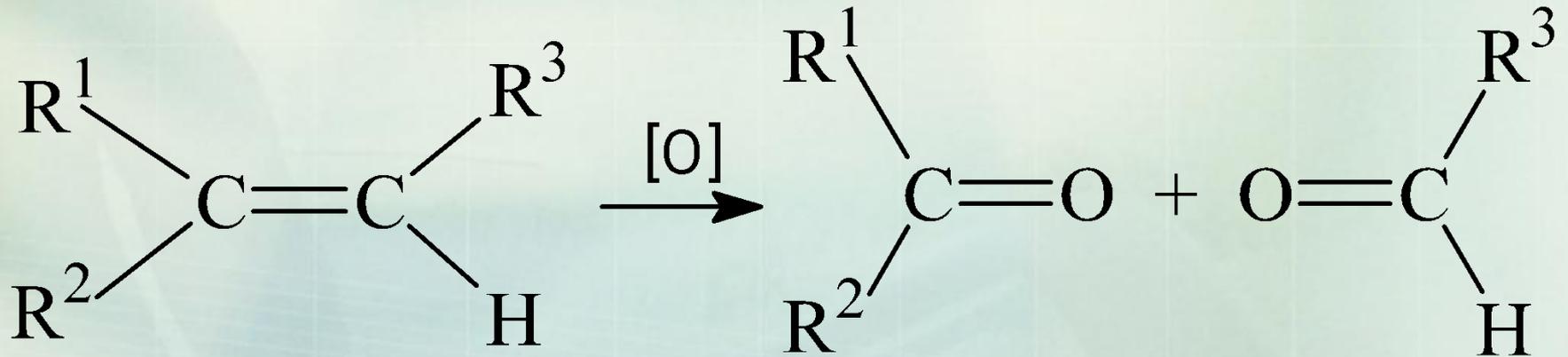


# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

---

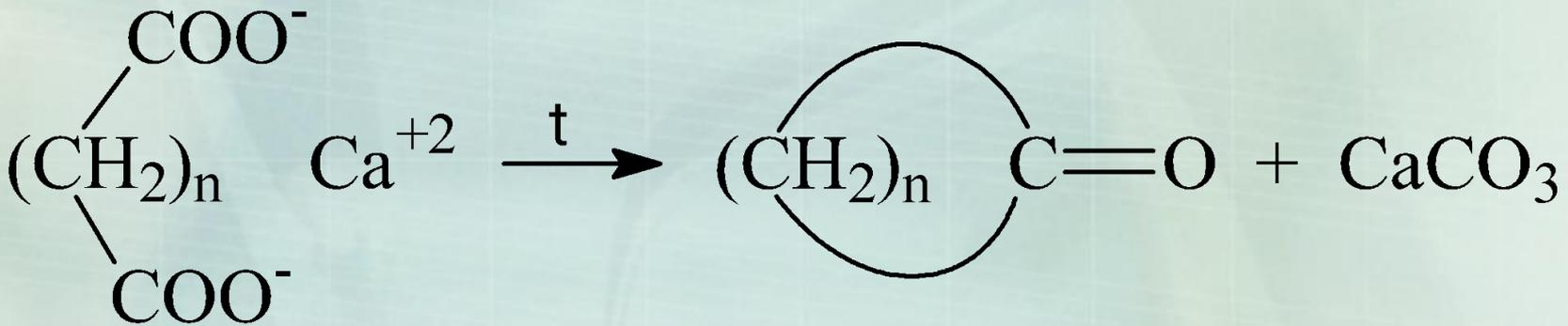
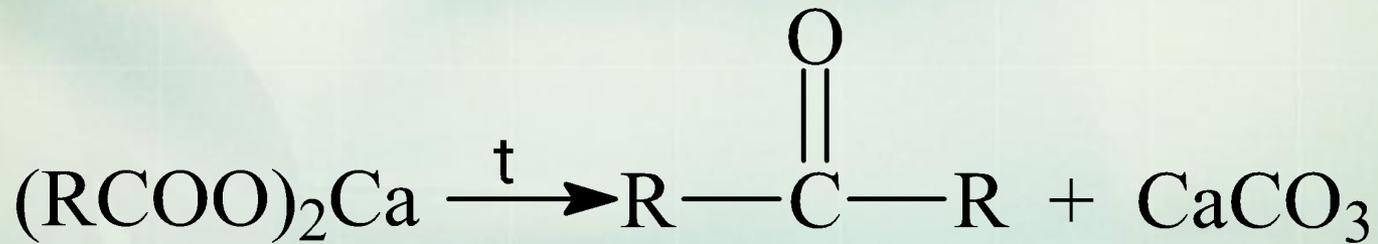
### Окисление алкенов



# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

### Термическое разложение солей карбоновых кислот

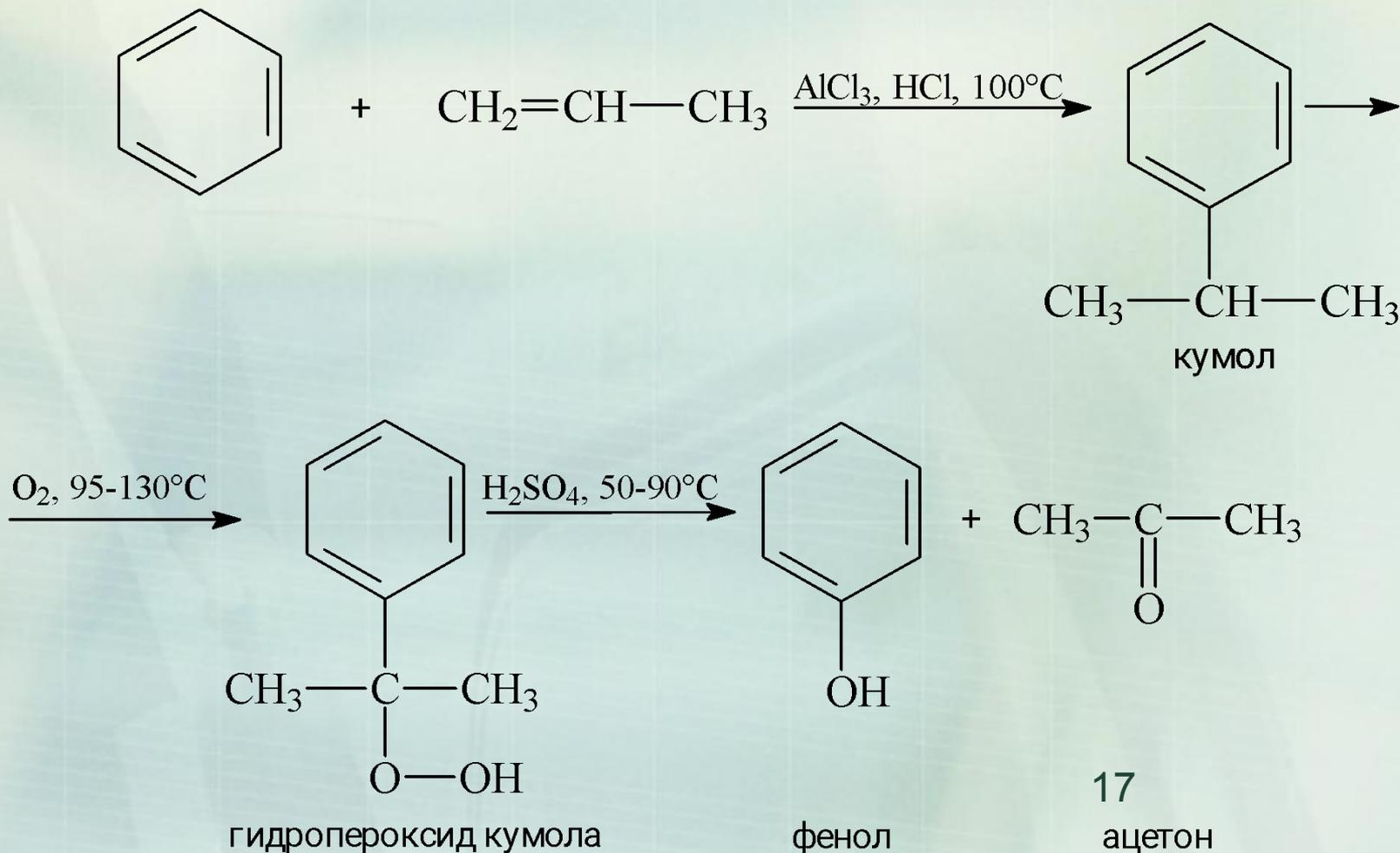


Реакция Ружечки, 1926

# Карбонилсодержащие соединения.

## Способы получения

### Реакция Удриса-Сергеева-Кружалова



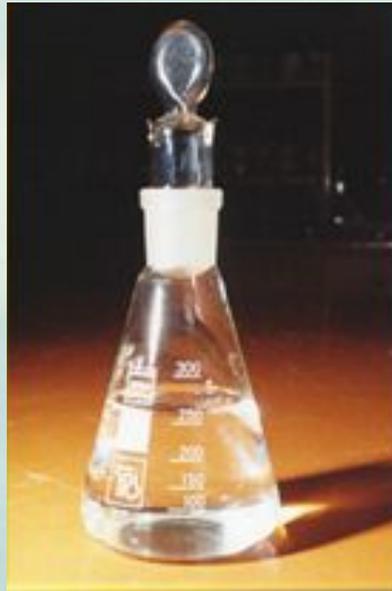
# Карбонилсодержащие соединения.

## Физические свойства

---



**формальдегид**



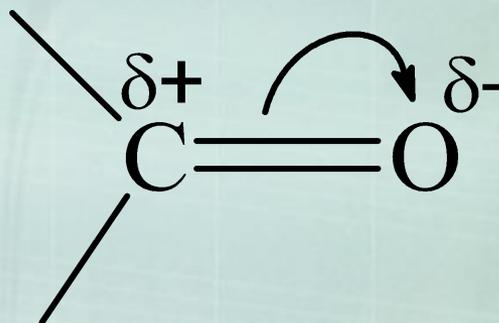
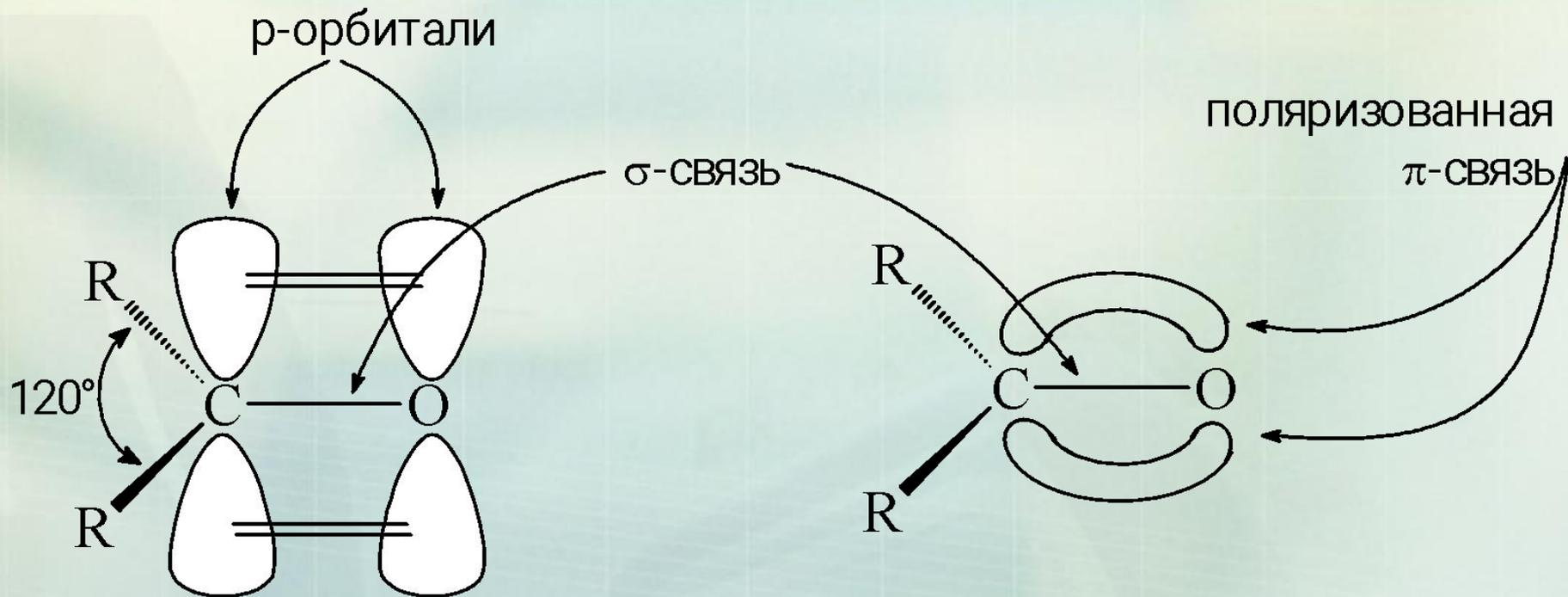
**уксусный  
альдегид**



**бензальдегид**

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Характеристики двойных связей C=C и C=O

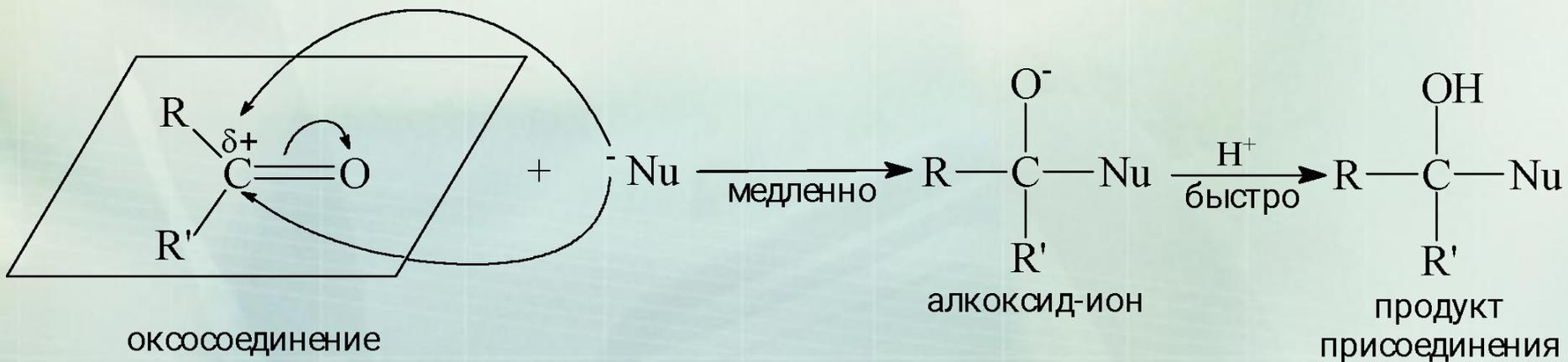
Связь	Энергия, кДж/моль	Длина, нм
C=C	620	0.134
C=O	710	0.121

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции нуклеофильного присоединения

$A_N$  (от англ. addition nucleophilic)



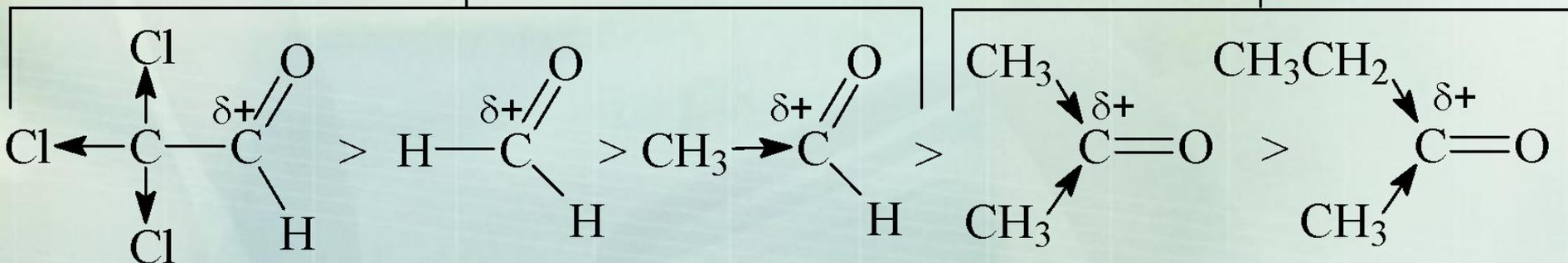
# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции нуклеофильного присоединения

АЛЬДЕГИДЫ

КЕТОНЫ

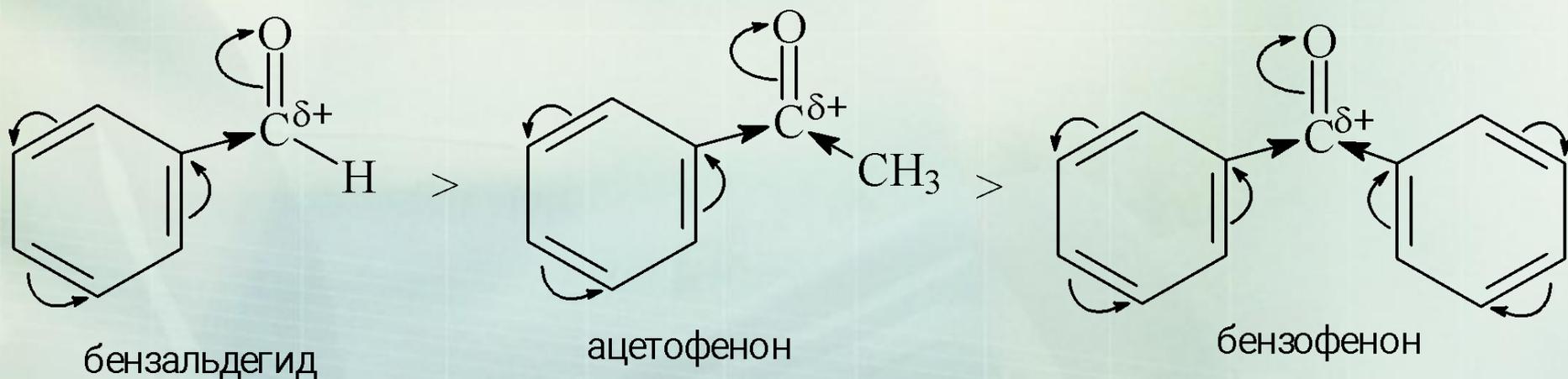


Уменьшение реакционной способности оксосоединений

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции нуклеофильного присоединения



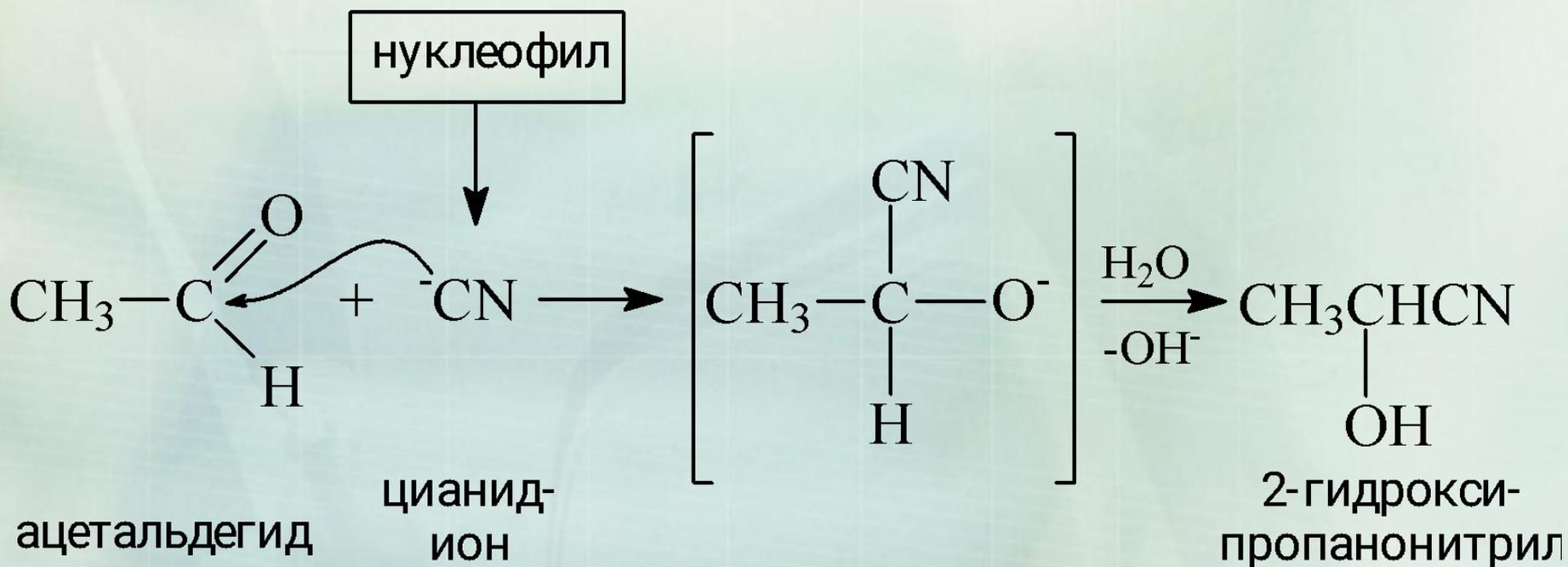
Уменьшение реакционной способности оксосоединений

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие с цианидами металлов

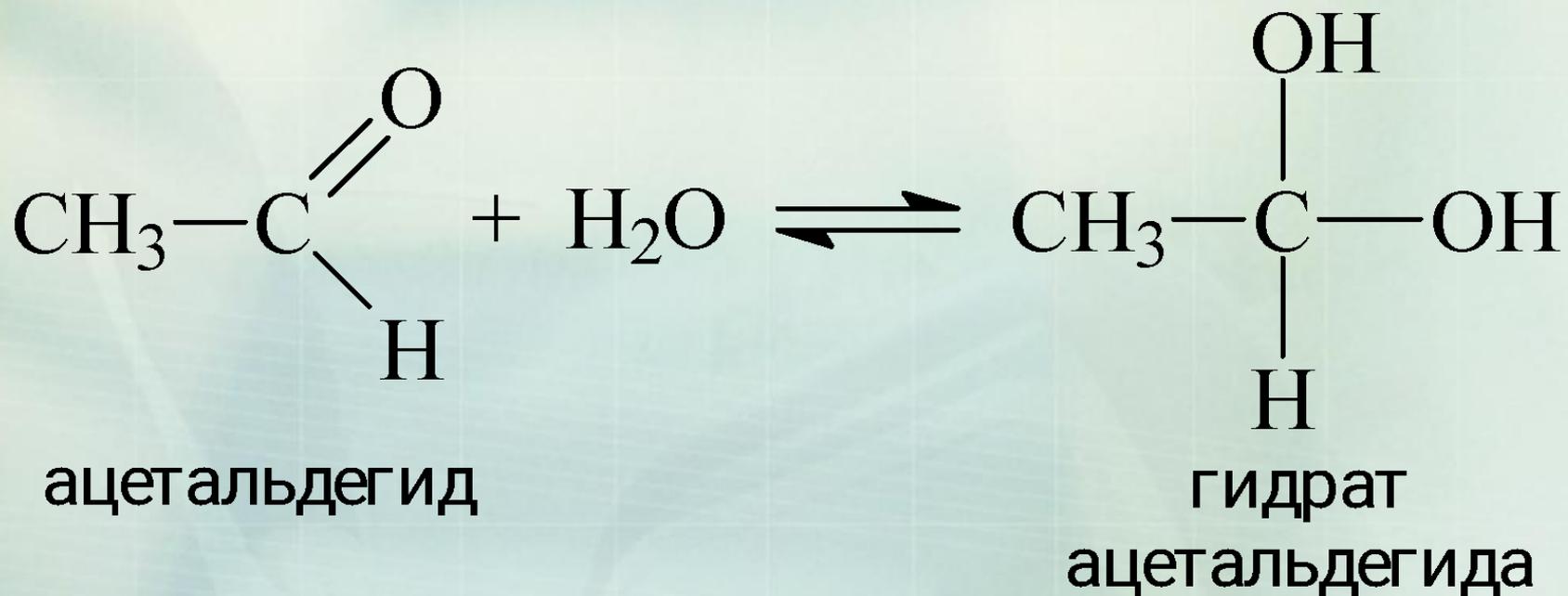
*Гидроксинитрилами называются соединения, содержащие в молекуле гидроксильную группу и цианогруппу*



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

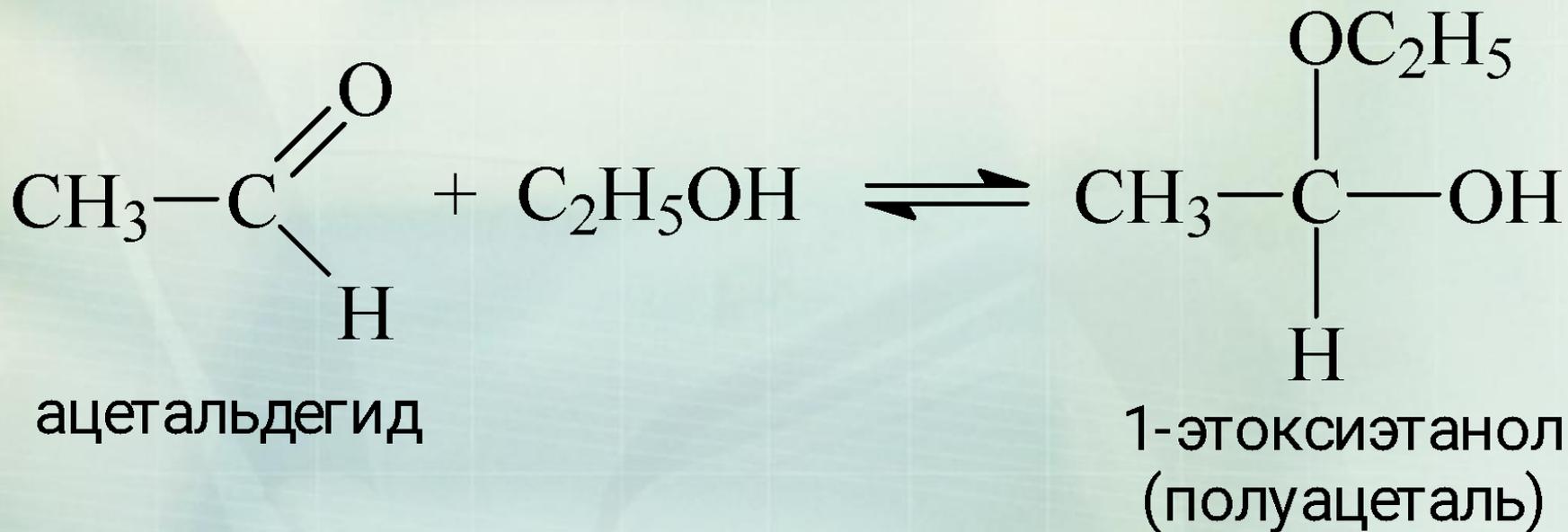
### Взаимодействие с водой



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

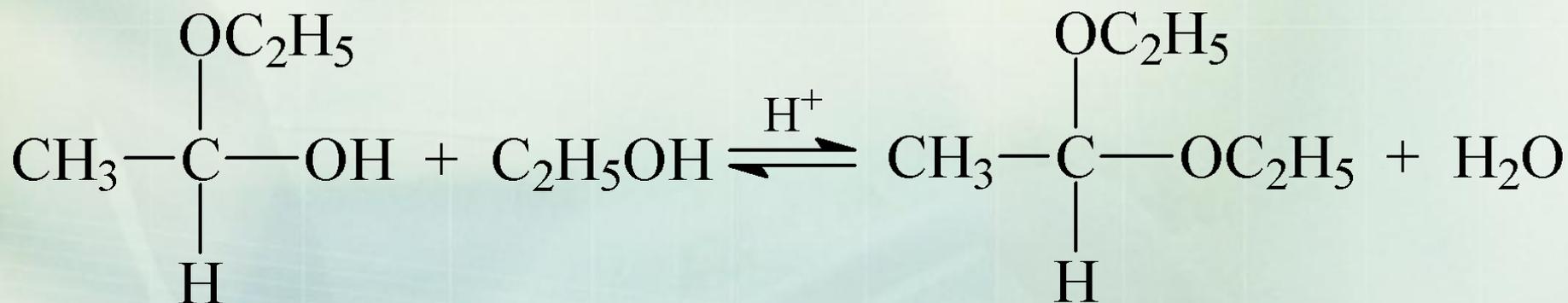
### Взаимодействие со спиртами



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие со спиртами

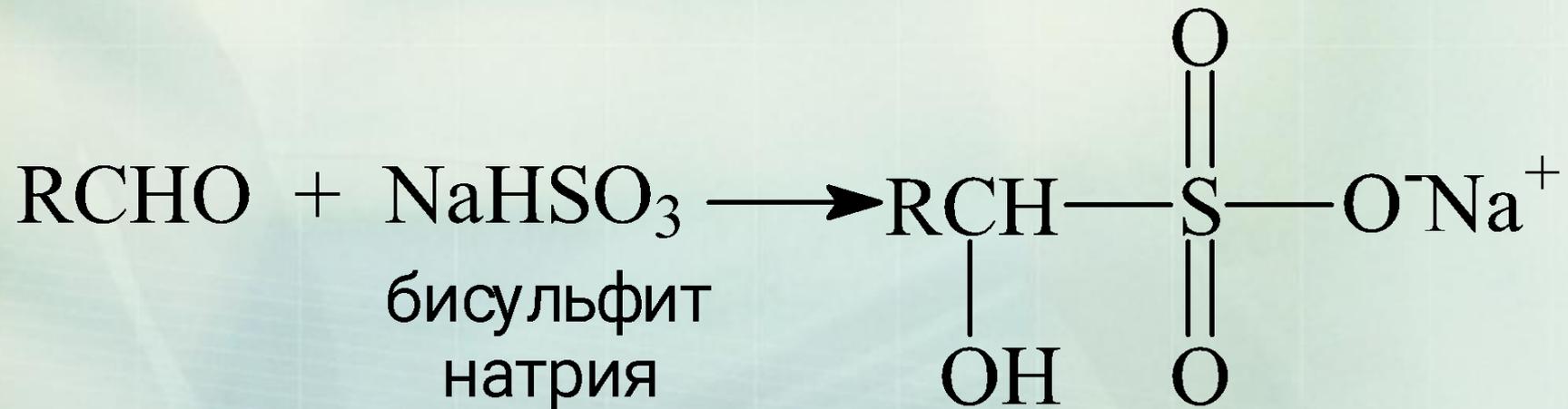


1,1-диэтоксиэтан  
(ацеталь)

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

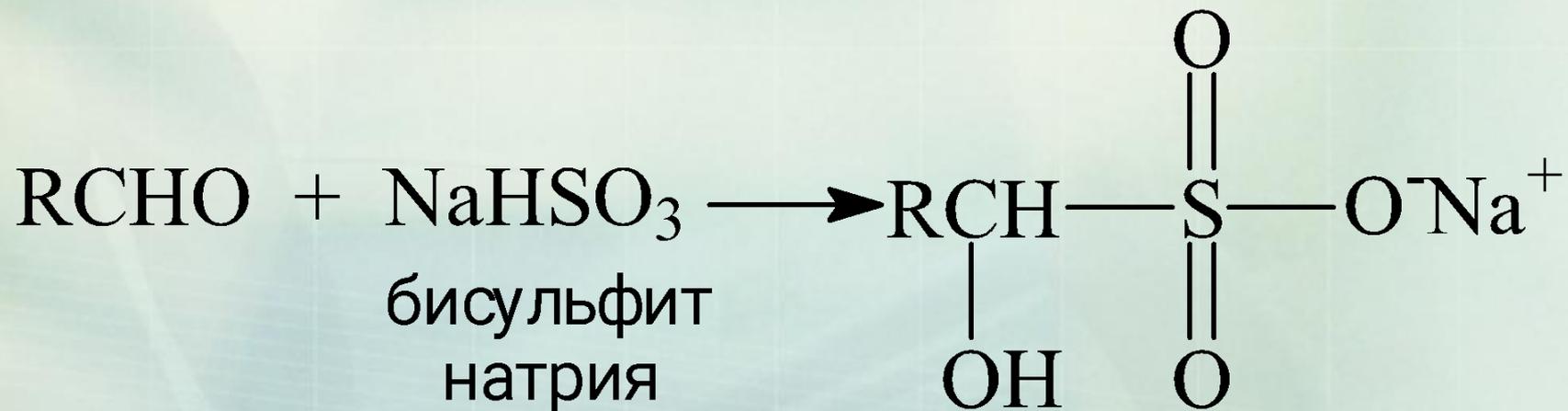
### Присоединение бисульфита



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

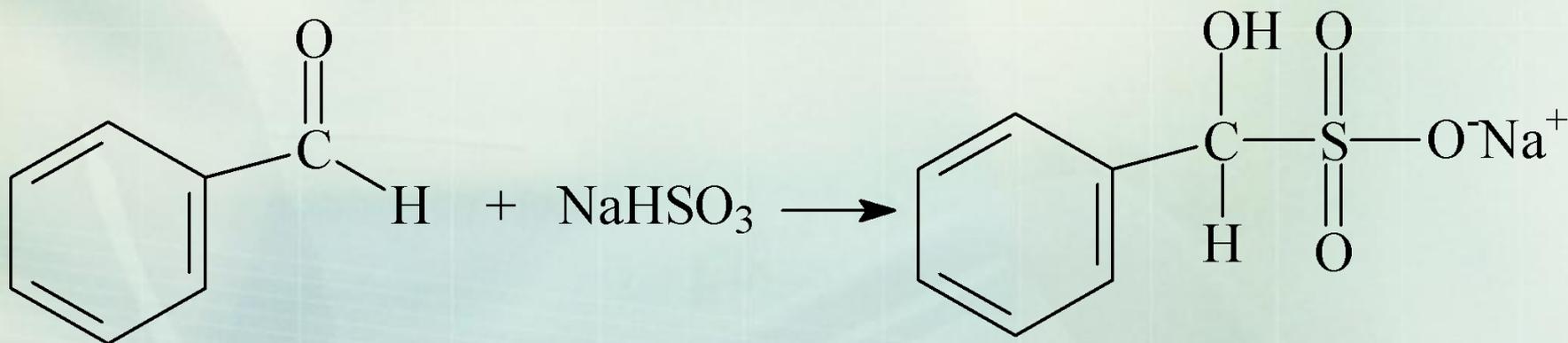
### Присоединение бисульфита



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

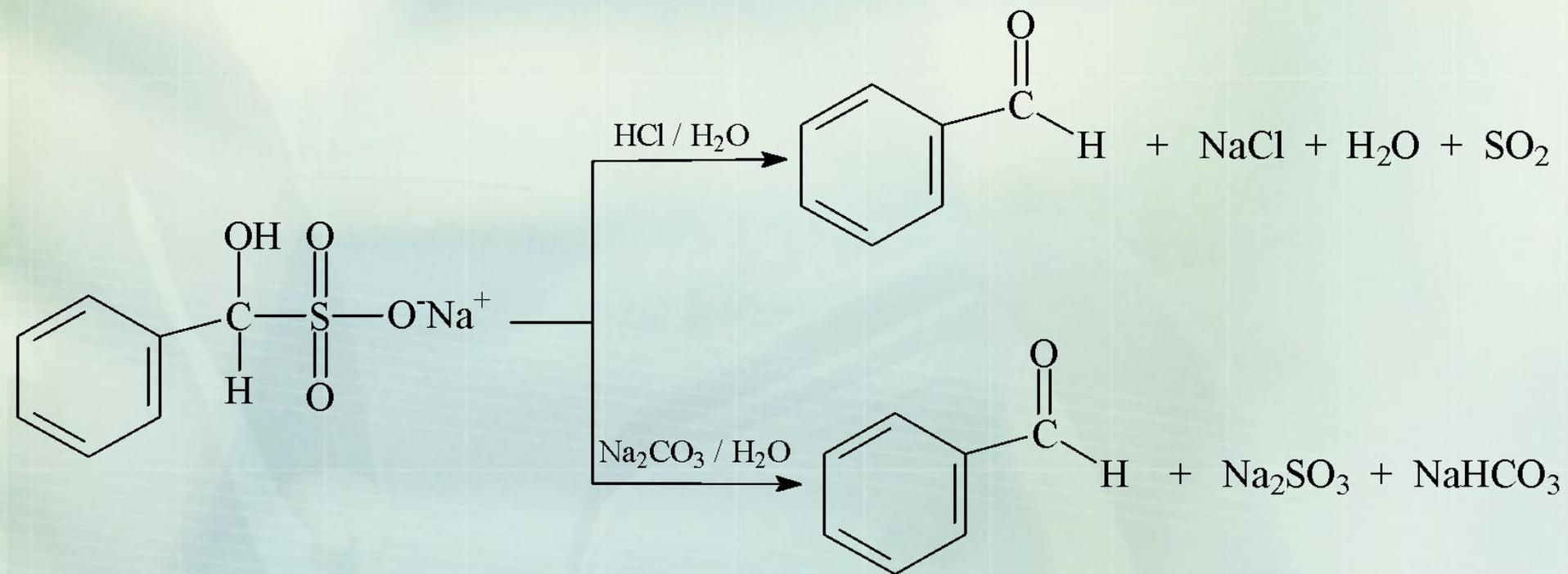
### Присоединение бисульфита



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

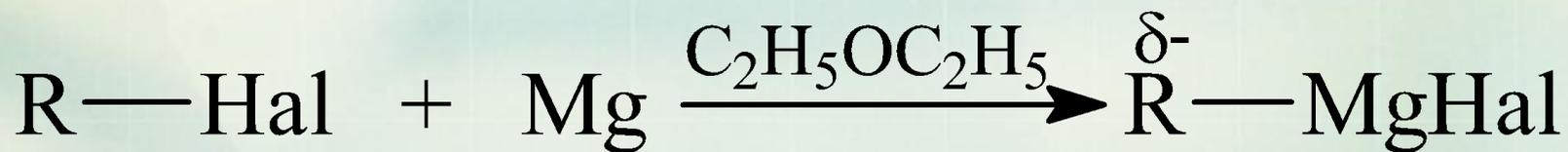
### Присоединение бисульфита



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции с магнийорганическими соединениями



реактив Гриньяра



### Реакция Гриньяра

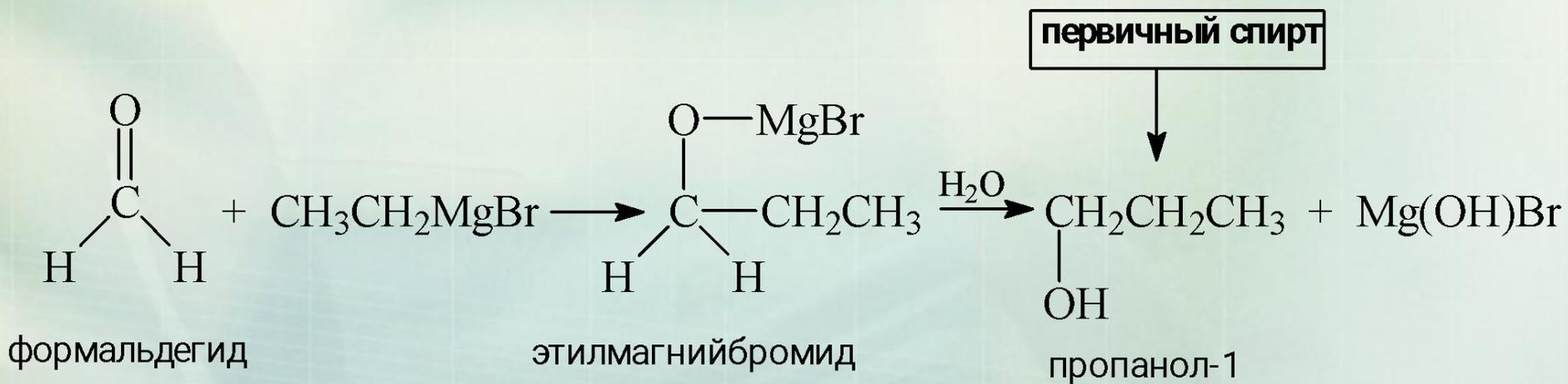
Гриньяр Франсуа Огюст Виктор  
(6.V.1871–13.XII.1935)  
(Франция)

Нобелевская премия по химии, 1912 г.

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

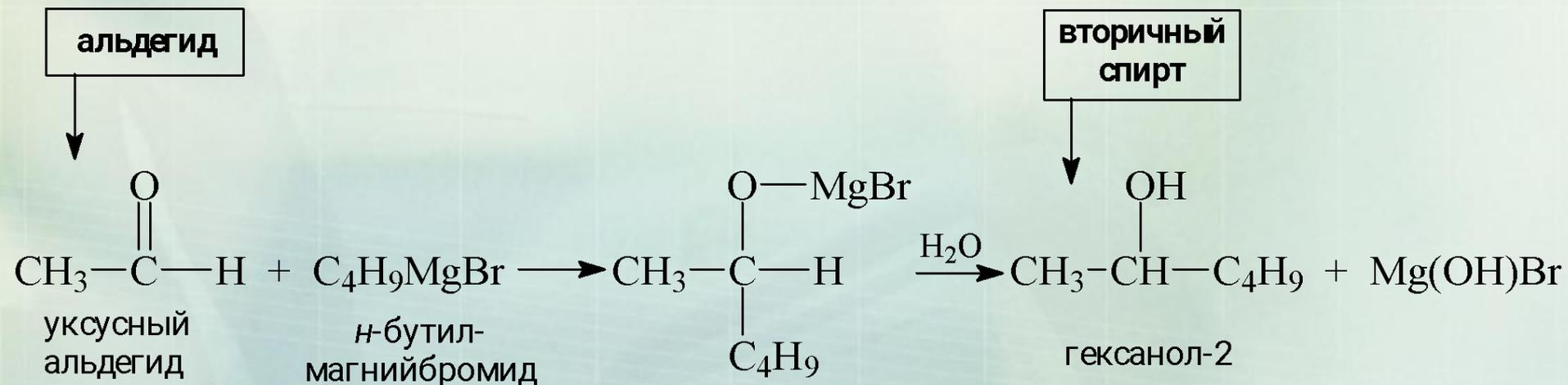
### Реакции с магниорганическими соединениями



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

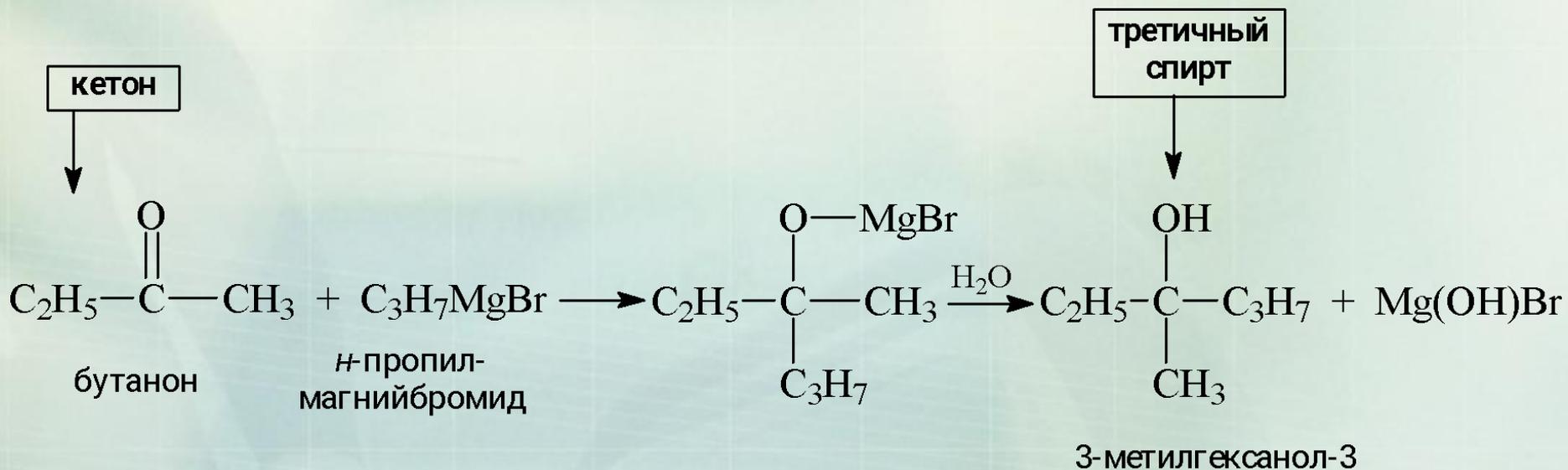
### Реакции с магниорганическими соединениями



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

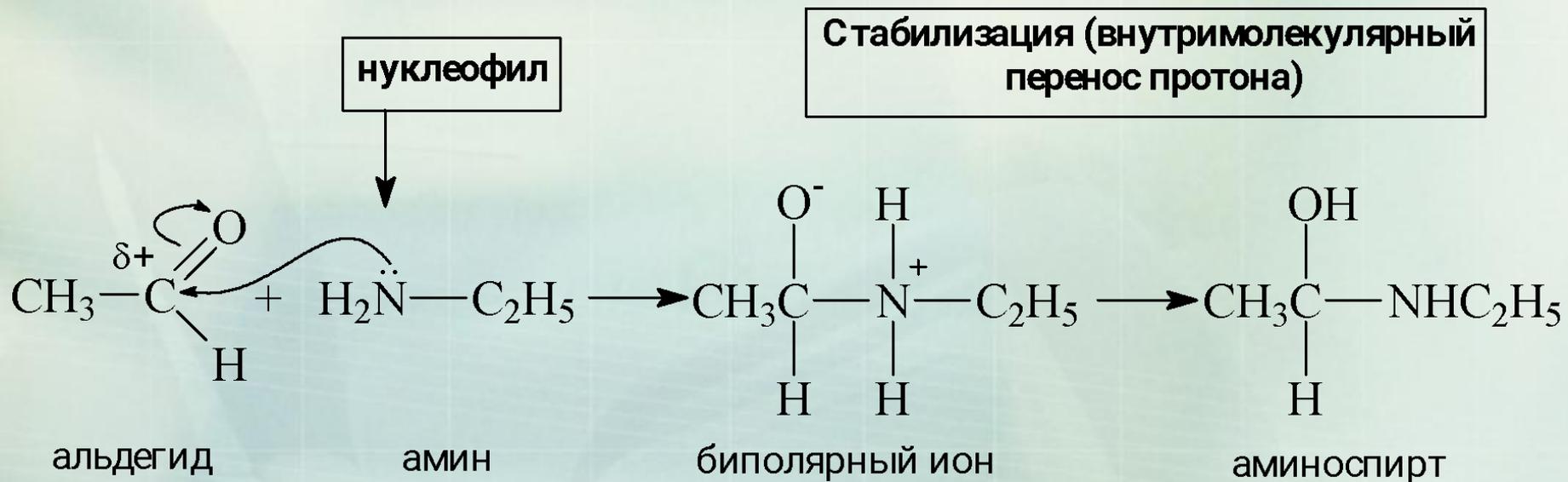
### Реакции с магниорганическими соединениями



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие с аминами

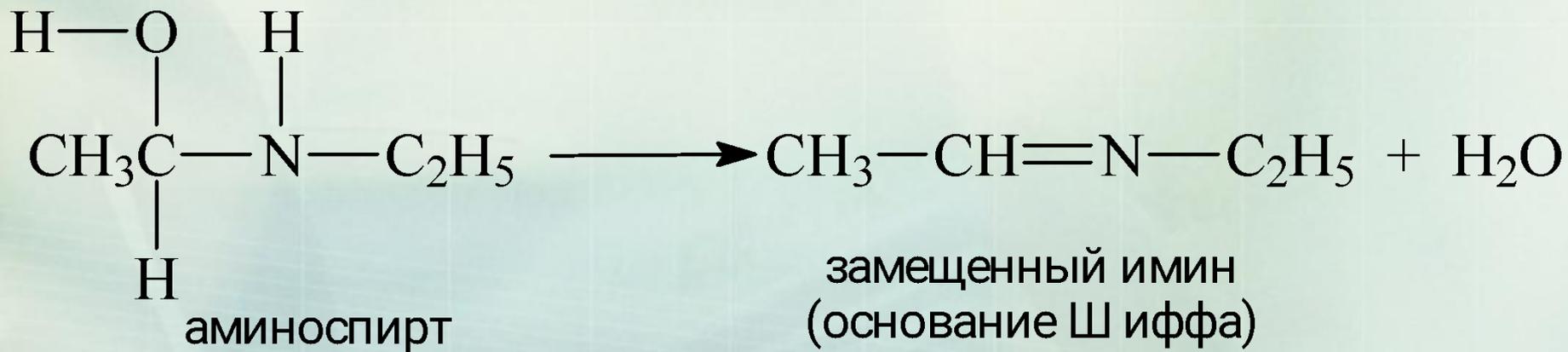


### НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ АМ

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие с аминами

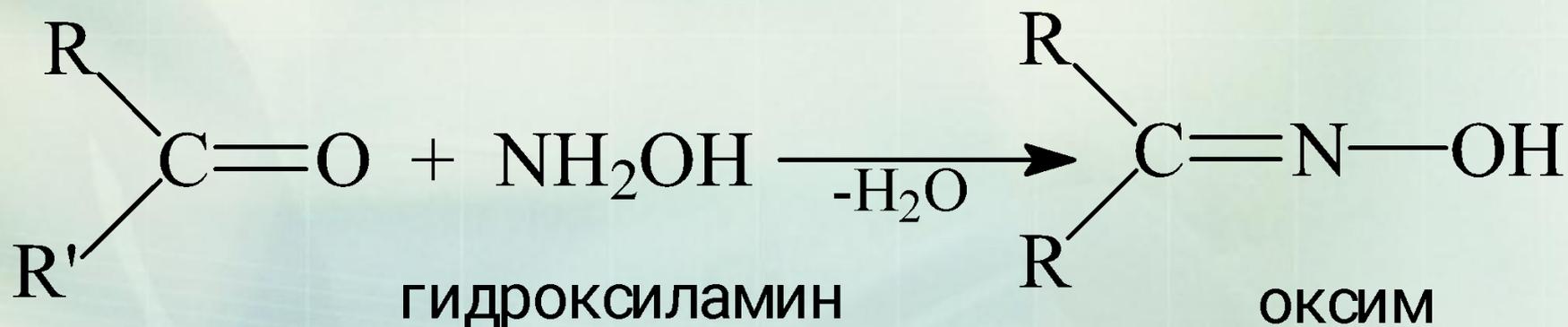


ОТЩЕПЛЕНИЕ *E*

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие с аминами



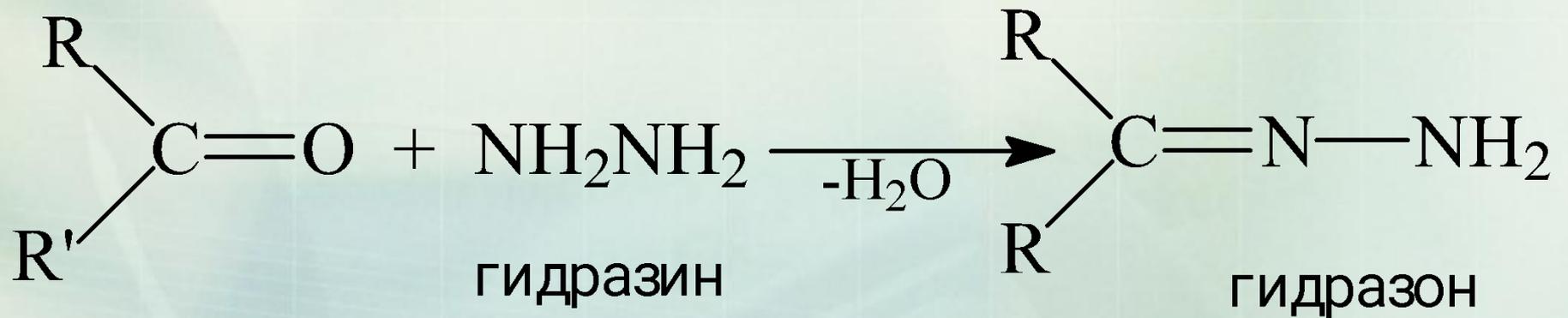
Альдегид     $\text{R}' = \text{H}$

Кетон         $\text{R}' \neq \text{H}$

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие с аминами



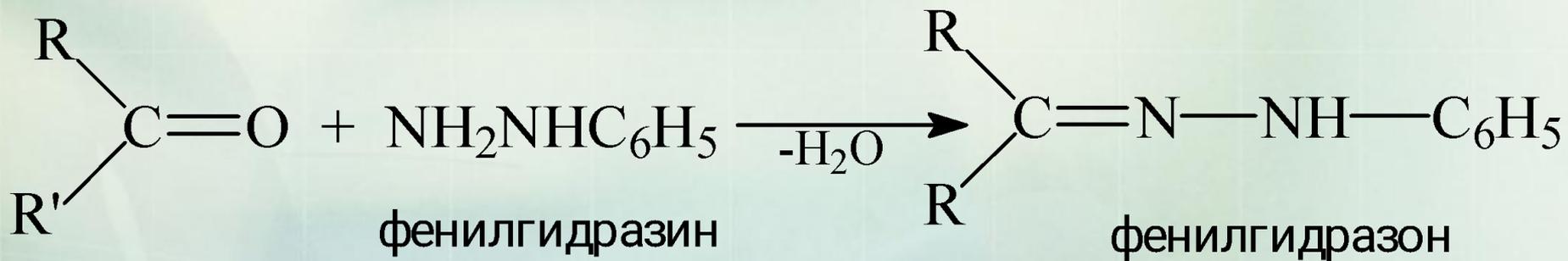
Альдегид      $\text{R}' = \text{H}$

Кетон          $\text{R}' \neq \text{H}$

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Взаимодействие с аминами



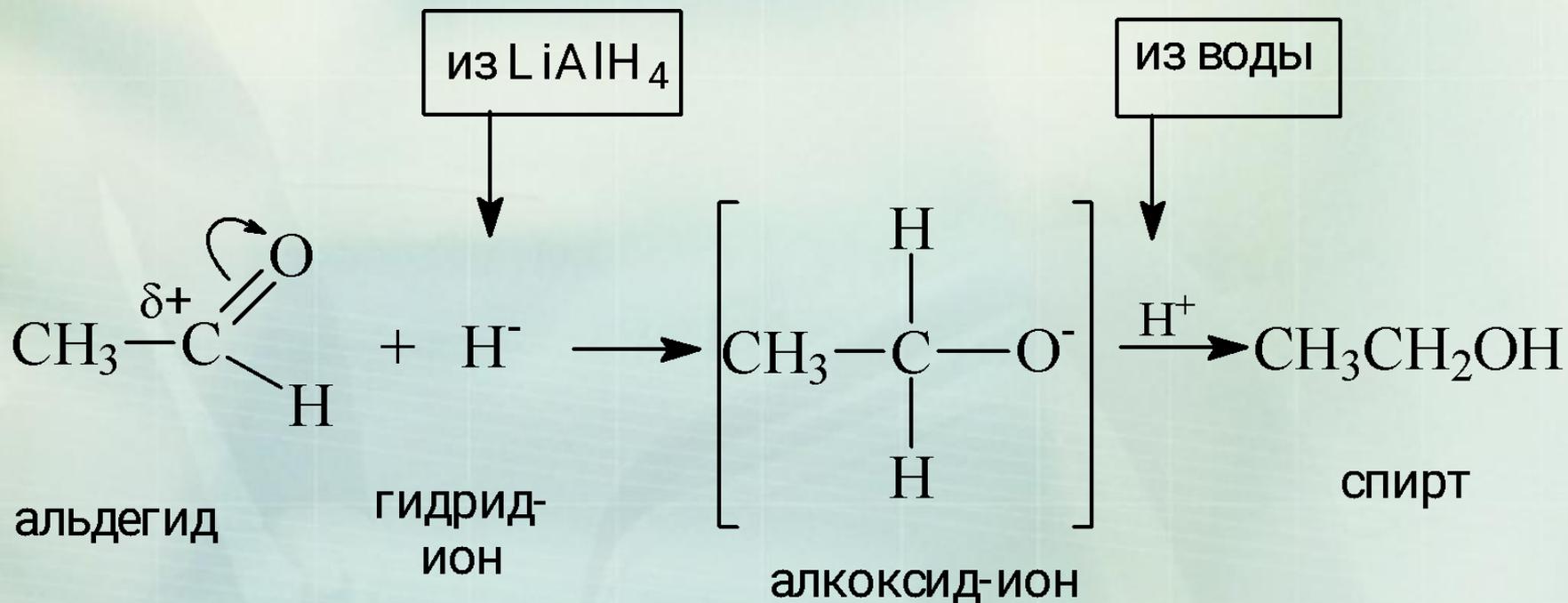
Альдегид      $\text{R}' = \text{H}$

Кетон          $\text{R}' \neq \text{H}$

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Восстановление оксосоединений

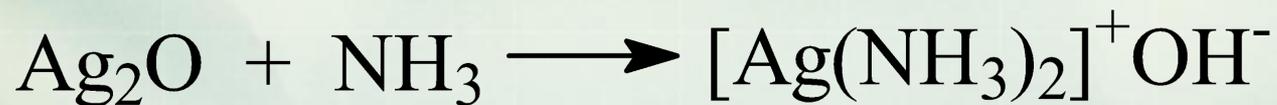


# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

---

### Реакции окисления



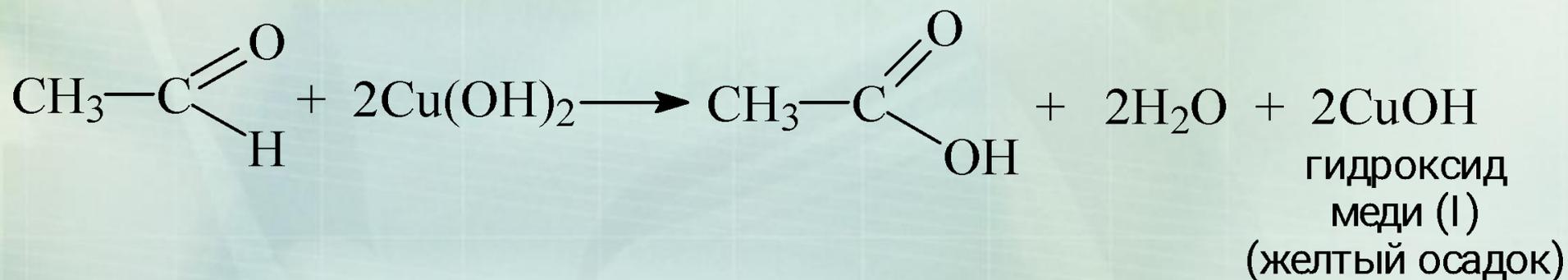
# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции окисления



гидроксид меди (II)  
(голубой осадок)



оксид  
меди (I)  
(красный  
осадок)

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Кето-енольная таутомерия

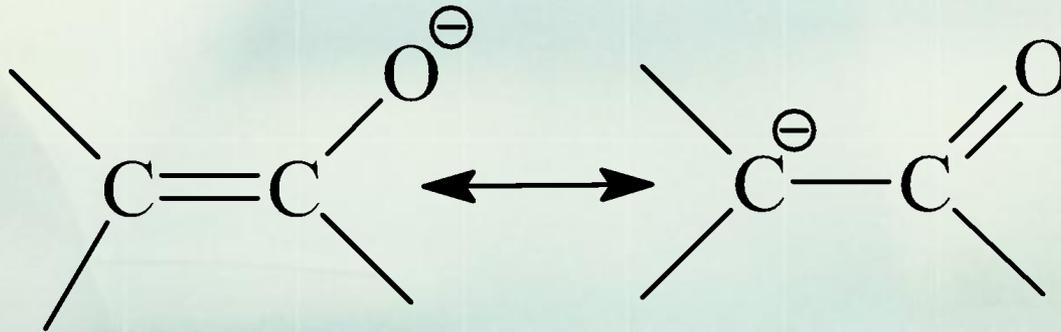


*Процесс в котором осуществляется переход кетоформы в енольную, называется енолизацией.*

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Кето-енольная таутомерия



енолят-ион



енол

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Кето-енольная таутомерия

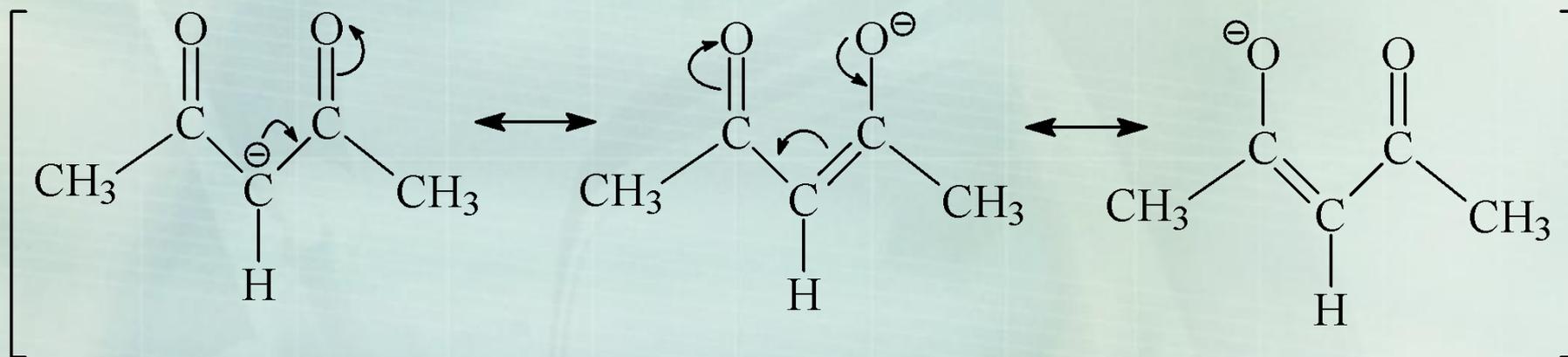
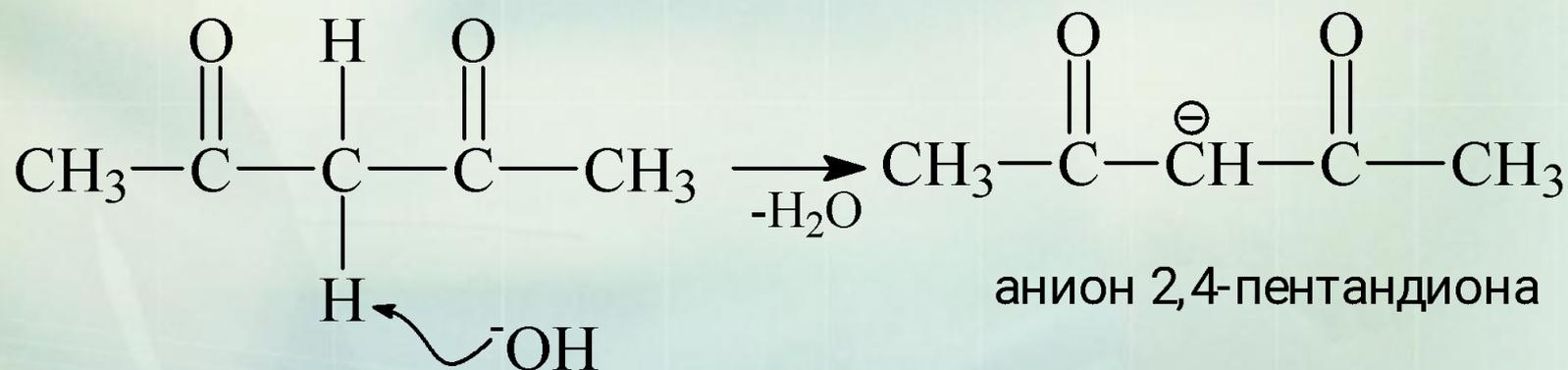
Относительные скорости образования карбанионов

Соединение	Относительная скорость
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \end{array}$	1
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{Cl} \end{array}$	$1.2 \times 10^2$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCHCl}_2 \end{array}$	$1.6 \times 10^3$
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CCH}_3 \end{array}$	$3.6 \times 10^7$
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	$2.6 \times 10^6$ 46

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

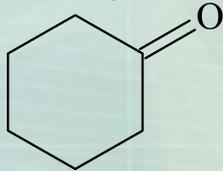
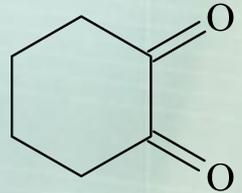
### Кето-енольная таутомерия



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

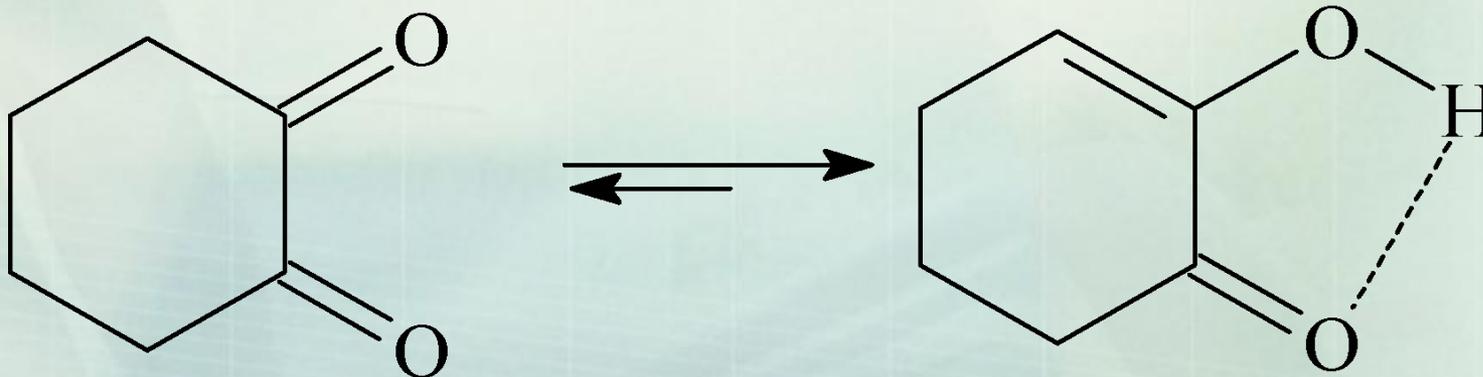
### Соотношение между енольными и кето-формами

Соединение	Структура	Енольная форма, %
Ацетон	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	0,00025
Диацетил	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	0,0056
Циклогексанон		0,020
Ацетилацетон	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	80
1,2-циклогексанандион		48 100

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Соотношение между енольными и кето-формами

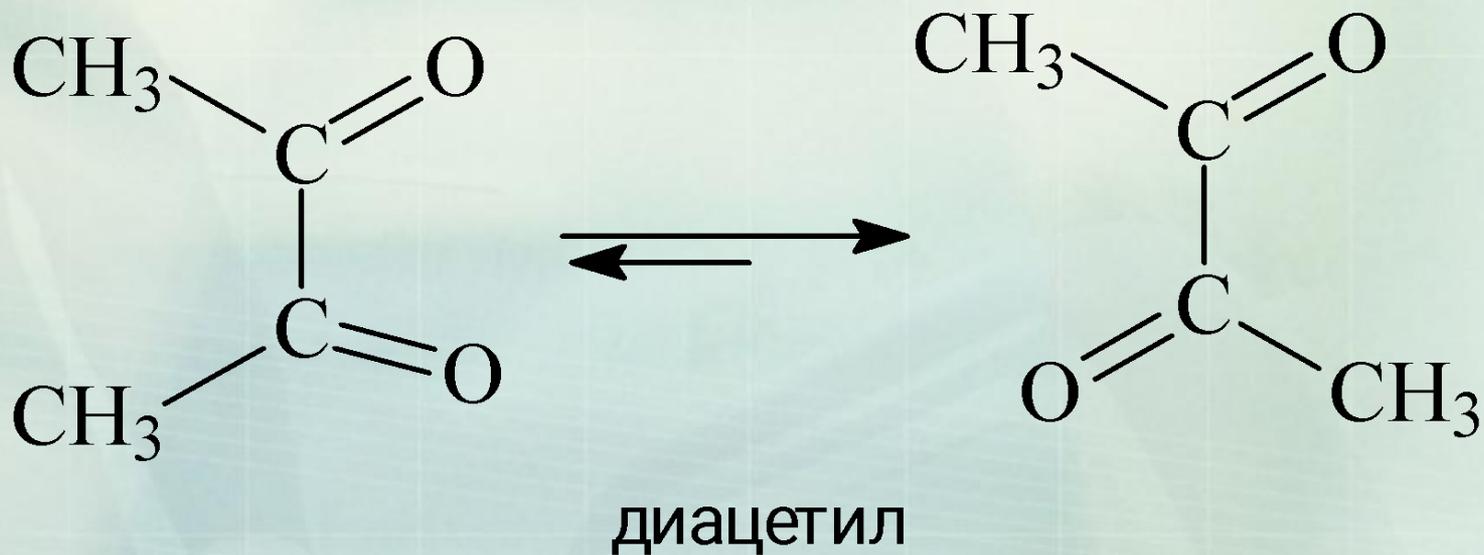


1,2-циклогександион

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

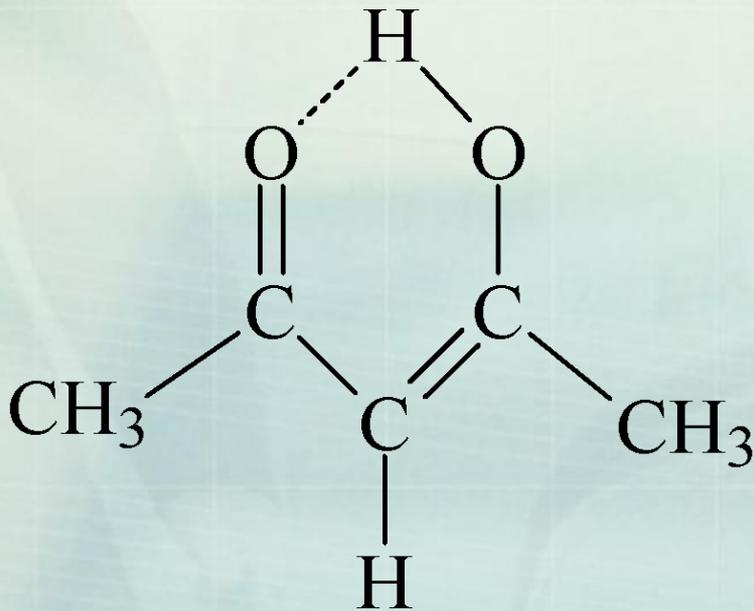
### Соотношение между енольными и кето-формами



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Соотношение между енольными и кето-формами



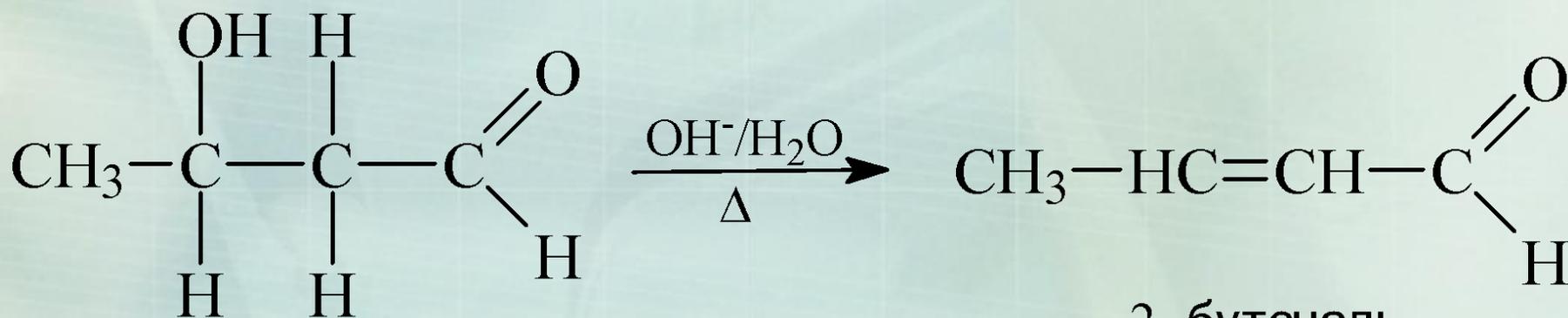
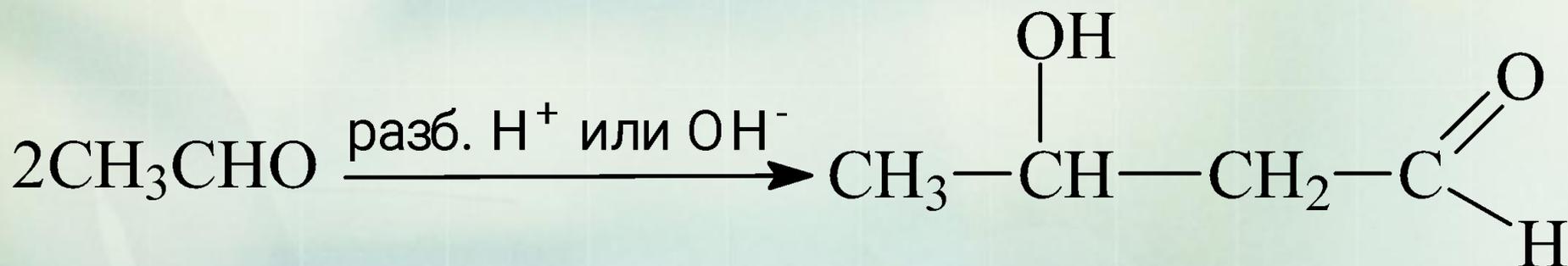
внутримолекулярная  
водородная связь в  
еноле ацетилацетона  
(2,4-пентандионе)



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Альдольная конденсация



2-оксибутаналь  
альдоль

2-бутеналь  
(кратоновый альдегид)

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

---

### Перекрестная альдольная конденсация

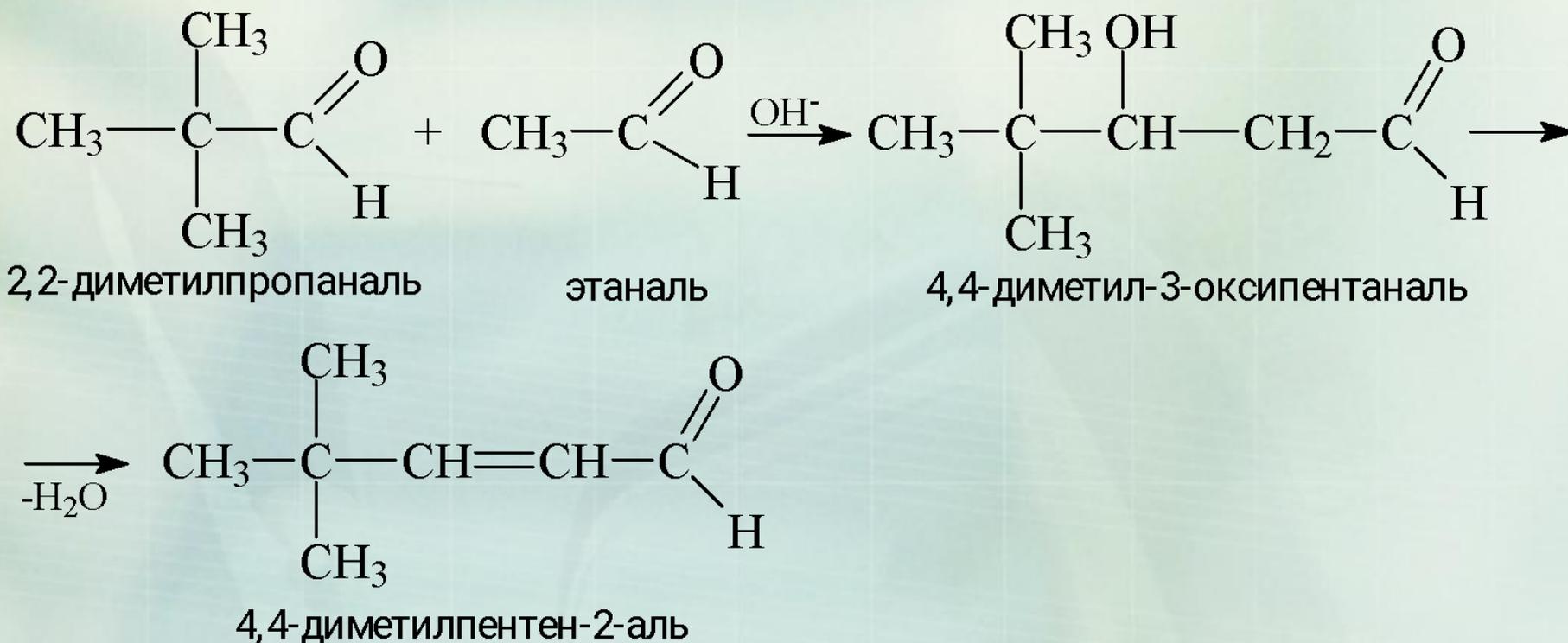
*Альдольная конденсация двух различных альдегидов называется перекрестной альдольной конденсацией*



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

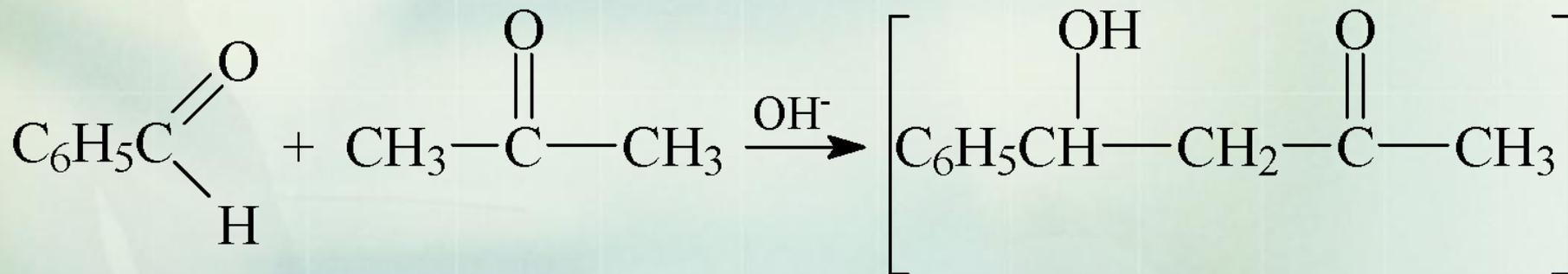
### Перекрестная альдольная конденсация



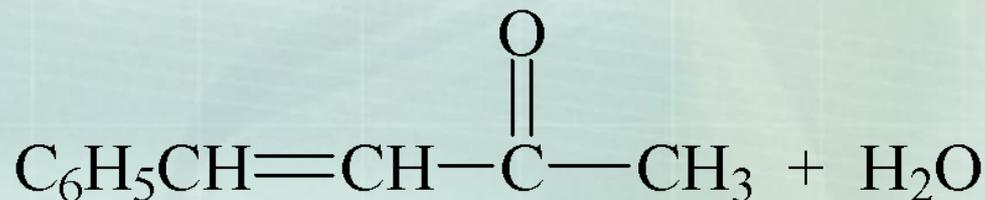
# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Перекрестная альдольная конденсация



бензальдегид

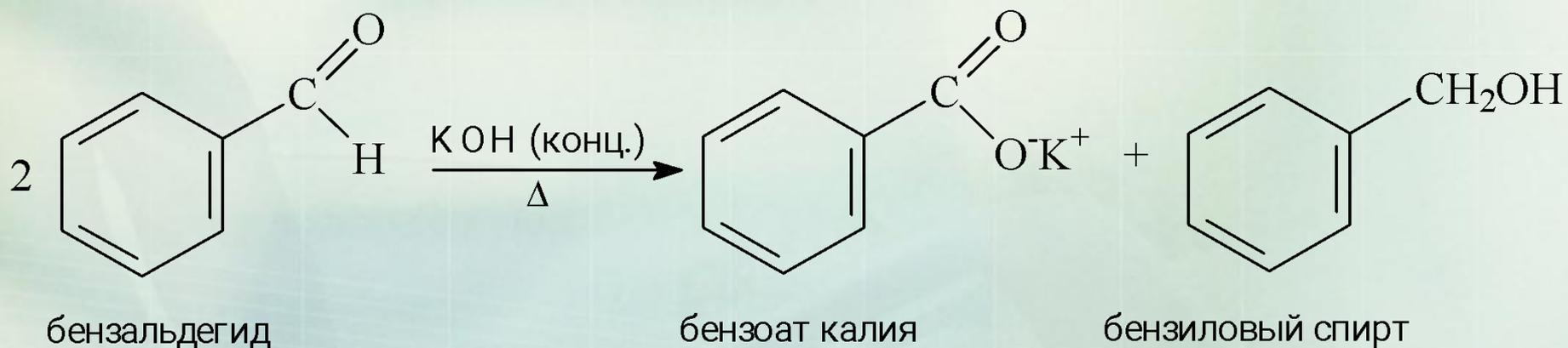


бензальацетон  
(4-фенил-3-бутен-2-он)

# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

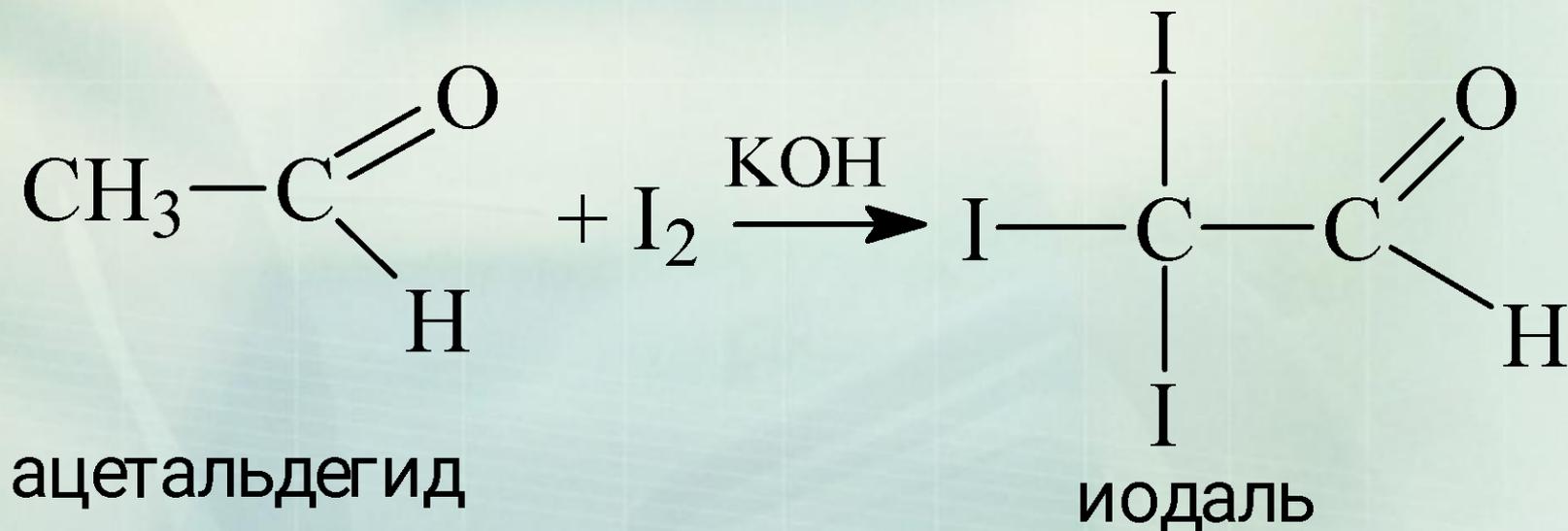
### Реакция Канниццо



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции с участием углеводородного радикала



# Карбонилсодержащие соединения.

## Химические свойства

### Реакции с участием углеводородного радикала

