

доцент , к.б.н. Егорова В.П.

# Лекция 26

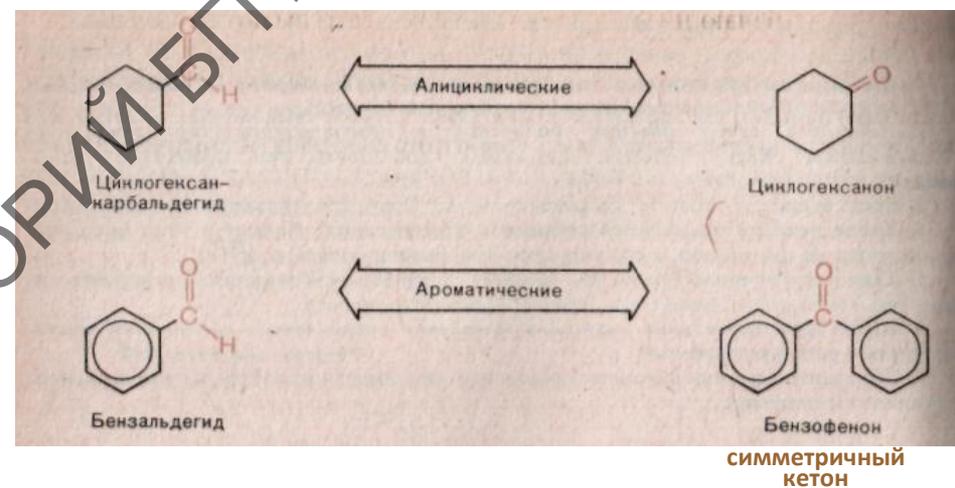
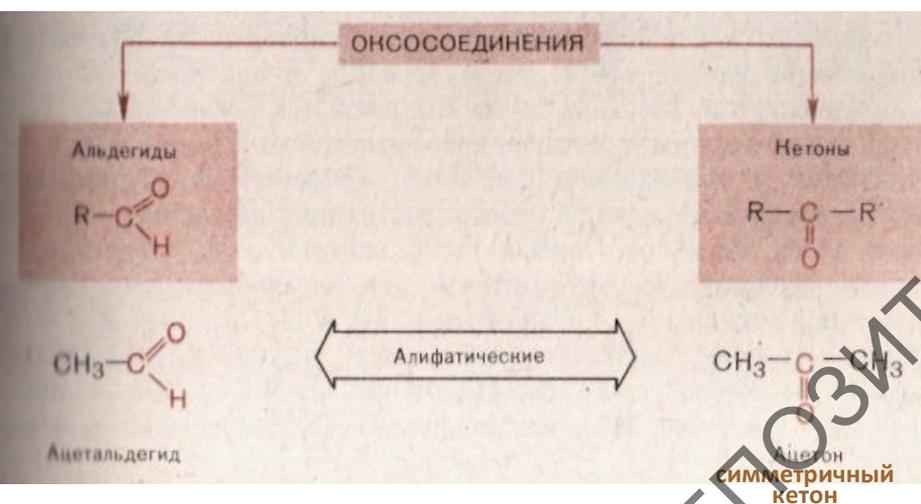
## Альдегиды и кетоны

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

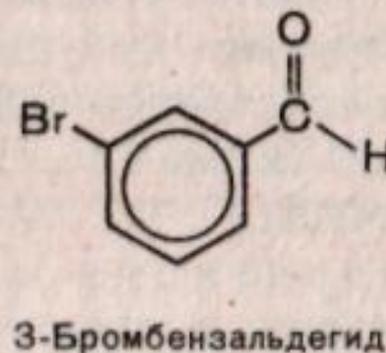
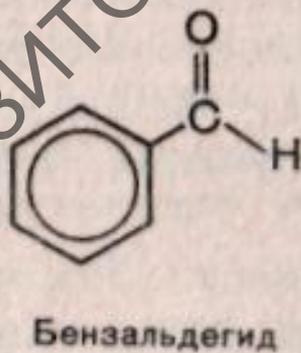
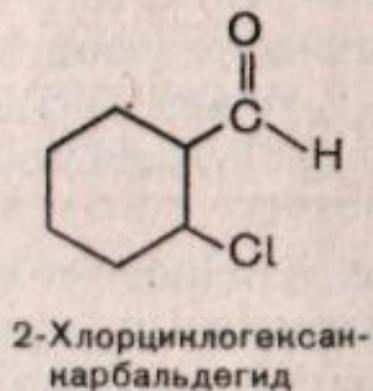
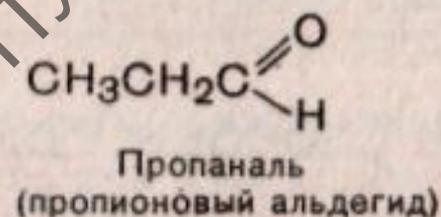
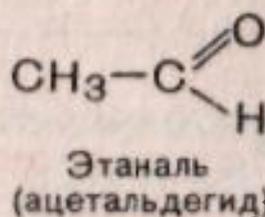
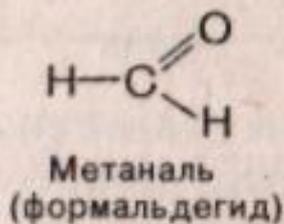
### Классификация



# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

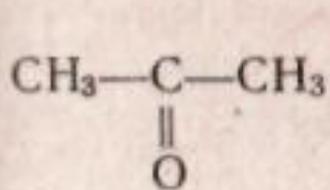
### Номенклатура альдегидов



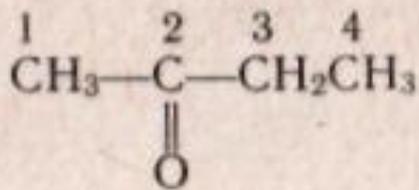
# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Номенклатура кетонов



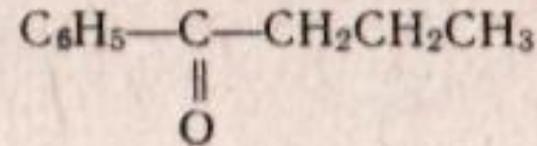
Пропанон,  
диметилкетон  
(ацетон)



Бутанон,  
метилэтилкетон



Дифенилкетон  
(бензофенон)



Пропилфенилкетон

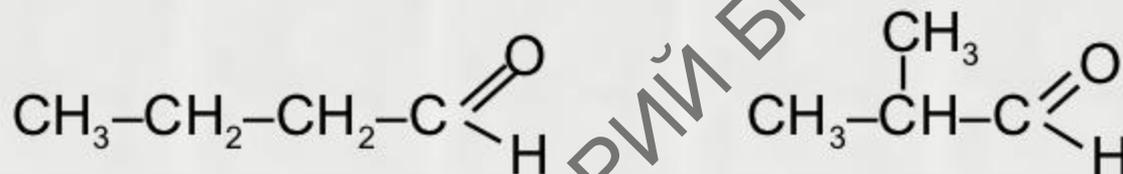
РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Отдельные представители		Физические свойства	
название	формула	т. пл., °С	т. кип., °С
<b>Альдегиды</b>			
Метаналь (муравьиный альдегид, формальдегид)	$\text{HCH=O}$	-118	-19
Этаналь (уксусный альдегид, ацетальдегид)	$\text{CH}_3\text{CH=O}$	-123	20
Пропаналь (пропионовый альдегид)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH=O}$	-81	49
Бутаналь (масляный альдегид)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH=O}$	-99	76
Пропеналь (акролеин)	$\text{CH}_2=\text{CHCH=O}$	-87	53
Бутен-2-аль (кротоновый альдегид)	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH=O}$	-77	104
Бензальдегид	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH=O}$	-26	179
<b>Кетоны</b>			
Пропанон (ацетон)	$\text{CH}_3\text{C(O)CH}_3$	-95	56
Бутанон (метилэтилкетон)	$\text{CH}_3\text{C(O)CH}_2\text{CH}_3$	-86	80
Ацетофенон (метилфенилкетон)	$\text{CH}_3\text{C(O)C}_6\text{H}_5$	20	202

## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

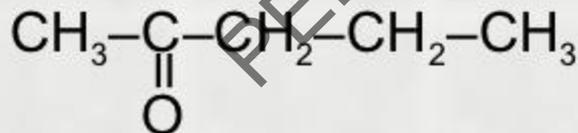
### ИЗОМЕРИЯ

Изомерия альдегидов обусловлена строением углеводородного радикала.

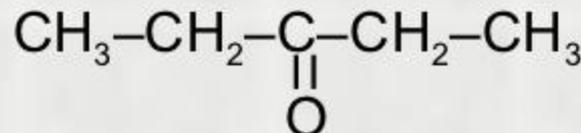


Изомерия кетонов обусловлена двумя причинами:

1. строением радикалов
2. положением кетогруппы внутри углеродной цепи



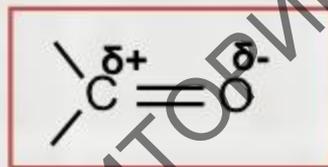
**пентанон-2**



**пентанон-3**

## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

$T_{\text{кип}}$  альдегидов >  $T_{\text{кип}}$  соединений со сравни-  
и кетонов мой молекулярной массой



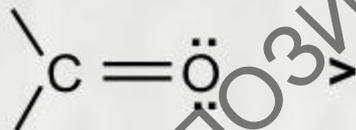
## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

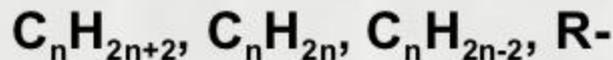
Растворимость  
альдегидов и  
кетонов

>

Растворимость  
углеводородов и  
галогенпроизводных  
со сравнимой Mr



до C<sub>5</sub>



X

(X = Cl, Br, J)

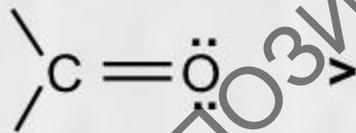
## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

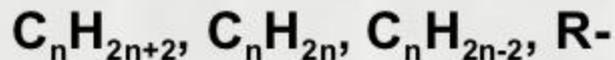
Растворимость  
альдегидов и  
кетонов

>

Растворимость  
углеводородов и  
галогенпроизводных  
со сравнимой Mr



до C<sub>5</sub>



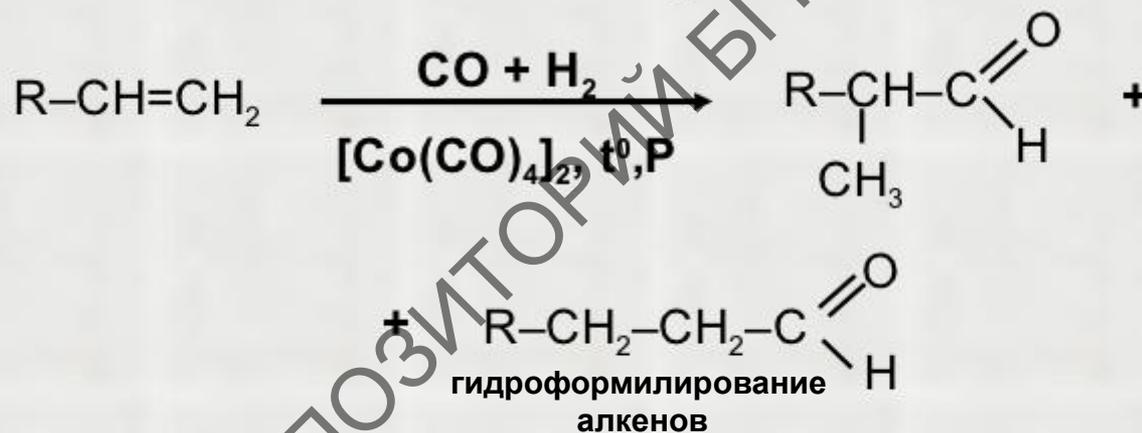
X

(X = Cl, Br, J)



## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ: ПОЛУЧЕНИЕ

4. Присоединение (CO + H<sub>2</sub>) к алкенам:



# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Получение альдегидов и кетонов

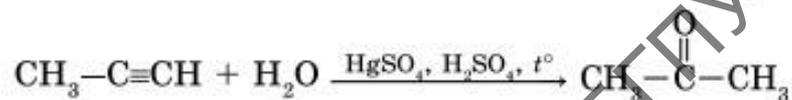
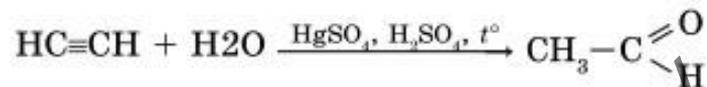


Схема реакции гидратации алкинов

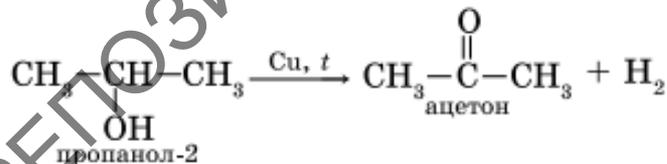
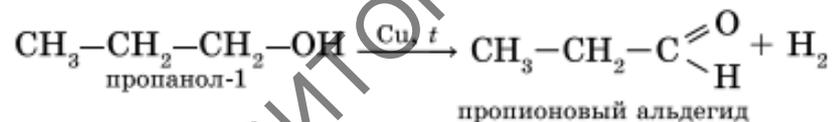


Схема реакций получения альдегидов и кетонов окислением спиртов

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Получение альдегидов и кетонов

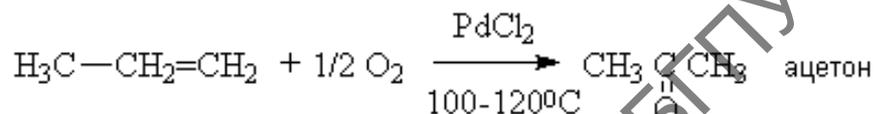
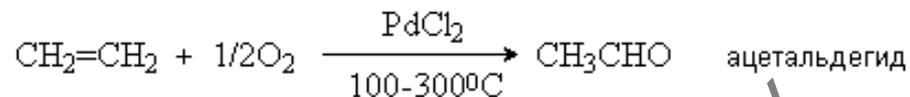


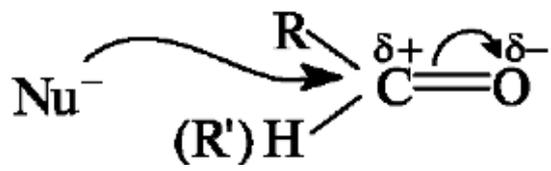
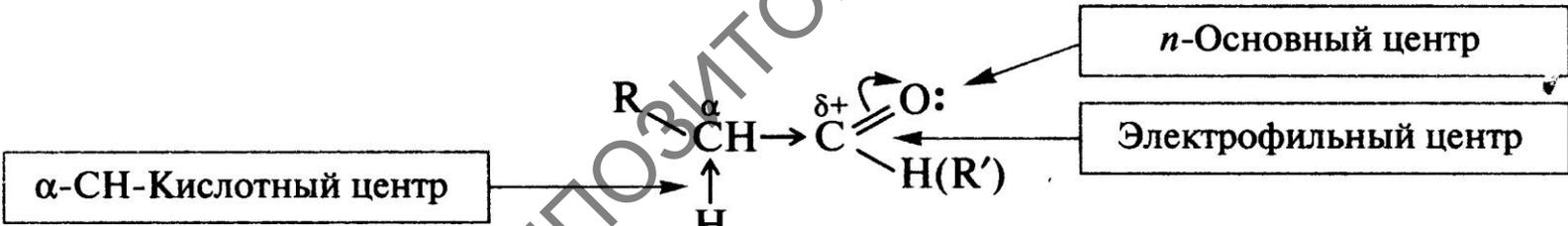
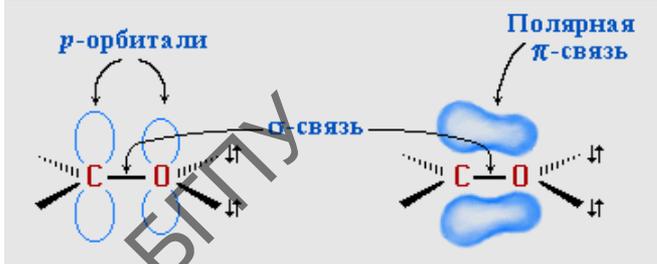
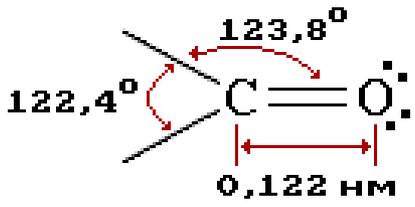
Схема реакций получения альдегидов и кетонов каталитическим окислением алкенов (Вакер-процесс)



Схема реакций получения альдегидов и кетонов гидролизом **геминальных** дигалогенпроизводных алканов

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны: электронно-структурная формула



# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Реакции нуклеофильного присоединения: общие закономерности

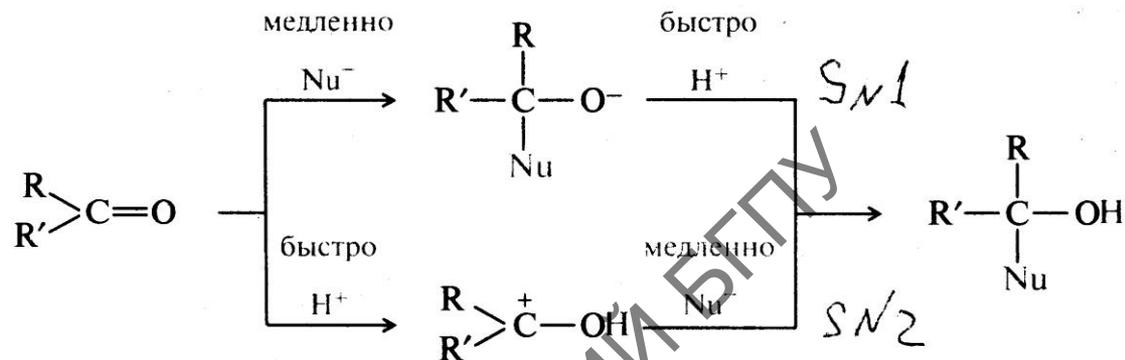
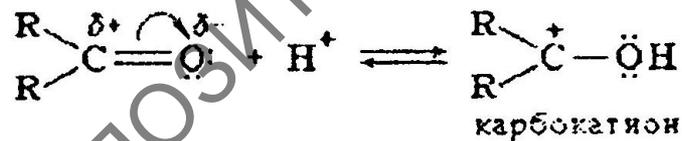


Схема реакции карбонильного присоединения

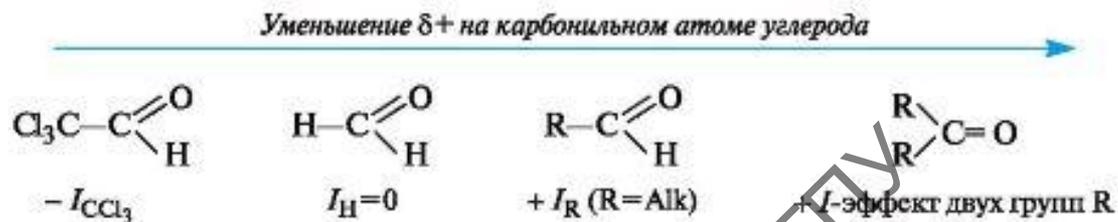


Механизм образования карбокатиона при кислотном катализе реакций  $A_N$

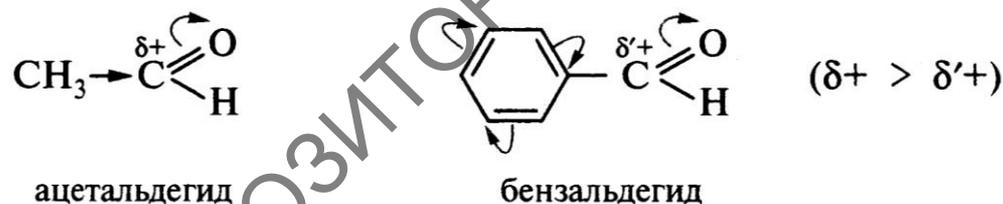
# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Реакции нуклеофильного присоединения: влияние радикала



Влияние природы алкильного радикала на скорость реакции карбонильных соединений

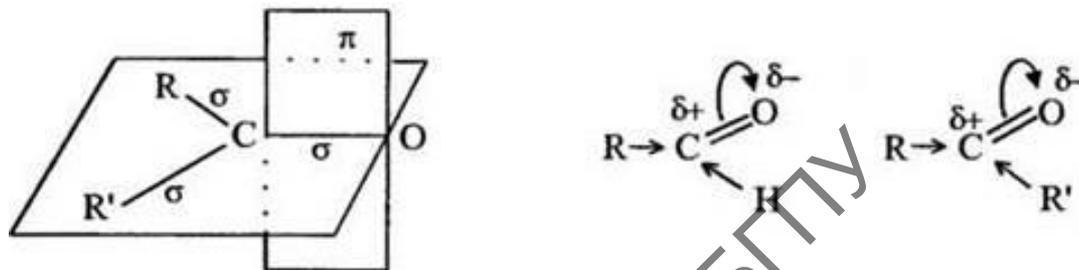


Влияние арильного радикала на скорость реакций нуклеофильного присоединения карбонильных соединений

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Реакции нуклеофильного присоединения: общие закономерности



Сравнительная химическая активность альдегидов и кетонов



Влияние стерического фактора на скорость реакций нуклеофильного присоединения карбонильных соединений

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Реакции нуклеофильного присоединения с O-содержащими нуклеофилами

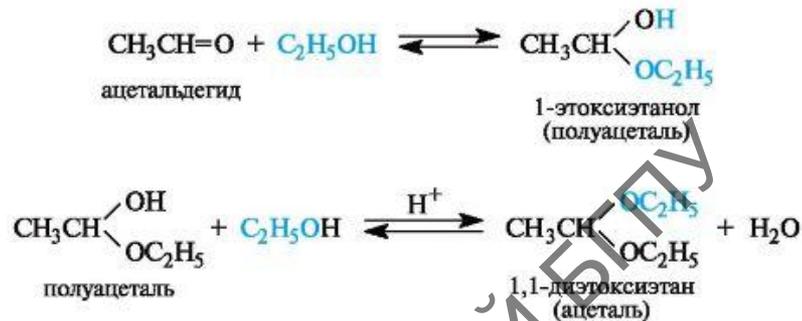
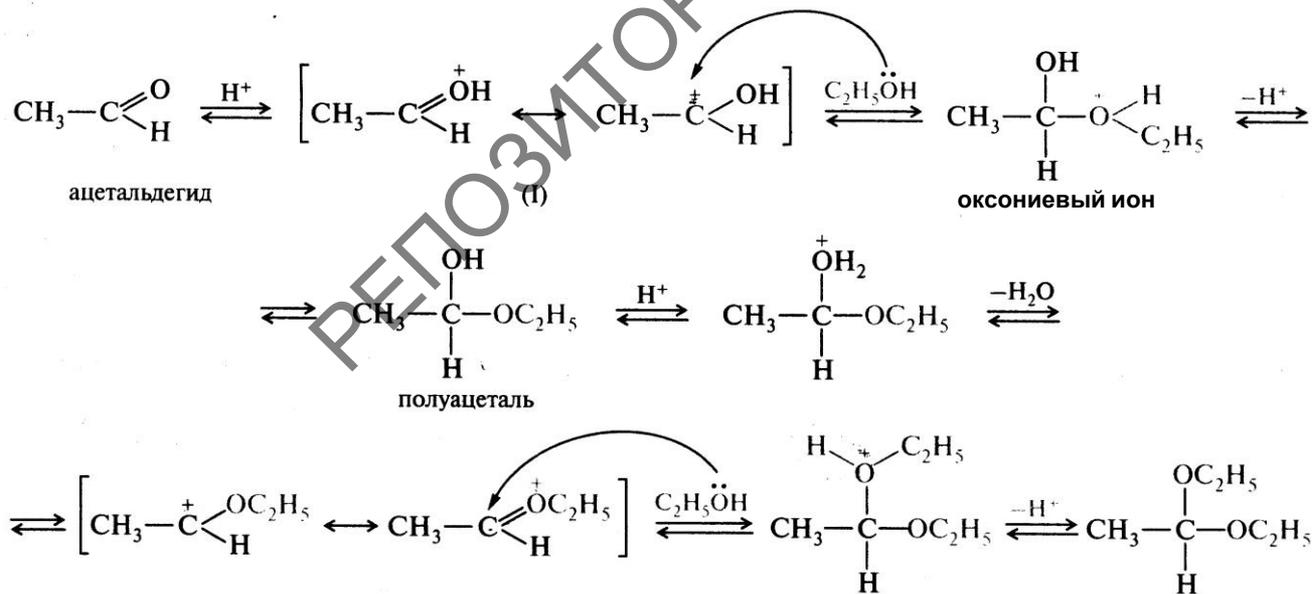


Схема реакции получения ацеталей из альдегидов и кетонов



Механизм реакции получения ацеталей из альдегидов и кетонов

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Реакции нуклеофильного присоединения с O-содержащими нуклеофилами

- Образование ацеталей является обратимой реакцией, поэтому ацетали способны гидролизоваться в кислой среде.
- Ацетали устойчивы к щелочному гидролизу, что позволяет использовать реакцию **ацетализации** для защиты **карбонильной группы**.
- В целях **защиты** карбонильной группы получают **циклические ацетали**, используя в качестве нуклеофильного кислородсодержащего реагента **этиленгликоль** (диол).
- По приведенной ниже последовательности реакций можно проследить осуществление селективного восстановления сложноэфирной группы при одновременном сохранении в молекуле кетонной группы:



- Карбонильная группа превращается в ацетальную с помощью кислотнокатализируемой реакции с **этиленгликолем**.
- Поскольку ацетали **устойчивы** к действию самых разных **нуклеофилов**, сложноэфирную группу восстанавливают до спиртовой с помощью **гидридного восстановителя** (нуклеофил).
- Получаемый при этом спирт отличается от требуемого продукта лишь наличием ацетальной защиты, но последняя легко удаляется кислотнокатализируемым гидролизом.

# Лекция 26

## Альдегиды и кетоны

### Реакции нуклеофильного присоединения: гидратация

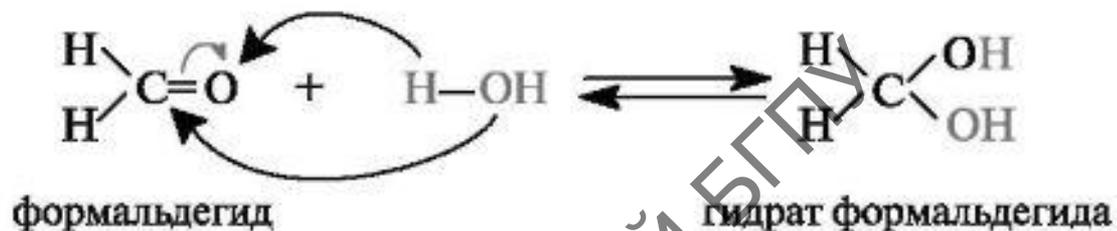


Схема реакции гидратации альдегидов и кетонов

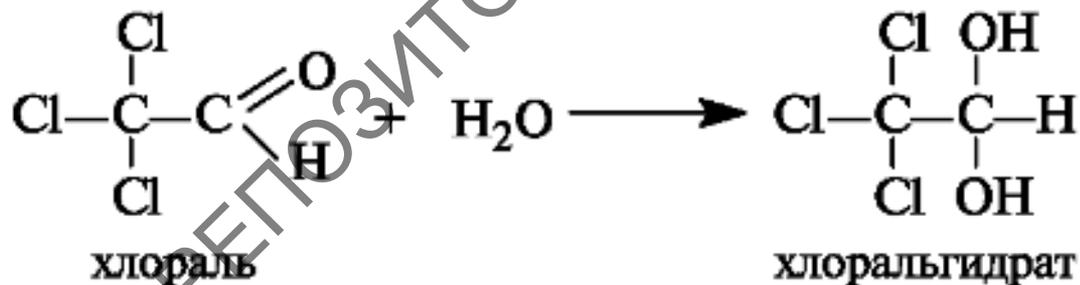
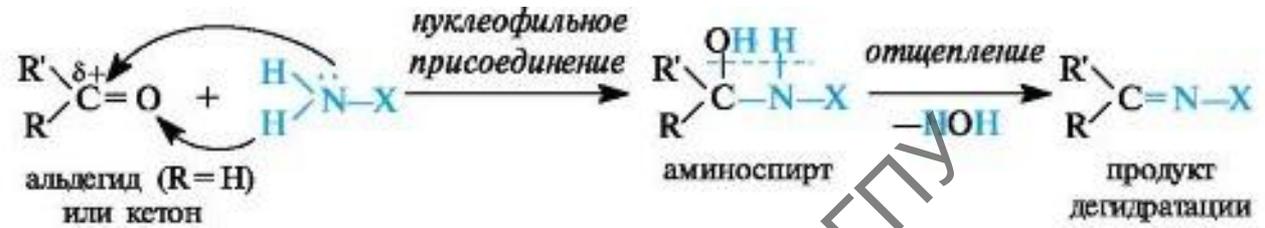


Схема реакции гидратации трихлоруксусного альдегида (хлоралья)

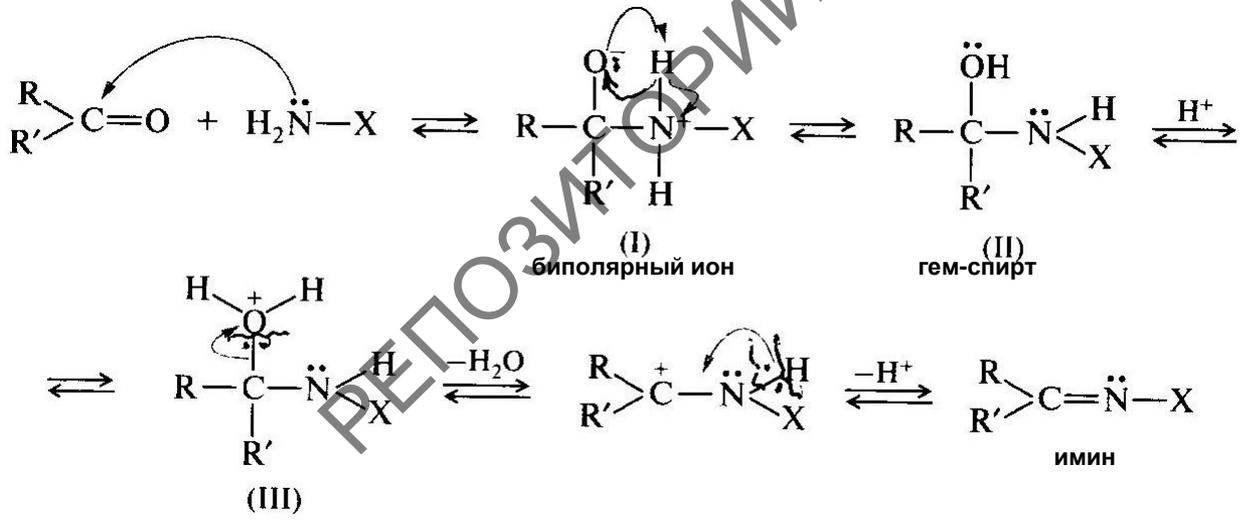
# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с N-содержащими нуклеофилами



Общая схема реакции взаимодействия карбонильных соединений с N-содержащими нуклеофилами



Механизм реакции взаимодействия карбонильных соединений с N-содержащими нуклеофилами

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с N-содержащими нуклеофилами

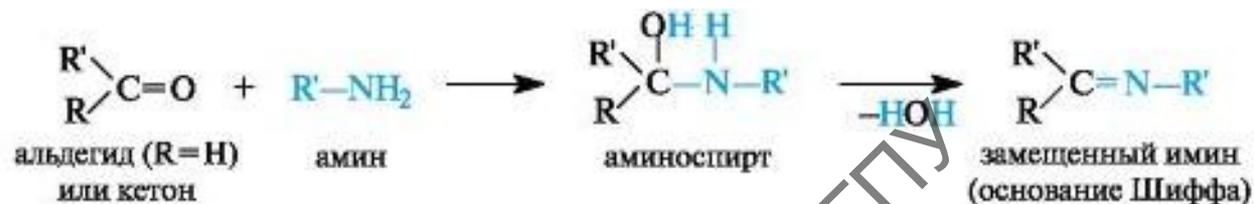


Схема реакции взаимодействия карбонильных соединений с первичными аминами



Схема реакции взаимодействия карбонильных соединений с гидразином

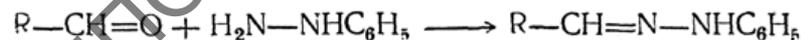


Схема реакции взаимодействия карбонильных соединений с замещенными гидразинами

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с N-содержащими нуклеофилами

*Арилгидразоны* представляют собой хорошо кристаллизующиеся соединения с четкими температурами плавления. Благодаря этому, *арилгидразоны* используют для:

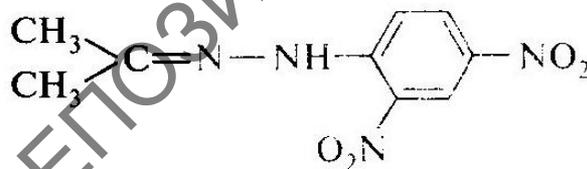
- открытия альдегидов и кетонов;
- выделения карбонильных соединений из смесей с другими веществами;
- получения их в чистом виде.



фенилгидразон бензальдегида,  
т. пл. 158 °С



4-нитрофенилгидразон пропаналя,  
т. пл. 124 °С



2,4-динитрофенилгидразон ацетона,  
т. пл. 126°С

Арилгидразоны с четкими температурами плавления

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с S-содержащими нуклеофилами

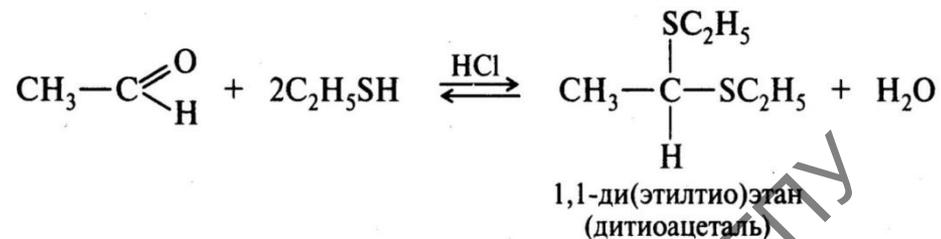


Схема реакции карбонильных соединений с тиолами с образованием дитиоацеталей

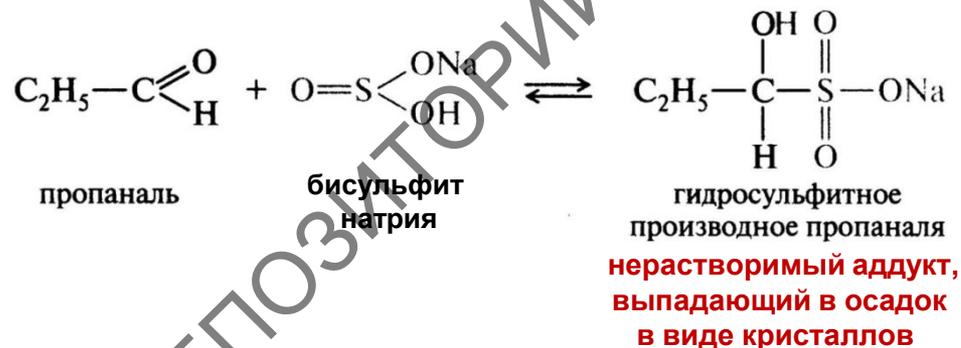


Схема реакции карбонильных соединений с гидросульфитом натрия

- Присоединение идет через более нуклеофильный атом серы, а не кислорода, хотя на нем и имеется отрицательный заряд. Образуются производные алкансульфоокислот (соли алканоксисульфоокислот).
- Образующиеся **аддукты** нерастворимы в насыщенном растворе бисульфита натрия или спиртах и выпадают в осадок в виде кристаллов.
- Так можно отделять карбонильные соединения из смеси со спиртами. Карбонильное соединение выделяется в свободном виде из аддукта при обработке его кислотой.

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с С-содержащими нуклеофилами

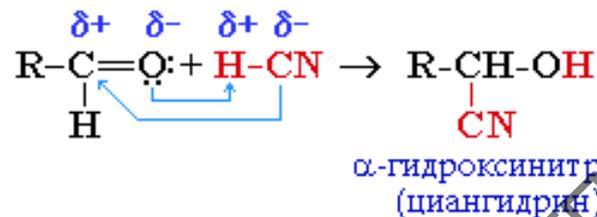
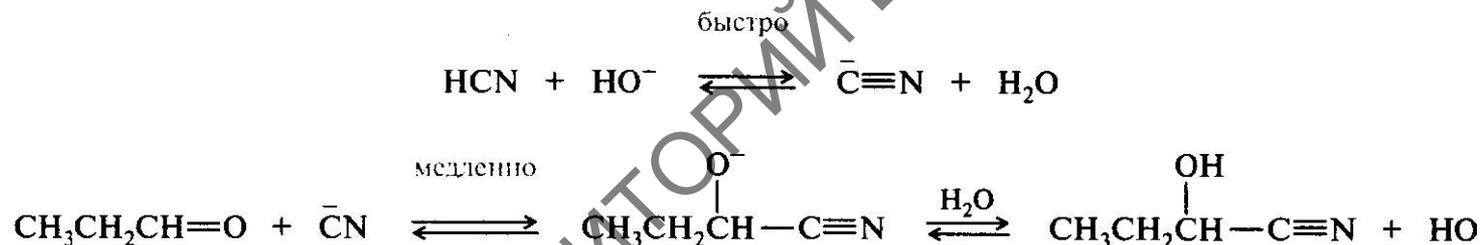


Схема реакции карбонильных соединений с цианводородной кислотой



Механизм реакции карбонильных соединений с цианводородной кислотой

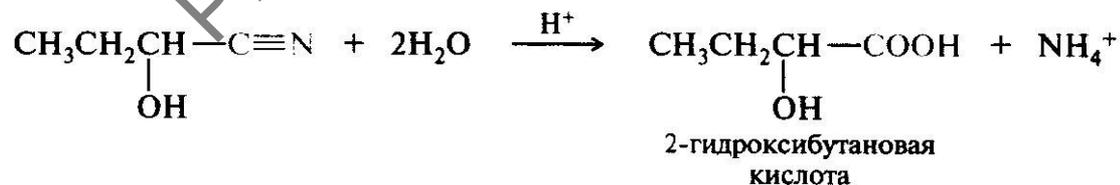


Схема реакции гидролиза гидроксинитрилов до α-гидроксикарбоновой кислоты

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с С-содержащими нуклеофилами

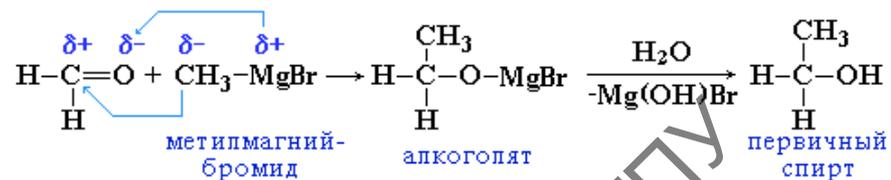


Схема реакции присоединения реактива Гриньяра с образованием первичного спирта

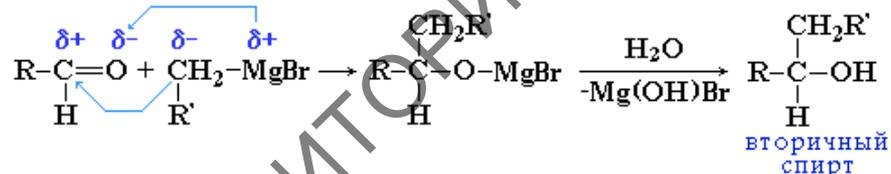


Схема реакции присоединения реактива Гриньяра с образованием вторичного спирта

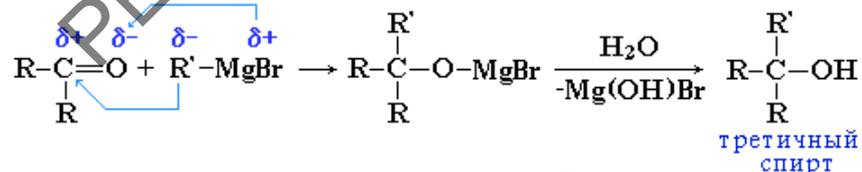


Схема реакции присоединения реактива Гриньяра с образованием третичного спирта

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

### Реакции с С-содержащими нуклеофилами

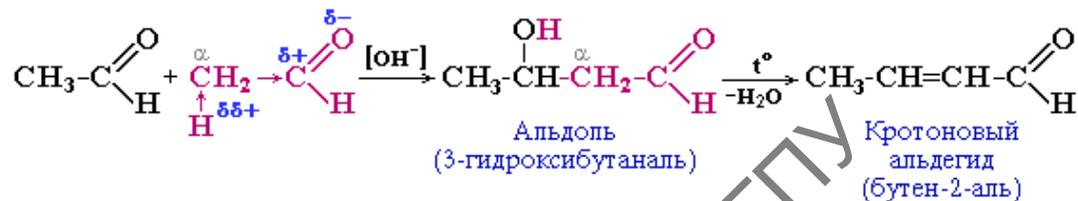
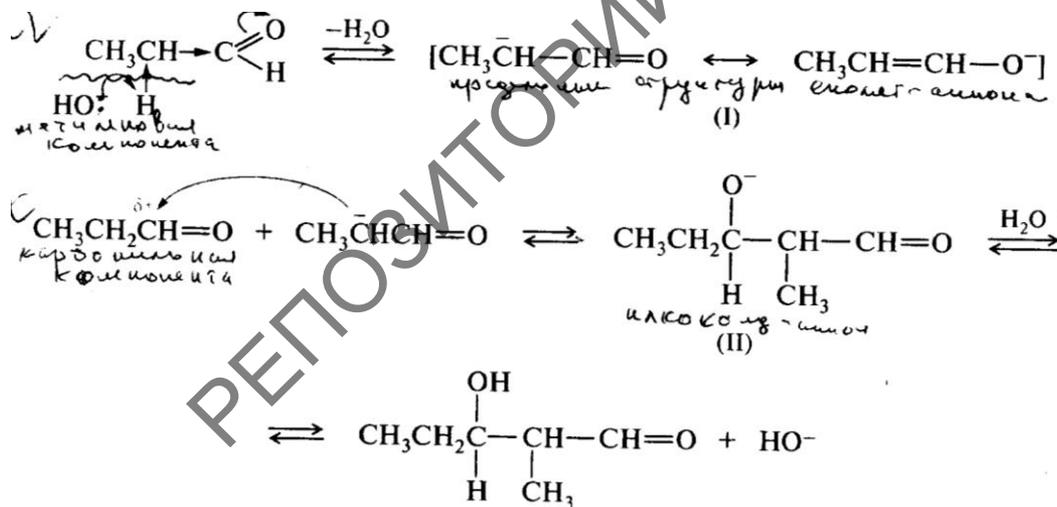


Схема реакции альдольно-кротоновой конденсации

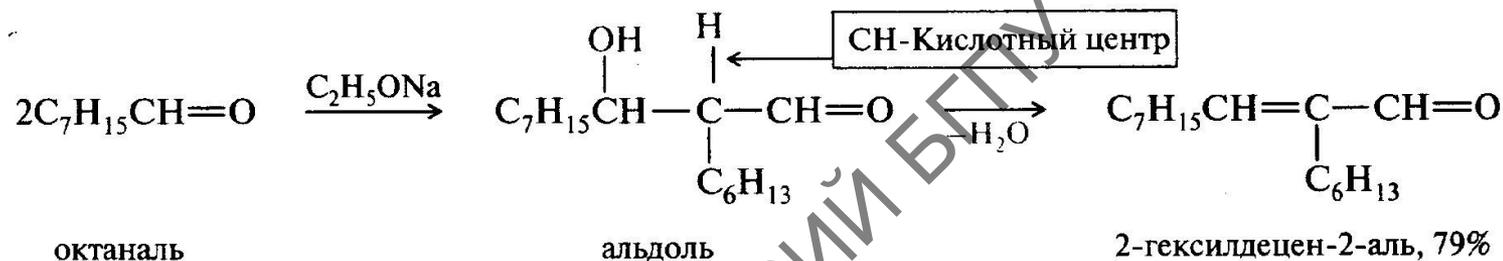


Механизм реакции альдольной конденсации

# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

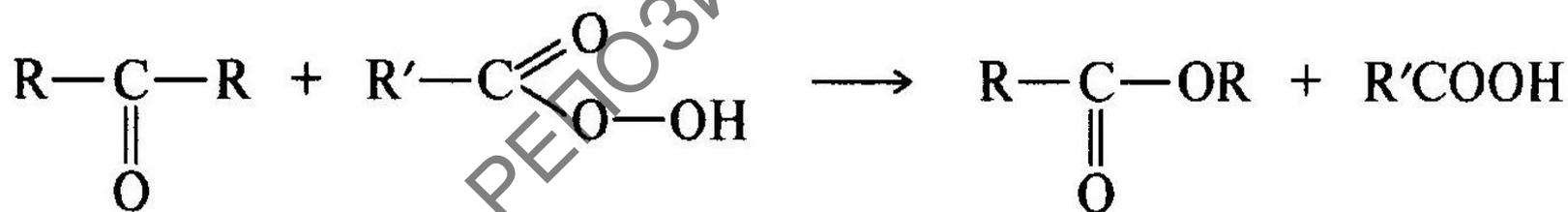
### Реакции с С-содержащими нуклеофилами



# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

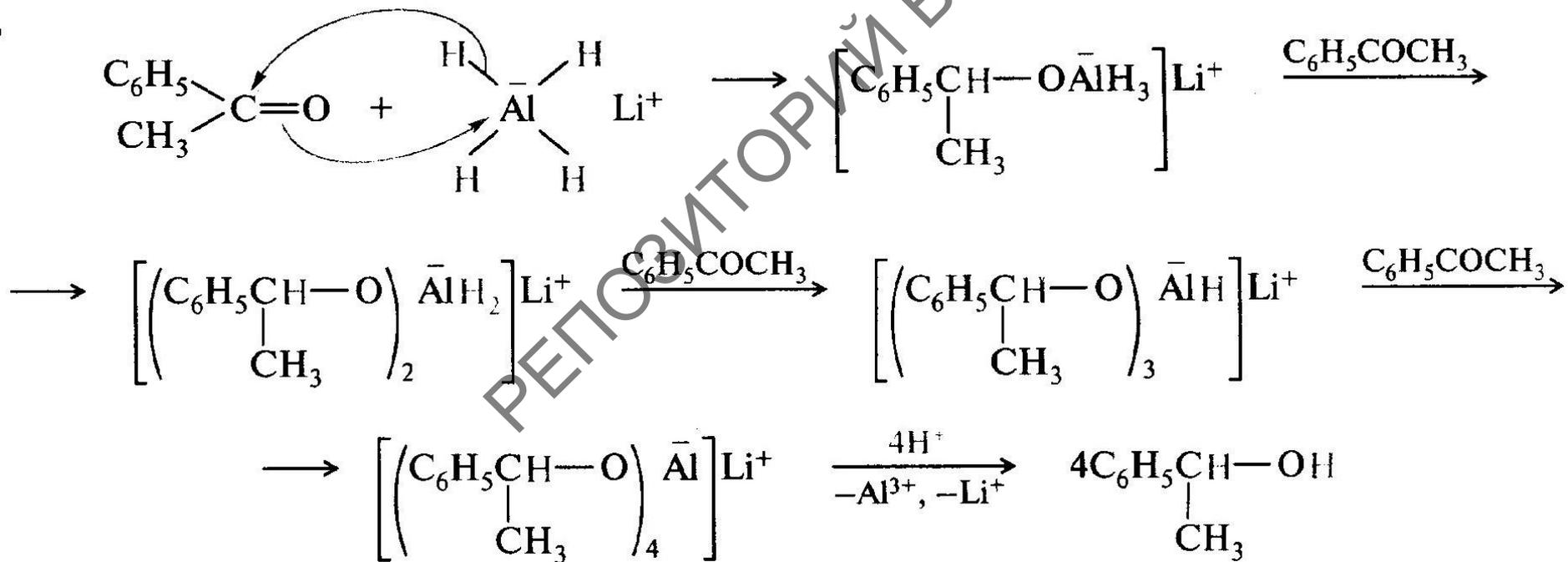
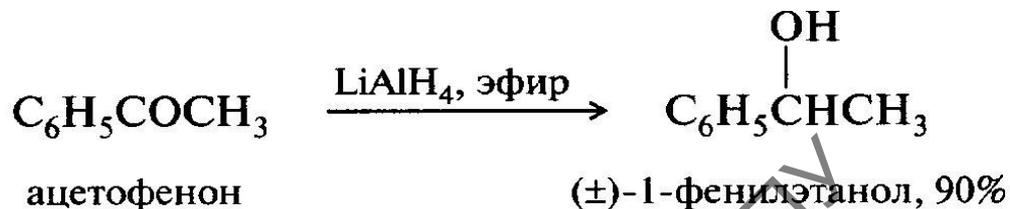
### Реакции окисления



# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

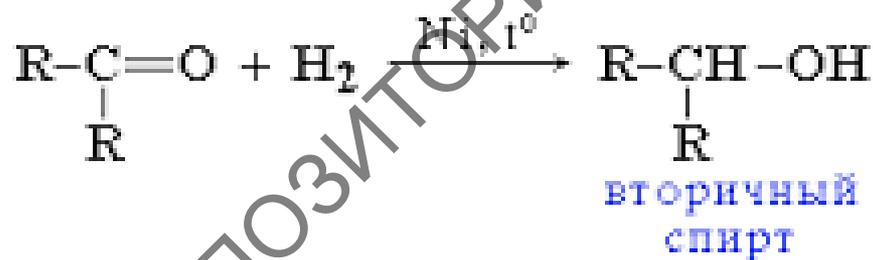
### Реакции восстановления



# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

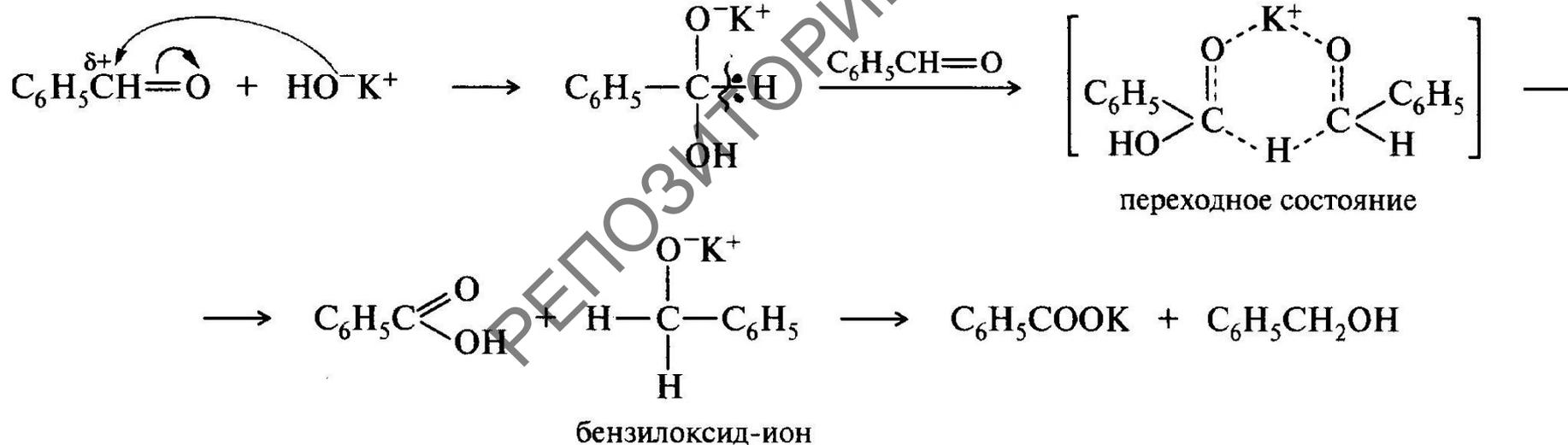
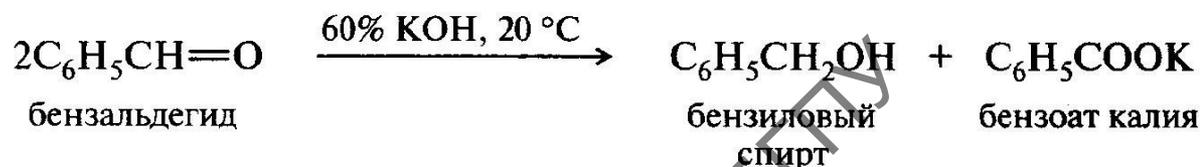
### Реакции восстановления: каталитическое гидрирование



# Лекция 26а

## Альдегиды и кетоны

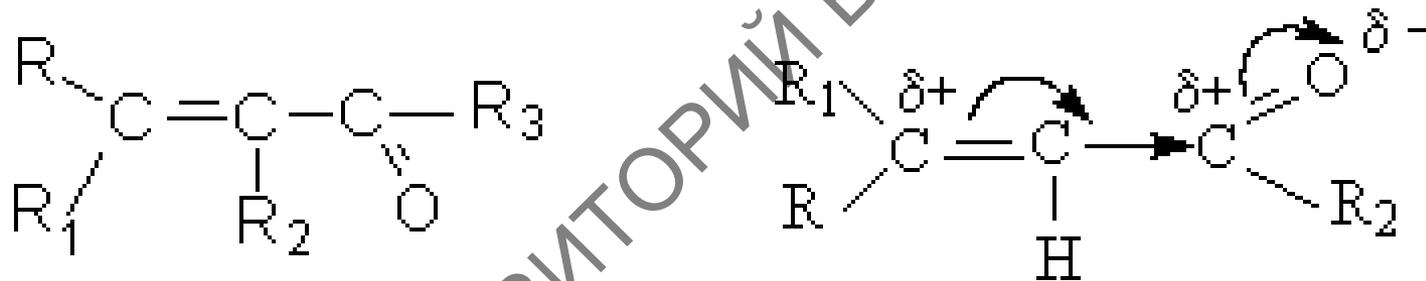
### Реакция Канниццаро (диспропорционирования)



# Лекция 26 Б

## Непредельные альдегиды и кетоны

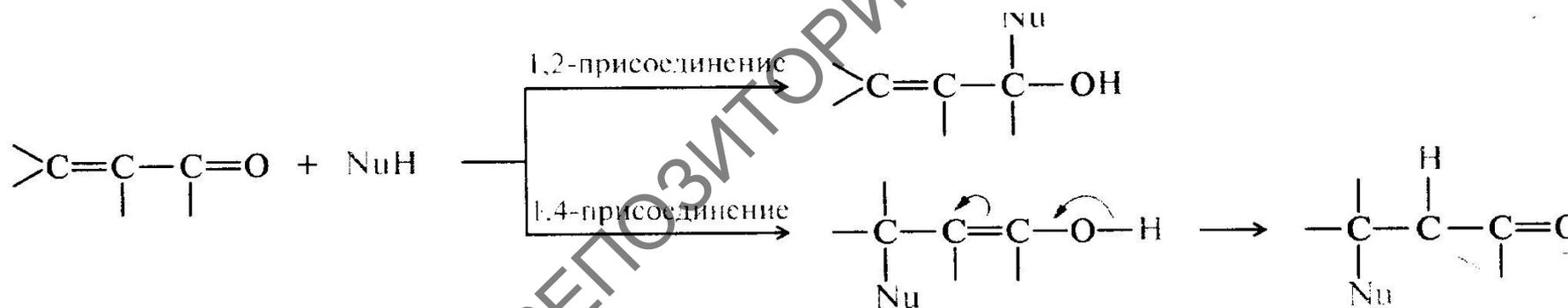
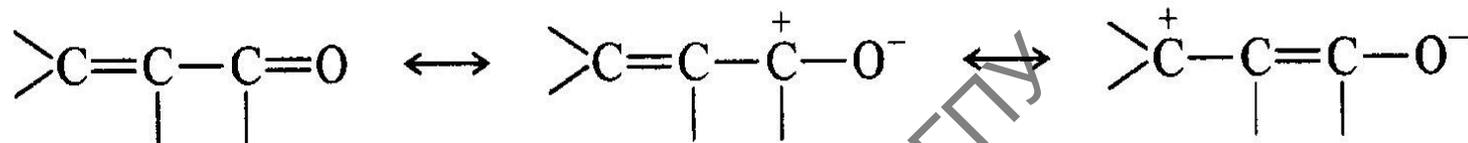
### $\alpha,\beta$ -непредельные карбонильные соединения



# Лекция 26 Б

## Непредельные альдегиды и кетоны

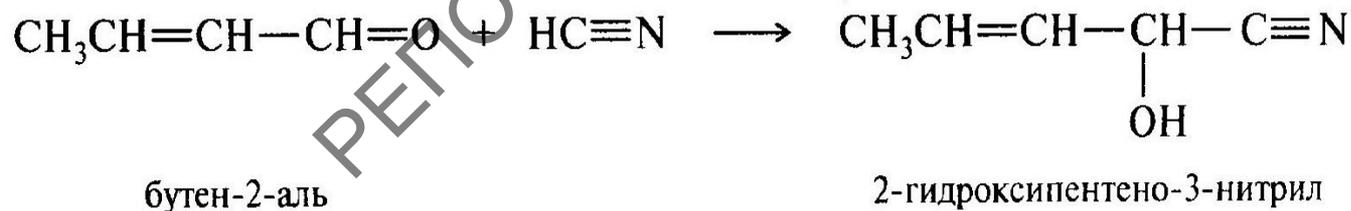
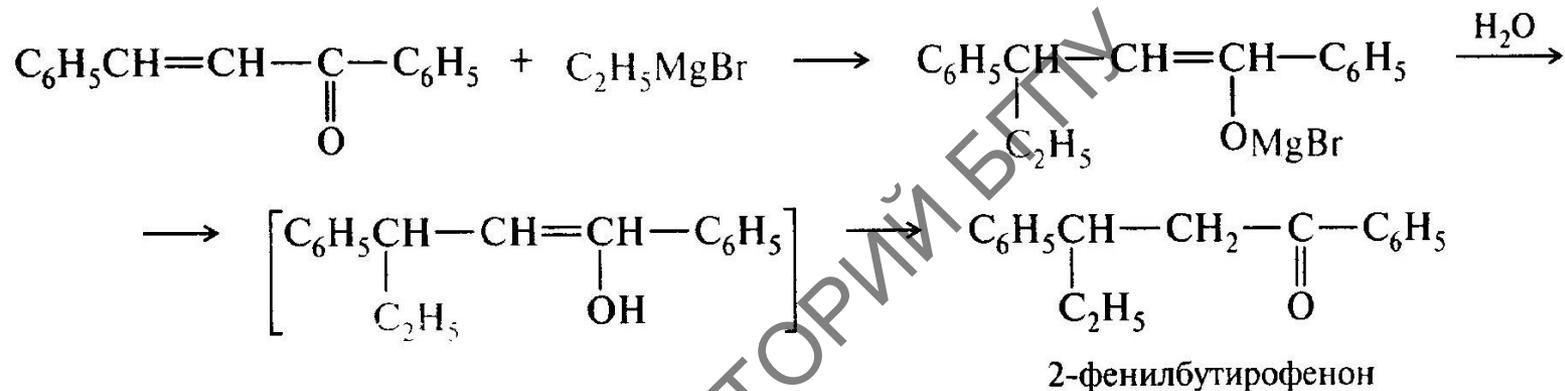
### $\alpha,\beta$ -непредельные карбонильные соединения

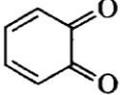
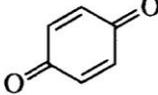
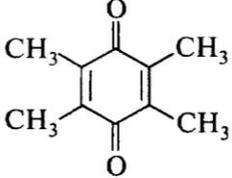
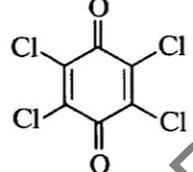
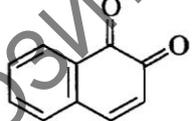
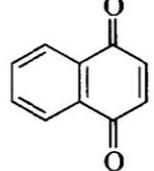
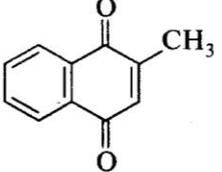
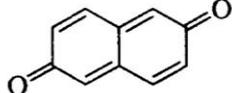


# Лекция 26 Б

## Непредельные альдегиды и кетоны

### $\alpha,\beta$ -непредельные карбонильные соединения

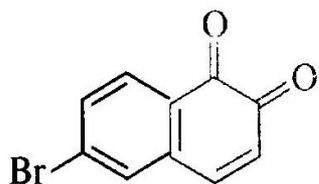


Название	Формула	Т. пл., °С	Окислительно-восстановительный потенциал $E^\circ$ , В (25 °С)
1,2-Бензохинон ( <i>o</i> -бензохинон)		60—70 (с разл.)	0,795
1,4-Бензохинон ( <i>p</i> -бензохинон)		116	0,711
Тетраметил-1,4-бензохинон (дурохинон)		111—112	0,466
Тетрахлоро-1,4-бензохинон (хлоранил)		290	0,742
4,4'-Дифенохинон		65	0,954
1,2-Нафтохинон		145—147	0,576
1,4-Нафтохинон		128,5	0,484
2-Метил-1,4-нафтохинон (менадион)		106	0,422
2,6-Нафтохинон		135	0,76

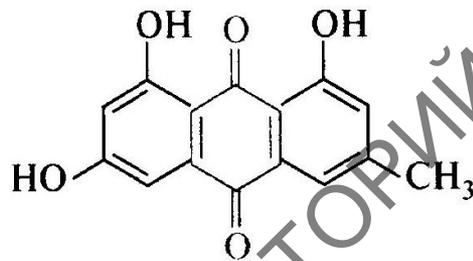
# Лекция 26 Б

## Непредельные альдегиды и кетоны

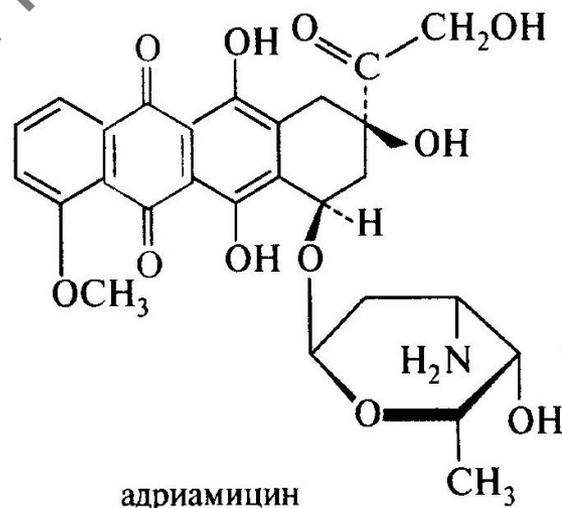
### Хиноны: применение



бонафтон



реозмодин



адриамицин

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

# Лекция 26 Б

## Непредельные альдегиды и кетоны

### Хиноны: окислительно-восстановительные свойства

