

Карбонильные соединения

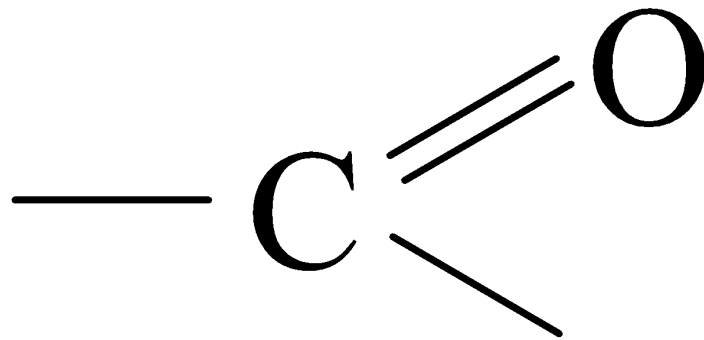
Альдегиды и кетоны

Лектор: Стутко Оксана Валериевна
старший преподаватель кафедры Химии

План

- Определение
- Классификации
- Номенклатура
- Нахождение в природе
- ❖ Насыщенные карбонильные соединения
 - Изомерия
 - Способы получения
 - Физические свойства
 - Химические свойства

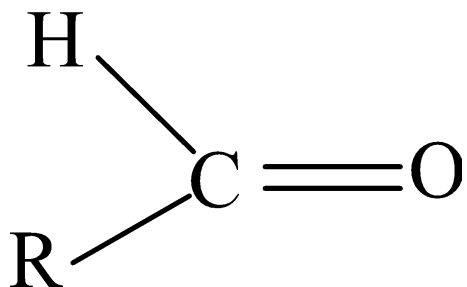
Карбонильными называют соединения в состав молекул которых входит карбонил



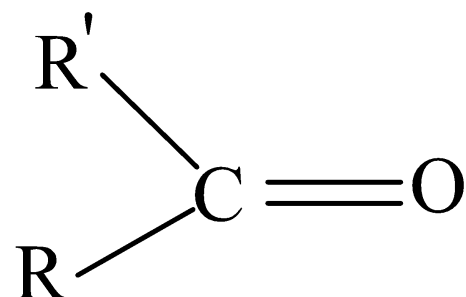
Классификации

□ По типу размещения группы

соединения, содержащие карбонильную группу, связанную с органическим радикалом и атомом водорода – *альдегиды*



соединения, содержащие карбонильную группу, связанную с двумя органическими радикалами – *кетоны*



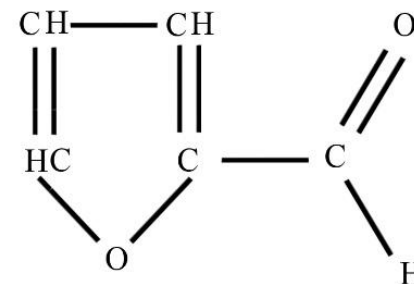
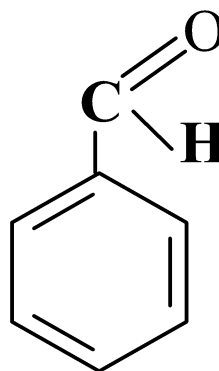
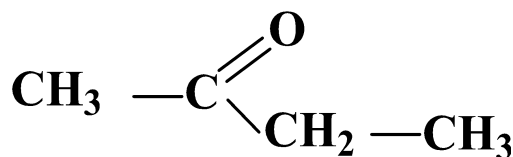
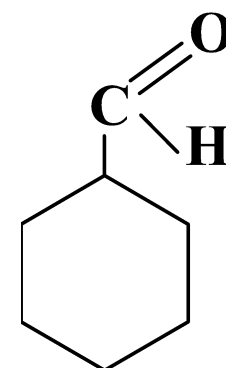
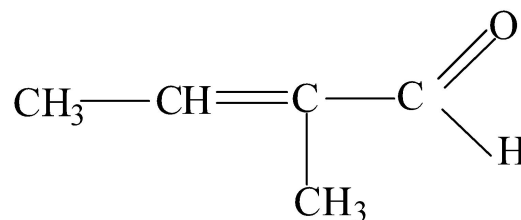
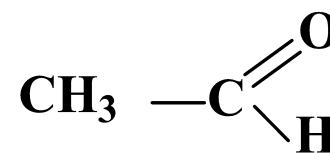
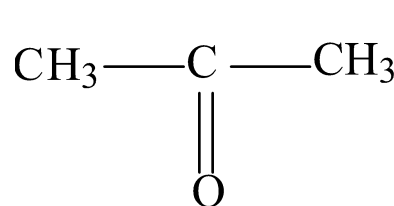
□ По количеству карбонильных групп



Классификации

□ По типу радикалов

- Предельные
- Непредельные
- Карбоциклические
- Ароматические
- Гетероциклические
- Смешанные



Номенклатура

Альдегидную группу по систематической номенклатуре обозначают суффиксами **–аль** и **–карбальдегид** или приставками **оксо-** и **формил-**. Многие альдегиды имеют тривиальные названия, произведенные из названий кислот, получаемых при их окислении и слова «альдегид».

Кетонную группу по систематической номенклатуре обозначают суффиксами **–он** и **–кетон** или приставками **оксо-** и **кето-**. Некоторые кетоны имеют тривиальные названия.

Номенклатура. Типичные представители

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	Метаналь	Формальдегид
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	Этаналь	Уксусный альдегид
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	Пропаналь	Пропионовый альдегид
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	Бутаналь	Масляный альдегид

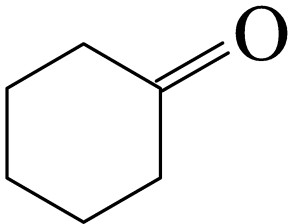
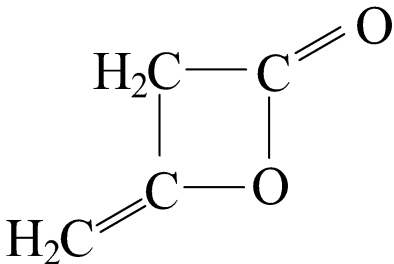
Номенклатура. Типичные представители

$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Метипропаналь	Изомасляный альдегид
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array}$	Пентаналь	
$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{CH}_3 \end{array}$	Пропанон	Ацетон Диметилкетон
$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	Бутанон	метилэтилкетон

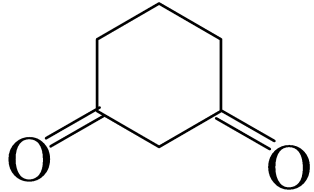
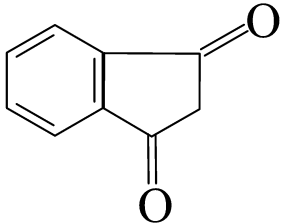
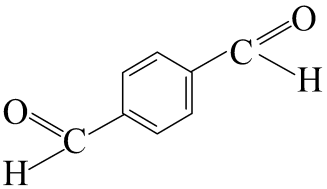
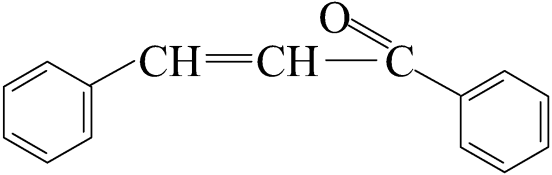
Номенклатура. Типичные представители

$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	Пентанон-2	метилпропилкетон
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	Пентанон-3	диэтилкетон
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	гексанон -3	пропилэтилкетон
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	2-метилпентанон-3	изопропилэтилкетон

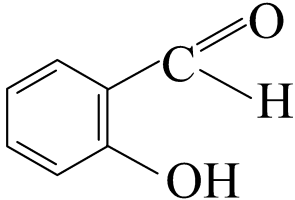
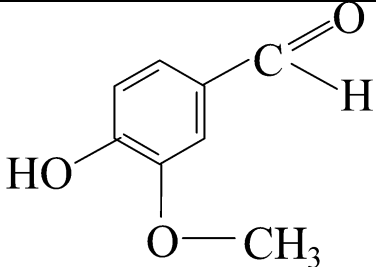
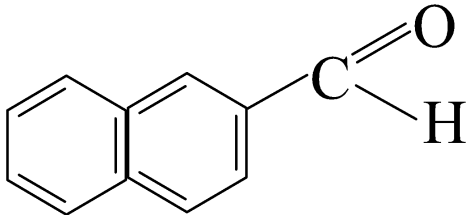
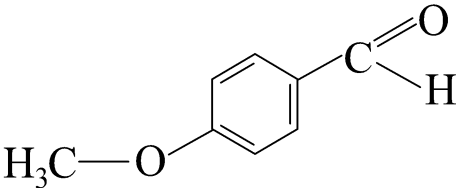
Номенклатура. Типичные представители

	циклогексанон	
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}\begin{matrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{matrix}$	пропеналь	акролеин
$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{O}$	кетен	
	дикетен	

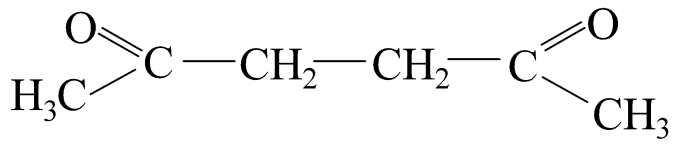
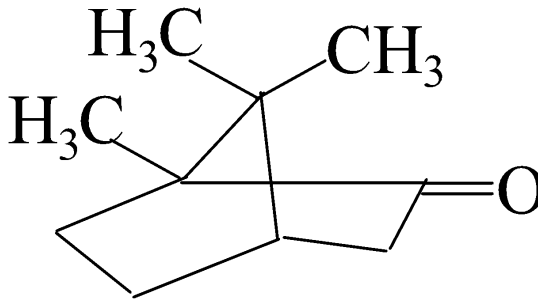
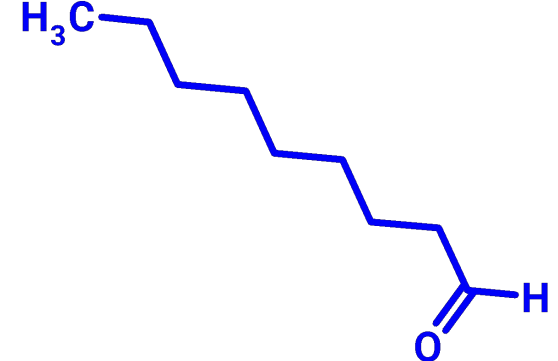
Номенклатура. Типичные представители

	Циклогександион-1,3	
	Индандион-1,3	
	пара-фенилендиаль	Терефталевый альдегид
	1,3-дифенилпропенон	Халкон

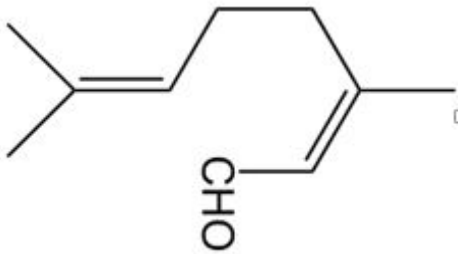
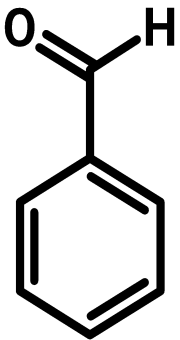
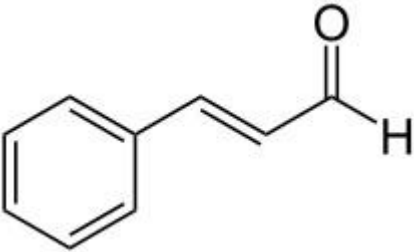
Номенклатура. Типичные представители

	2-гидроксibenзальдегид орто-гидроксibenзальдегид	Салициловый альдегид
	4-гидрокси-3- метоксибензальдегид	Ванилин
	2-нафталинкарбальдегид	
	пара- метоксибензальдегид	Анисовый альдегид

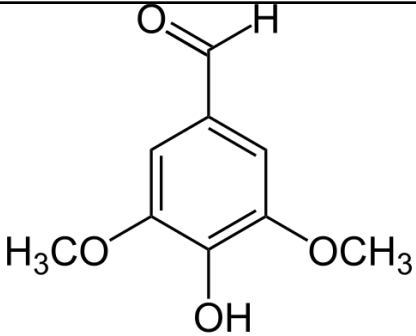
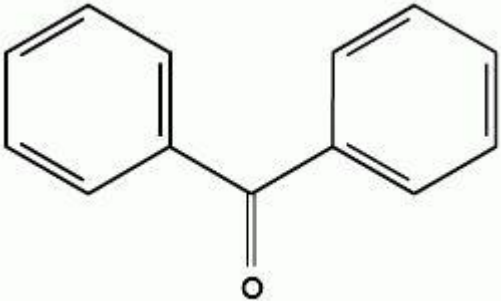
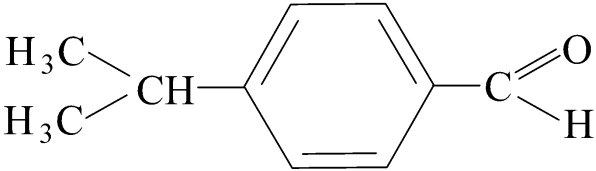
Номенклатура. Типичные представители

 <chem>CC(=O)CCC(=O)C</chem>	Гександион-2,5	ацетонилацетон
 <chem>CC1(C)C2CCC1(C)C(=O)C2</chem>	1,7,7-триметилбицикло [2,2,1]гептанон-2	камфора
 <chem>CCCCCCCC=O</chem>	Наналь	Пеларгоновый альдегид

Номенклатура. Типичные представители

	3,7-диметилоктадиен-2,6-аль	Цитраль
	Фенилкарбальдегид Бензойный альдегид	Бензальдегид
	3-фенилпропеналь β-фенилакролеин	циннамаль Коричный альдегид

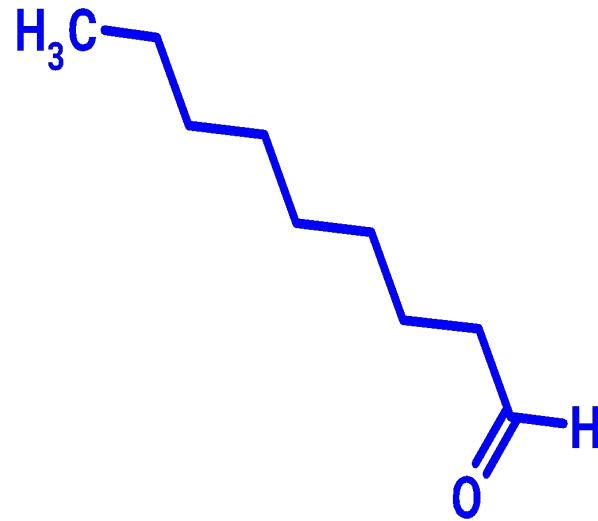
Номенклатура. Типичные представители

	3,5-диметокси-4- гидроксibenзальдегид	Сиреневый альдегид
	Дифенилкетон	Бензофенон
	Пара- изопропилбензальдегид	Куминовый альдегид

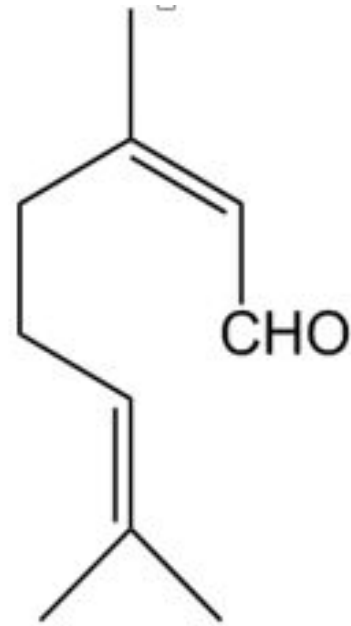
Нахождение в природе

- **Пеларгоновый альдегид**

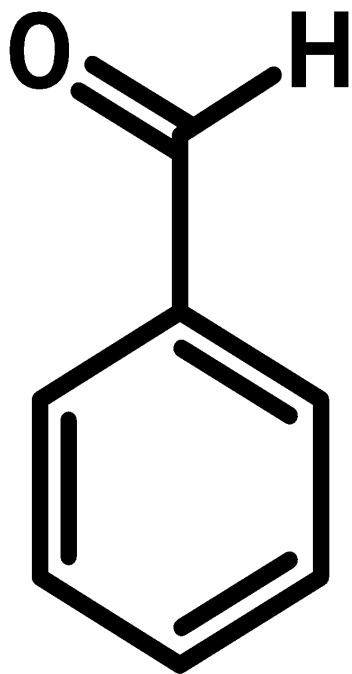
$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COH}$ содержится в эфирных маслах цитрусовых растений, обладает запахом апельсина, его используют как пищевой ароматизатор.



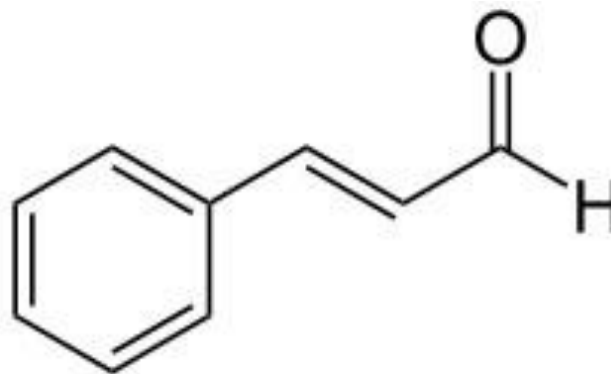
**Цитраль содержится в
эфирном масле
лимонов в
эвкалиптовом и
некоторых других
эфирных маслах.**



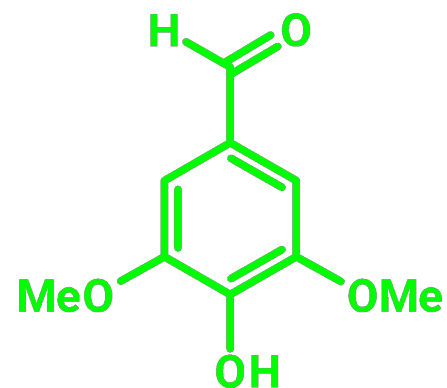
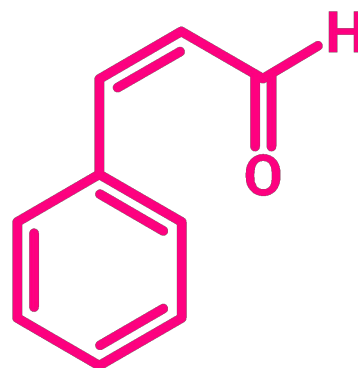
*Бензальдегид,
запах горького миндаля*



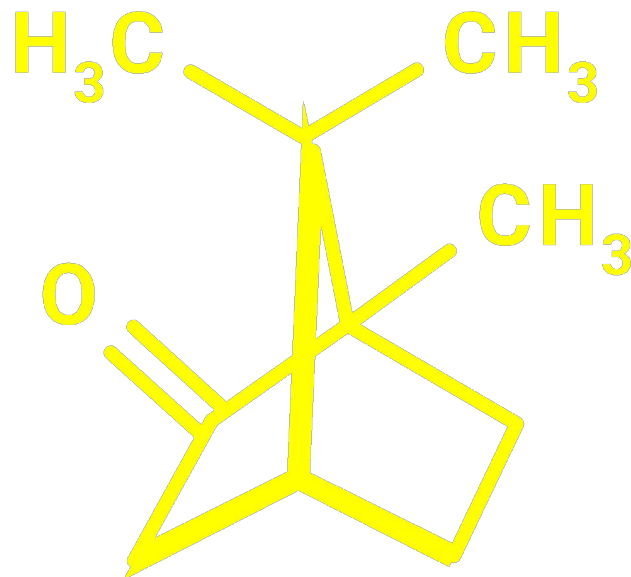
Кориичный альдегид



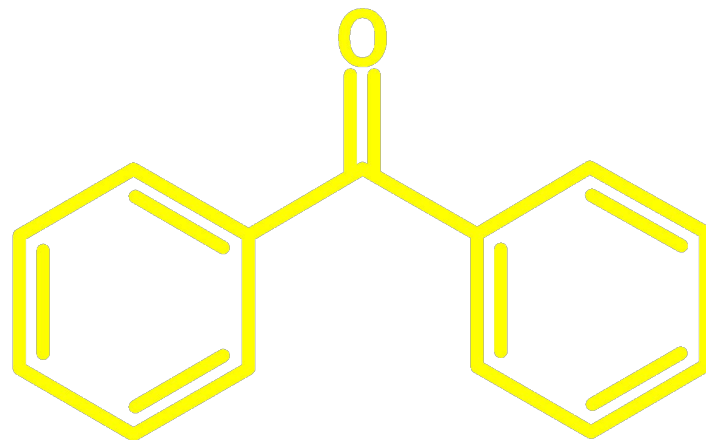
Сиреневый и коричный альдегиды



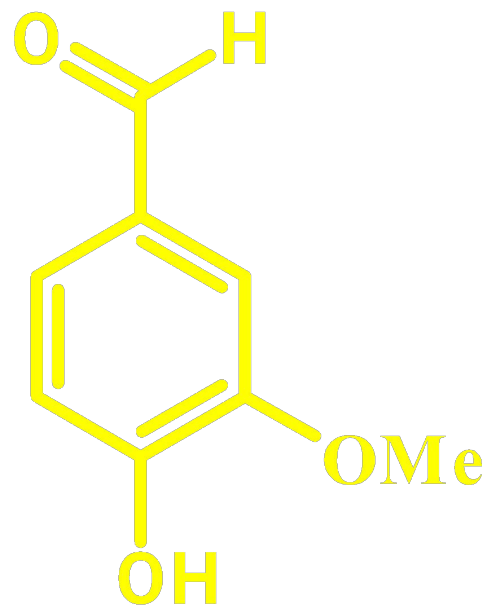
**Масло камфорного
лавра
содержит *камфору***



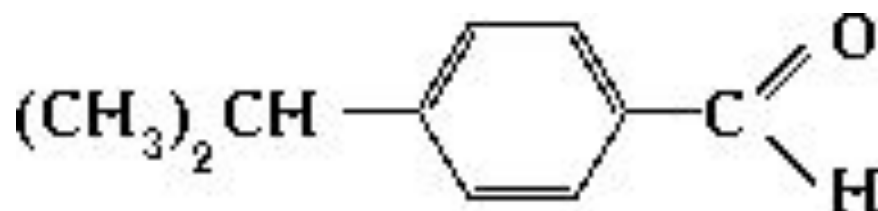
Бензофенон, запах герани



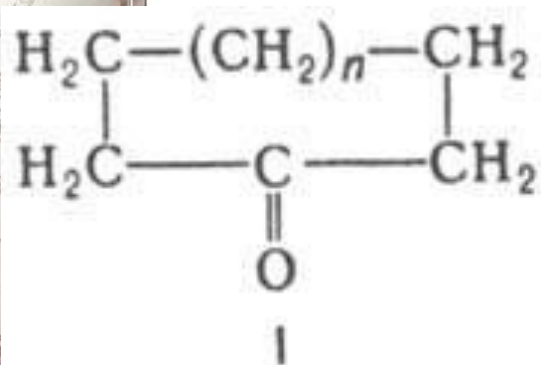
Ванилин, запах ванили



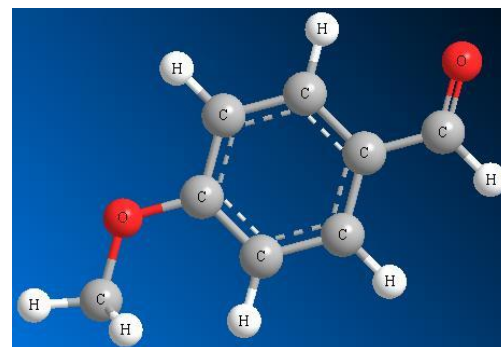
Куминовый альдегид
содержится в масле
тмина



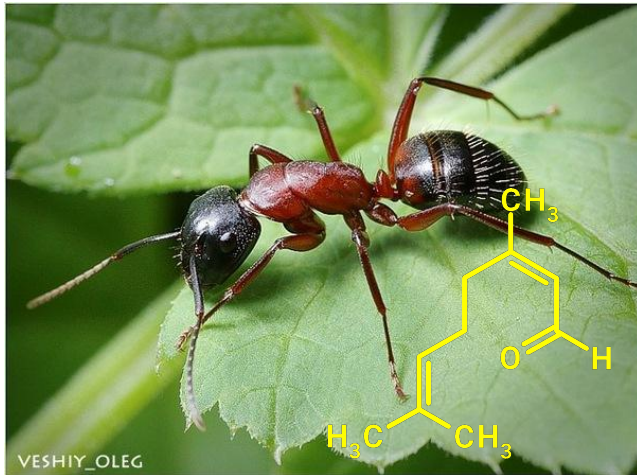
жасминальдегид



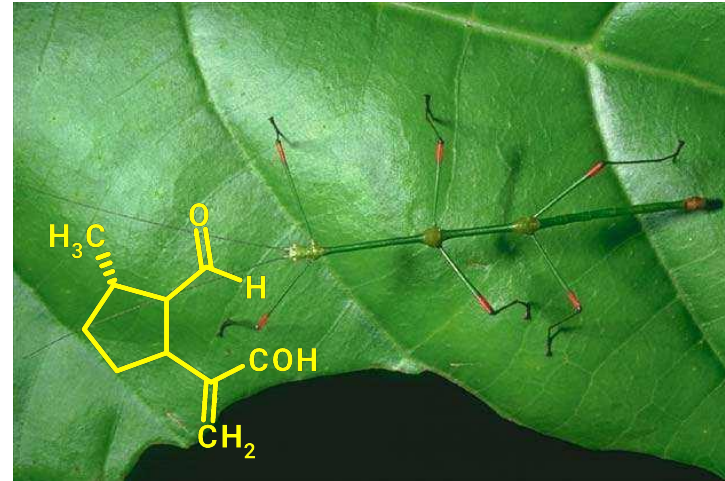
анисовый альдегид



Многие насекомые при нападении врагов используют средства химической защиты



Цитраль,
содержится в организме муравьев



Долиходиа́л,
содержится в организме палочников

Подобные соединения обладают сильным, летучим запахом, который оказывает раздражающее действие, а капли попавшие на покровы хищника могут вызывать раздражение и зуд.

Насыщенные монокarbонильные соединения

Физические свойства

- Низшие представители гомологического ряда предельных альдегидов и кетонов – легкие жидкости, растворимы в воде, имеют резкий запах.
- C_3 - C_6 запах неприятный
- Высшие в воде не растворимы, температуры кипения высокие, запах приятный, применяются в парфюмерии.

Физические свойства

Название	Формула	Температура кипения, °С	Плотность, г/см ³ (при 20 °С)
Формальдегид	HCHO	-21	0,82
Ацетальдегид	CH ₃ CHO	21	0,778
Пропаналь	CH ₃ CH ₂ CHO	49	0,797
Бутаналь	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	76	0,803
Акролеин	CH ₂ =CH-CHO	53	0,841
Кротоновый альдегид	CH ₃ -CH=CH-CHO	104	0,852
Бензальдегид	C ₆ H ₅ CHO	179	1,05
Салициловый альдегид	o-HO-C ₆ H ₄ CHO	197	1,16

Физические свойства

Название	Формула	Температура кипения, °С	Плотность, г/см ³ (при 20 °С)
Ацетон	CH_3COCH_3	56,1	0,781
Глиоксаль	OHC-CHO	50,4	1,140
Бензофенон	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COC}_6\text{H}_5$	306	
Метилфенилкетон	$\text{CH}_3\text{COC}_6\text{H}_5$	202	1,028

Изомерия

- Структурная изомерия углеводородных радикалов характерная для всех карбонильных соединений
- Изомерия положения функциональной группы характерна для кетонов

Способы получения

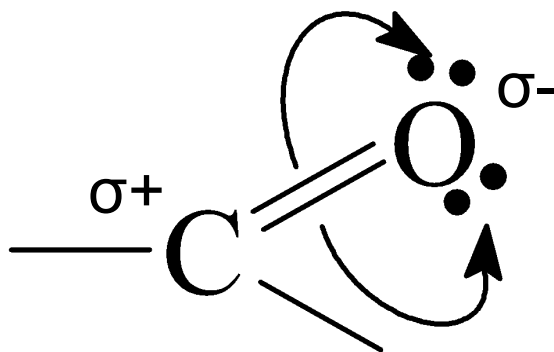
- Окисление и дегидрирование спиртов (см. химические свойства спиртов)
- Окисление алкенов (см. химические свойства алкенов)
- Гидратация алкинов (см. химические свойства алкинов)
- Пинаколиновая перегруппировка (см. химические свойства спиртов)
- Прямое карбонилирование (оксосинтез) несимметричных алкенов (см. химические свойства алкенов)

Химические свойства

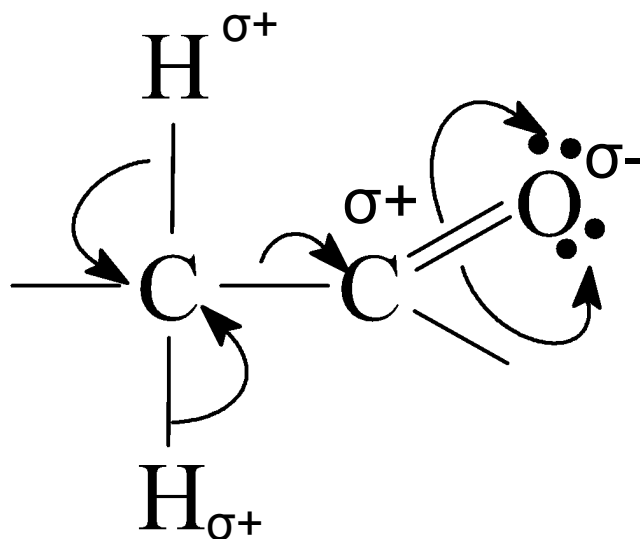
Альдегиды и кетоны принадлежат к наиболее реакционным органическим соединениям, причём альдегиды химически активнее кетонов.

Атомные орбитали атома углерода карбонильной группы sp^2 -гибридизованы. Следовательно в этой части молекула карбонильного соединения плоская, и можно говорить о двойной химической связи между атомами углерода и кислорода.

Атомы кислорода и углерода сильно различаются по электроотрицательности и химическая связь между ними сильно поляризована



Влияние атома кислорода распространяется на соседний (α) атом углерода, делая атомы водорода при нем более подвижными.



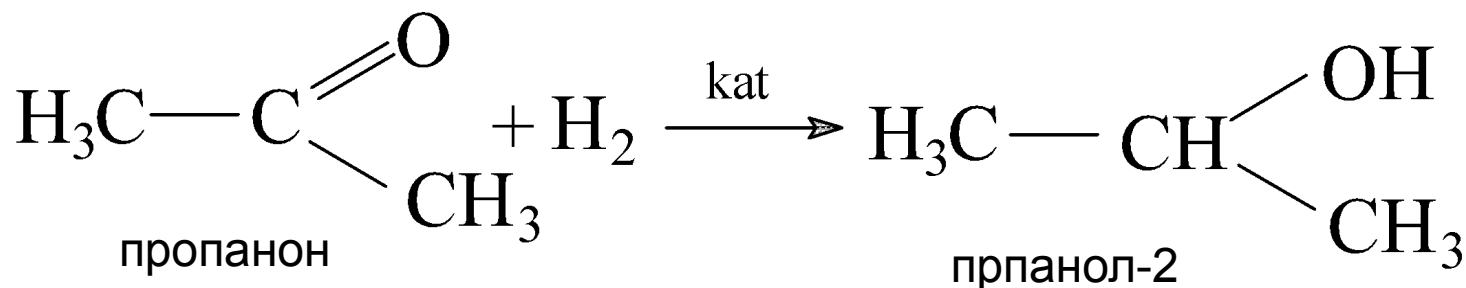
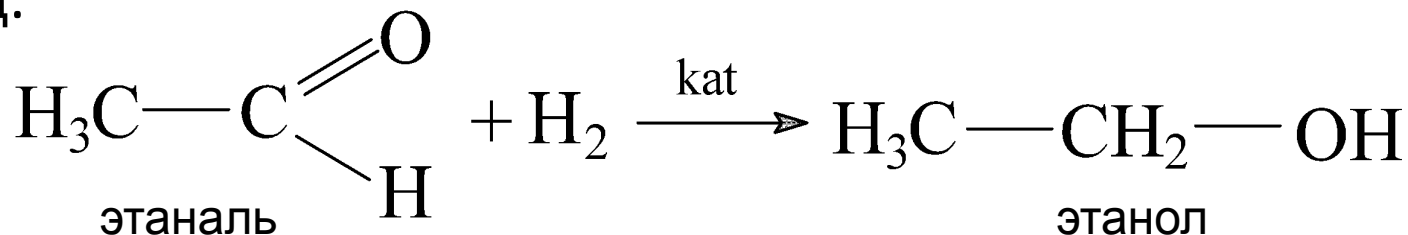
Все химические свойства карбонильных соединений можно разделить на следующие группы:

- Присоединение по двойной связи $\text{C}=\text{O}$
- Реакции замещения
- Реакции связанные с подвижностью атомов водорода в α -положении
- Окисление

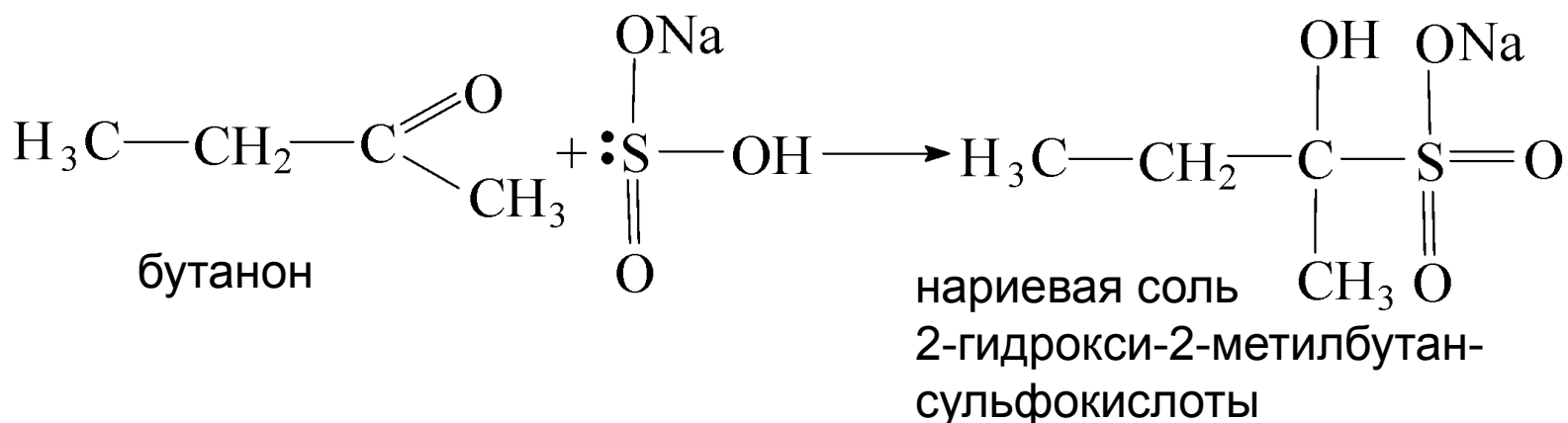
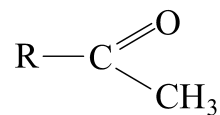
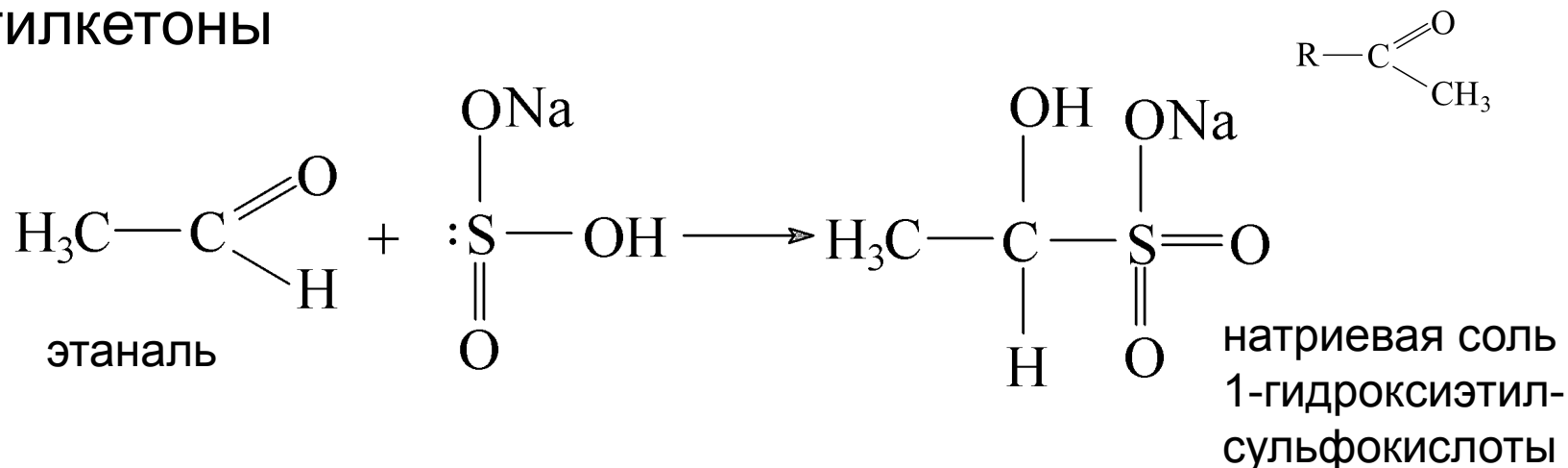
□ Присоединение по двойной связи $C=O$

• Восстановление

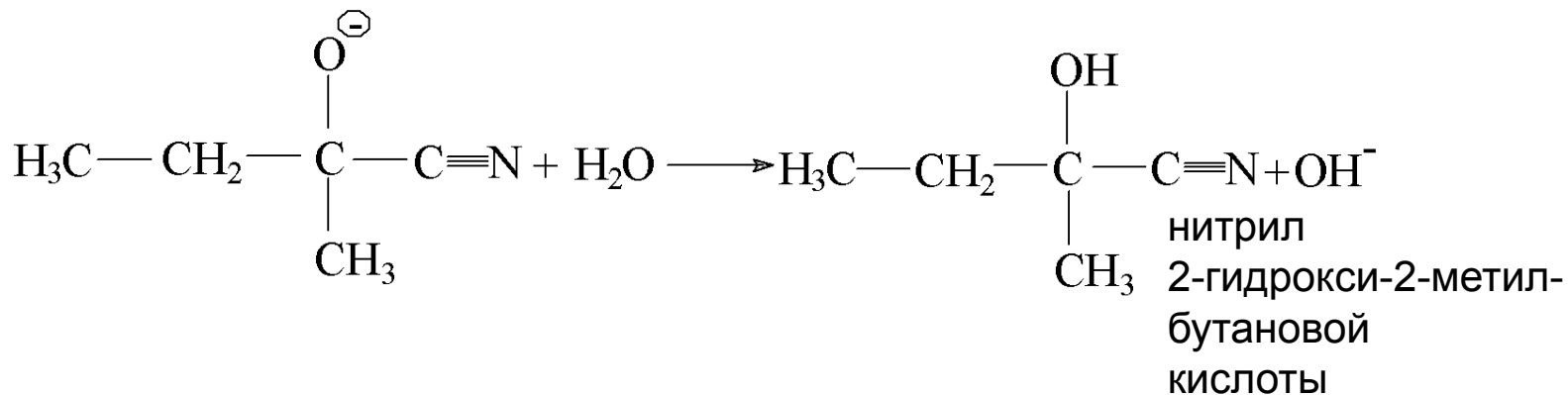
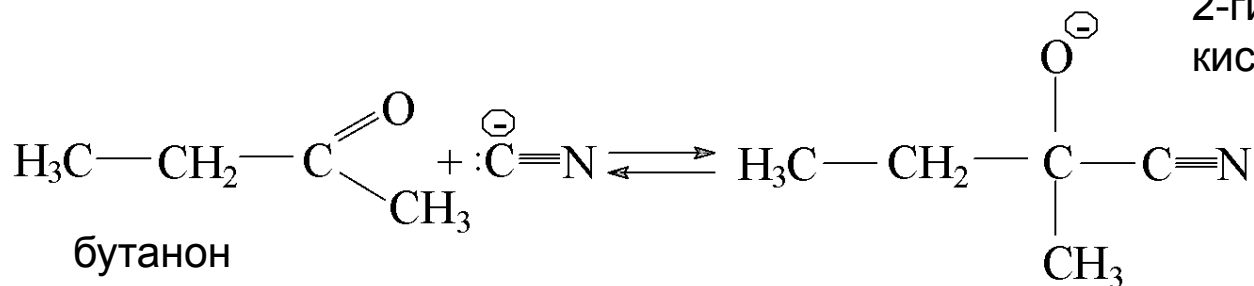
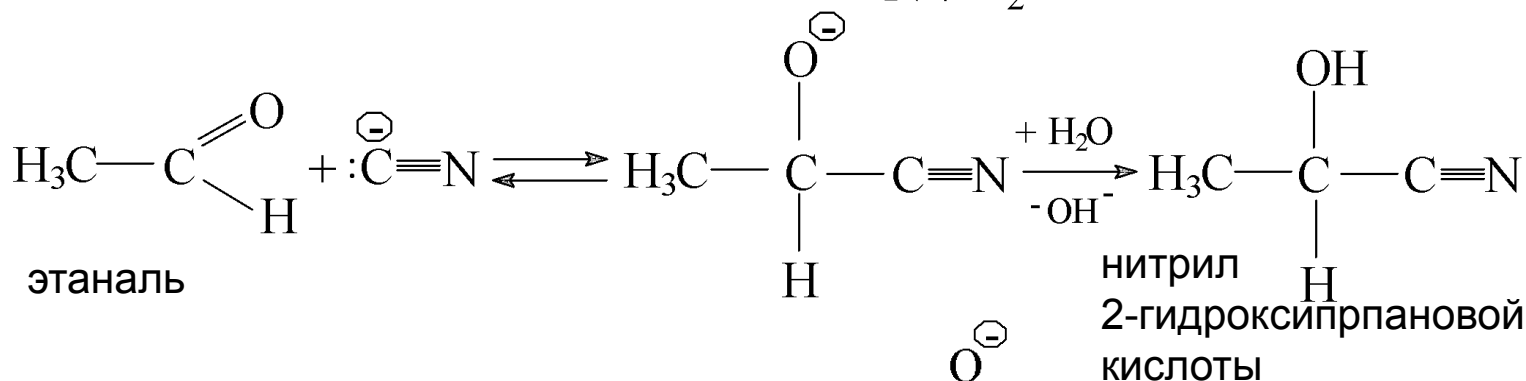
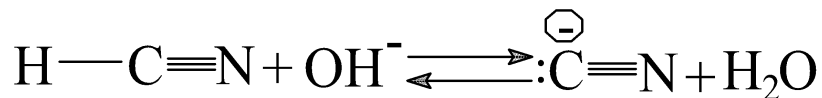
протекает в присутствии катализаторов
восстановления – металлических никеля, платины и т.
Д.



- Взаимодействие с гидросульфитом натрия
из кетонов в эту реакцию вступают только
метилкетоны

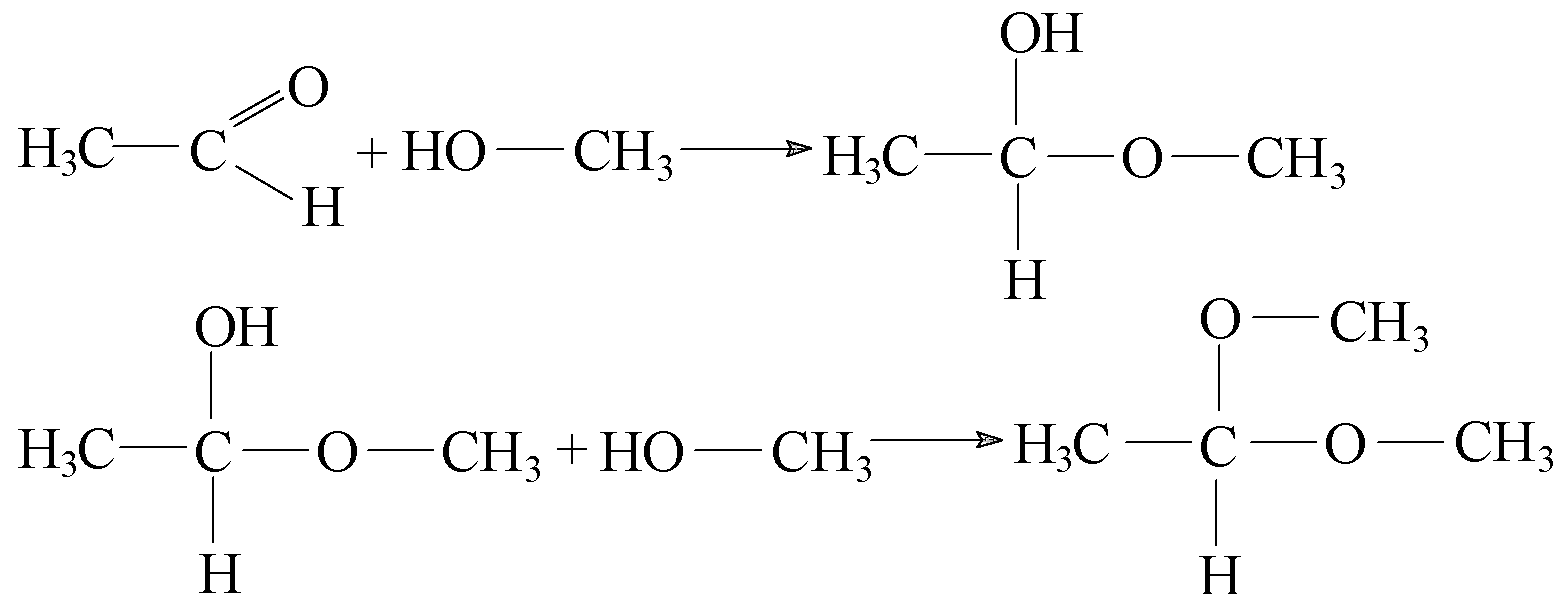


– Взаимодействие с синильной кислотой



- **Взаимодействие со спиртами**

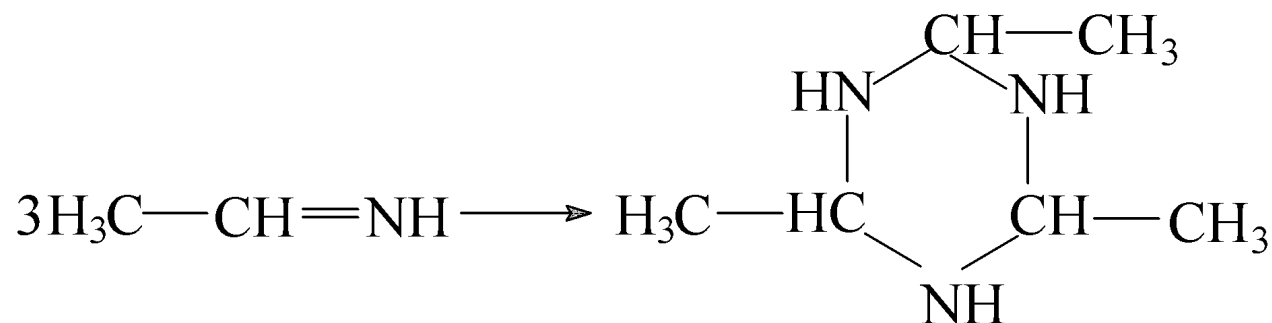
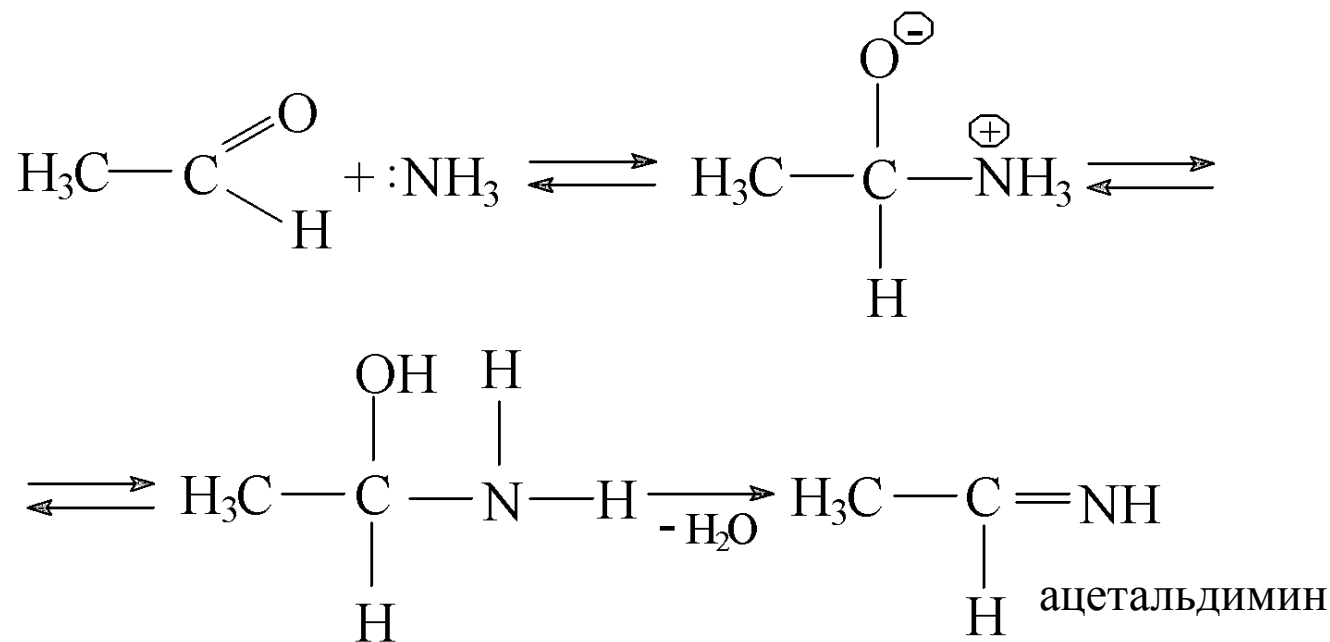
Реакция идет только с очень активными или активированными кислотным катализом карбонильными соединениями



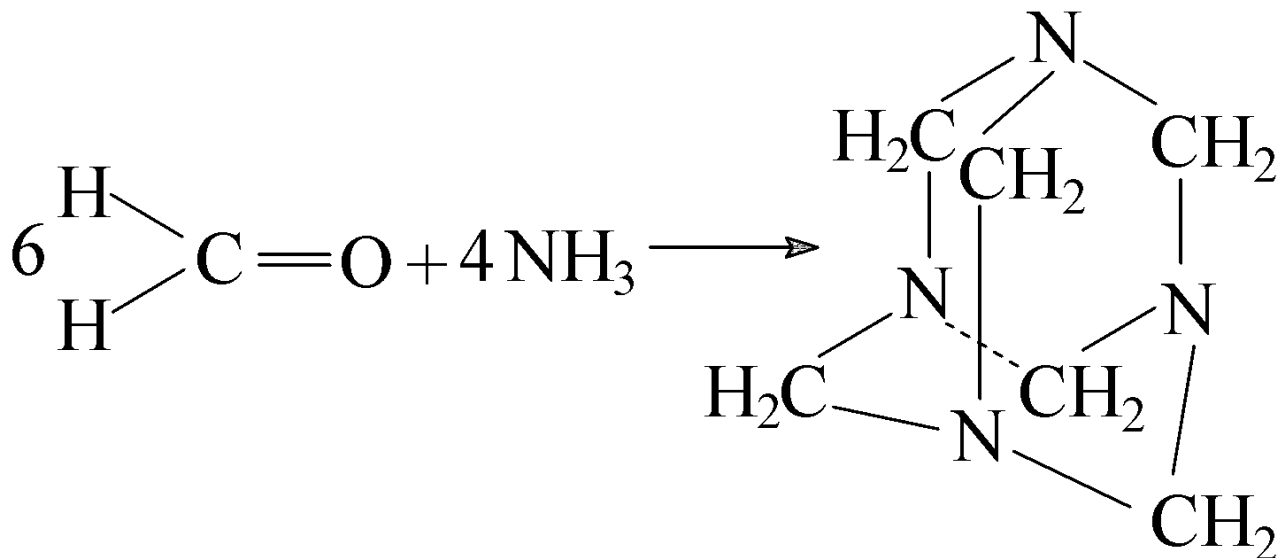
В этих реакциях образуются полуацетали, а при избытке спирта образуются ацетали

• Взаимодействие с аммиаком

Эта реакция характерна только для альдегидов.



Особым образом эта реакция протекает в случае формальдегида.

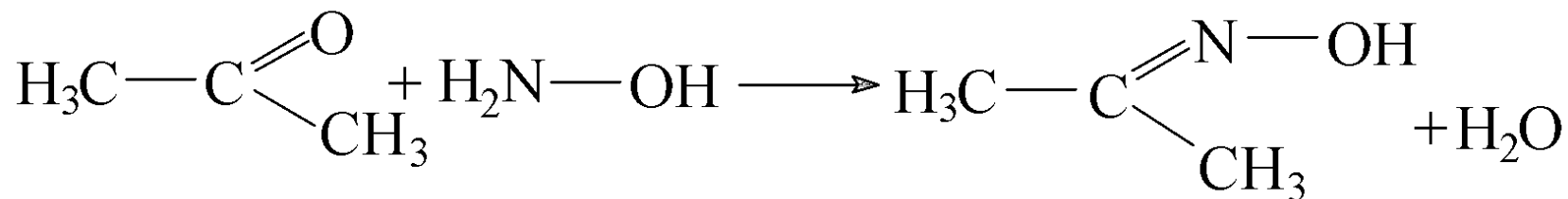
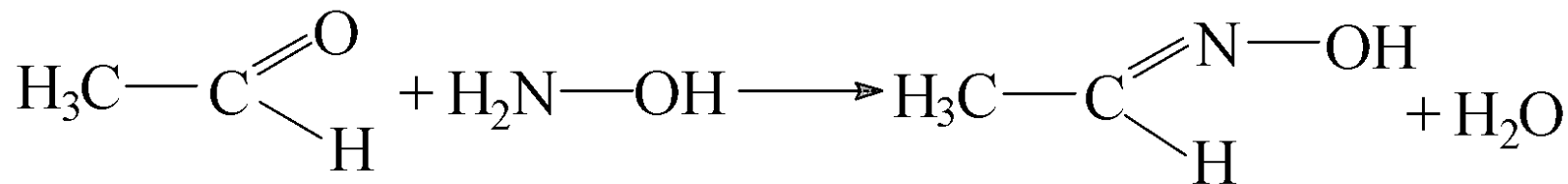


Гексаметиленetetрамин
(уротропин)

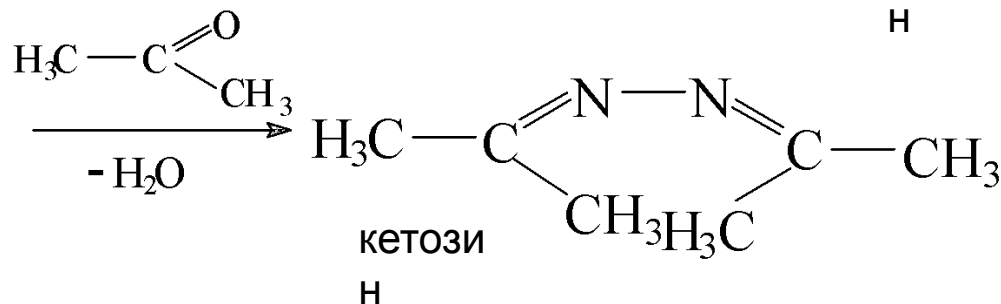
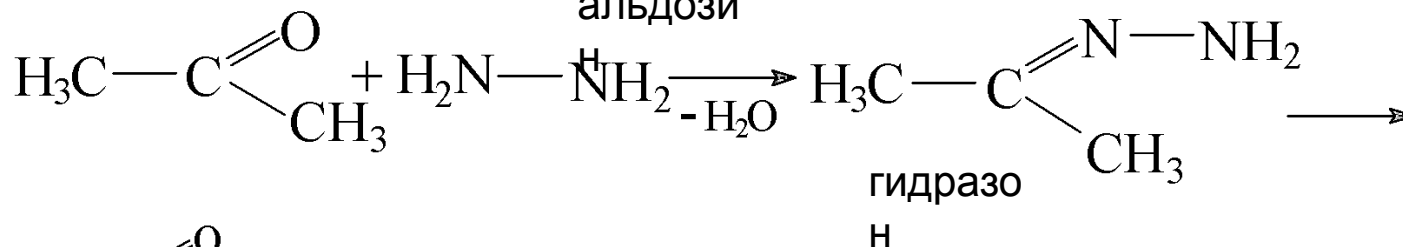
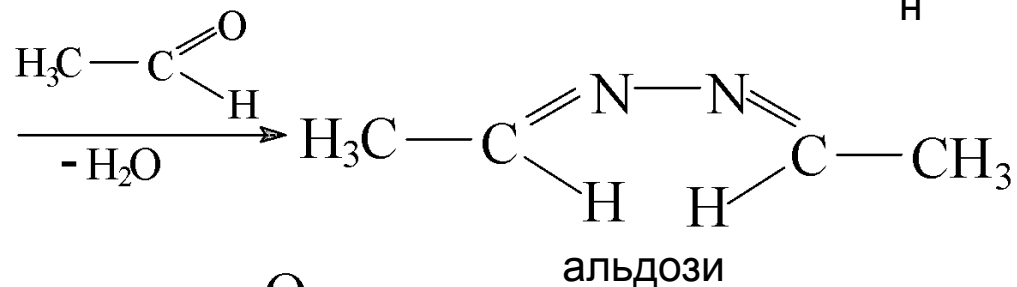
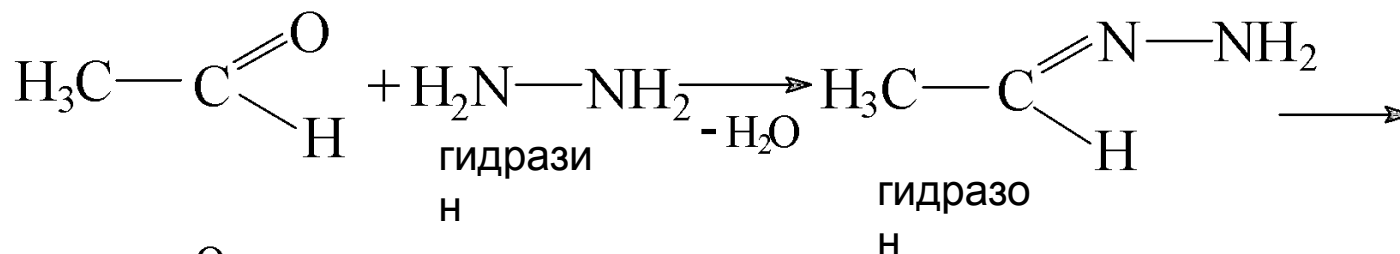
Уротропин в пищевой промышленности зарегистрирован как консервант ([код E239](#)). Часто применяется в сыроделии, а также для консервации икры.

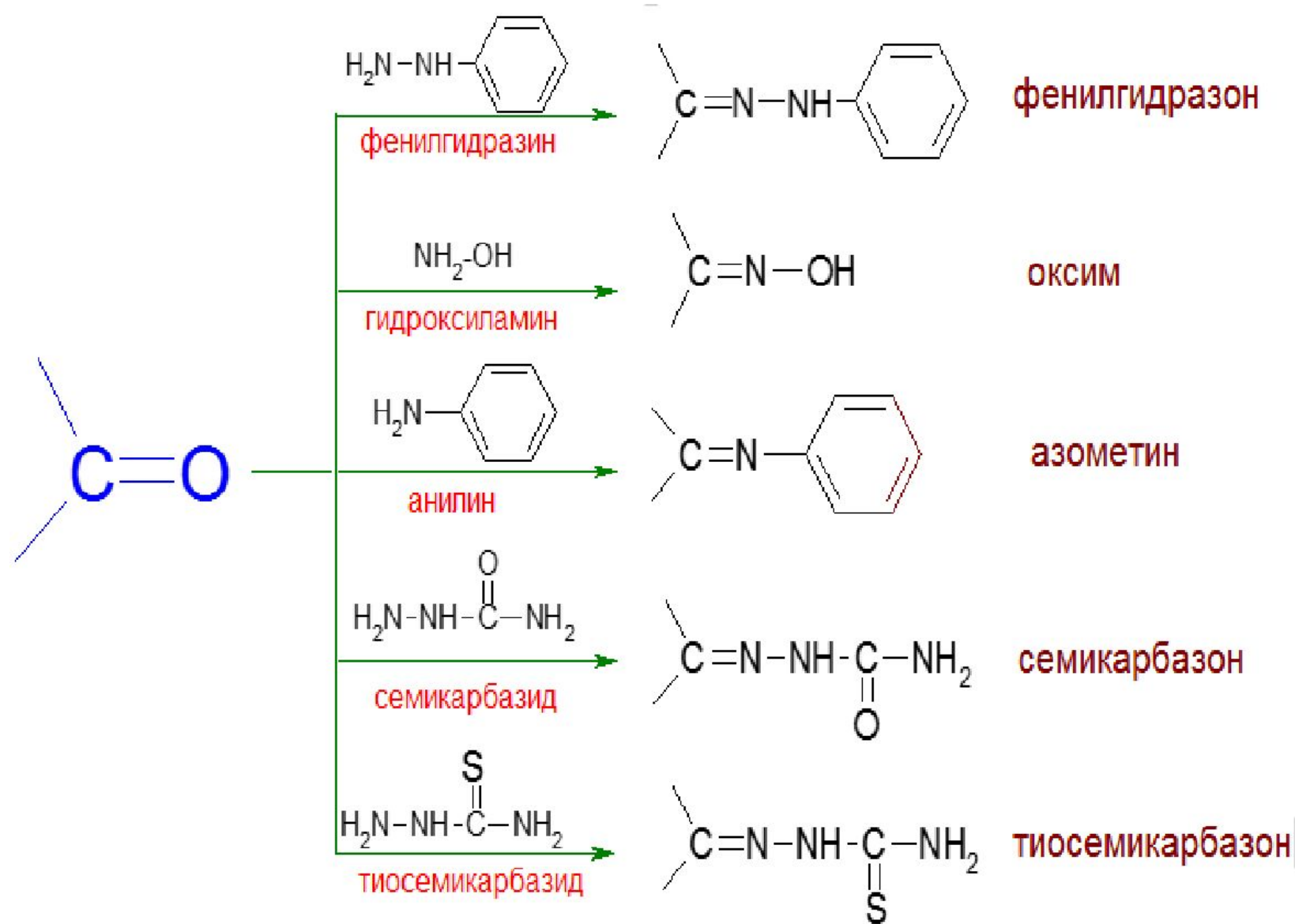
□ Реакции замещения

- Взаимодействие с гидроксиламином



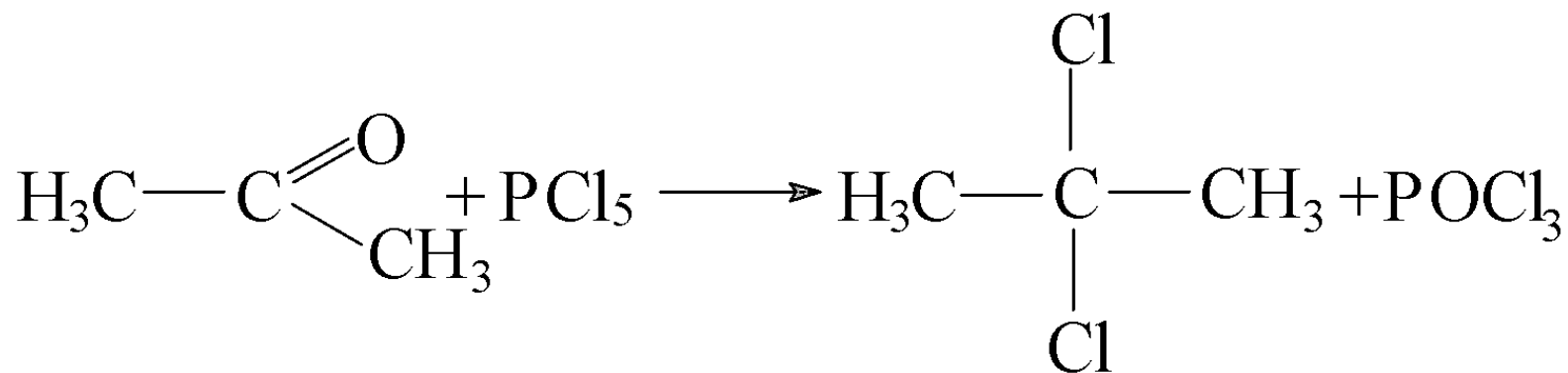
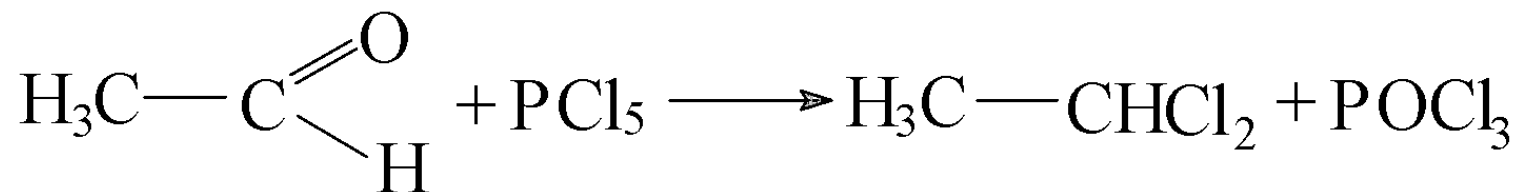
- Взаимодействие с гидразином и его производными





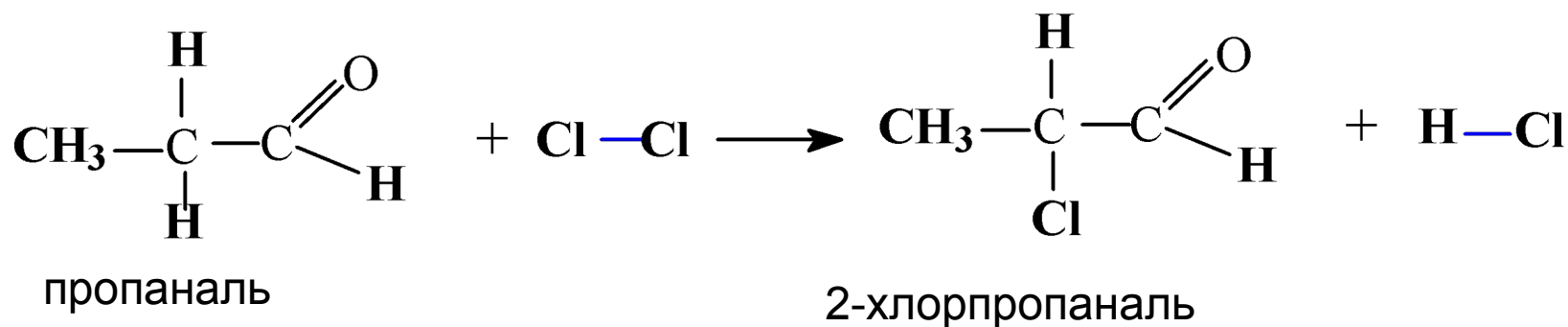
Реакции замещения

- Взаимодействие с PCl_5 и PBr_5



□ Реакции, связанные с подвижностью атомов водорода в α -положении

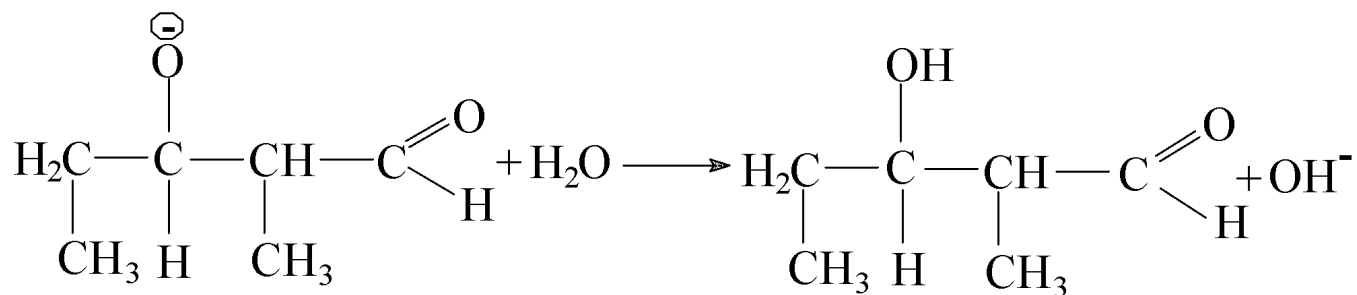
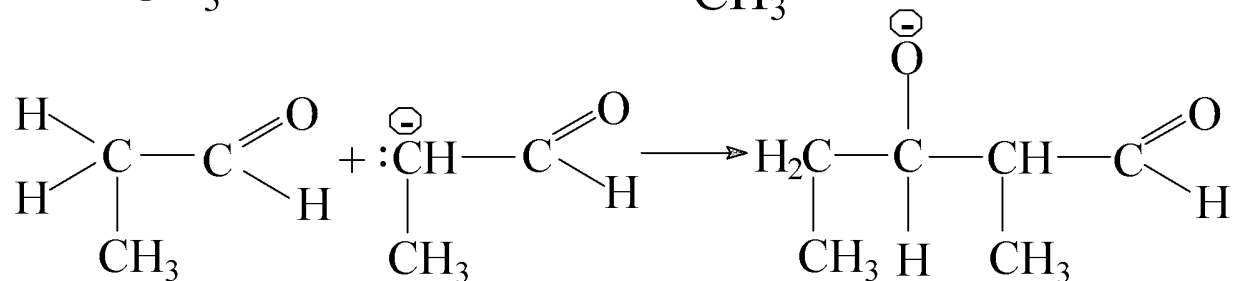
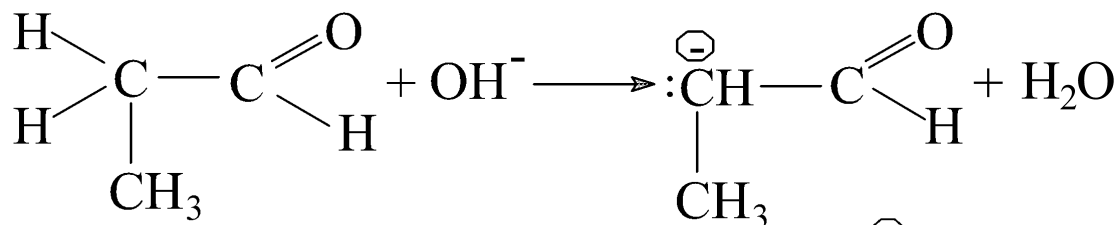
- Взаимодействие с галогенами в присутствии щелочей



- Конденсация (уплотнение)

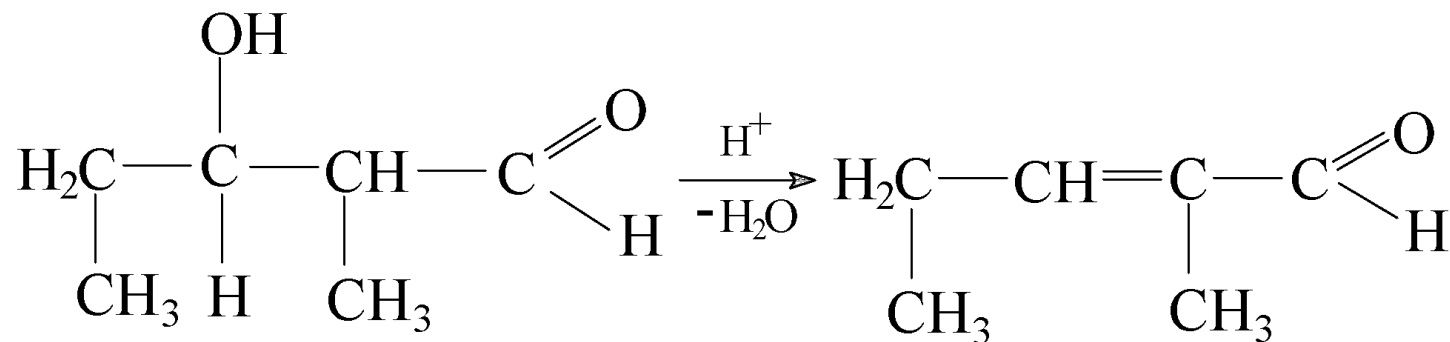
- ✓ Альдольная конденсация

Реакция характерна только для альдегидов



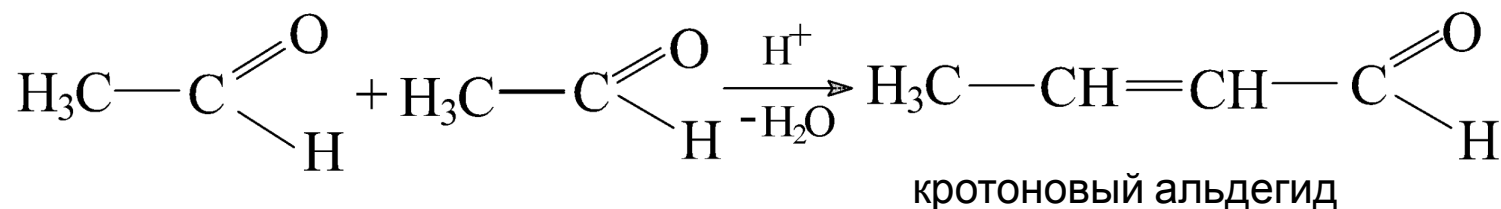
✓ Кротоновая конденсация

Продукты альдольного присоединения в присутствии кислотного катализатора легко отщепляют воду.



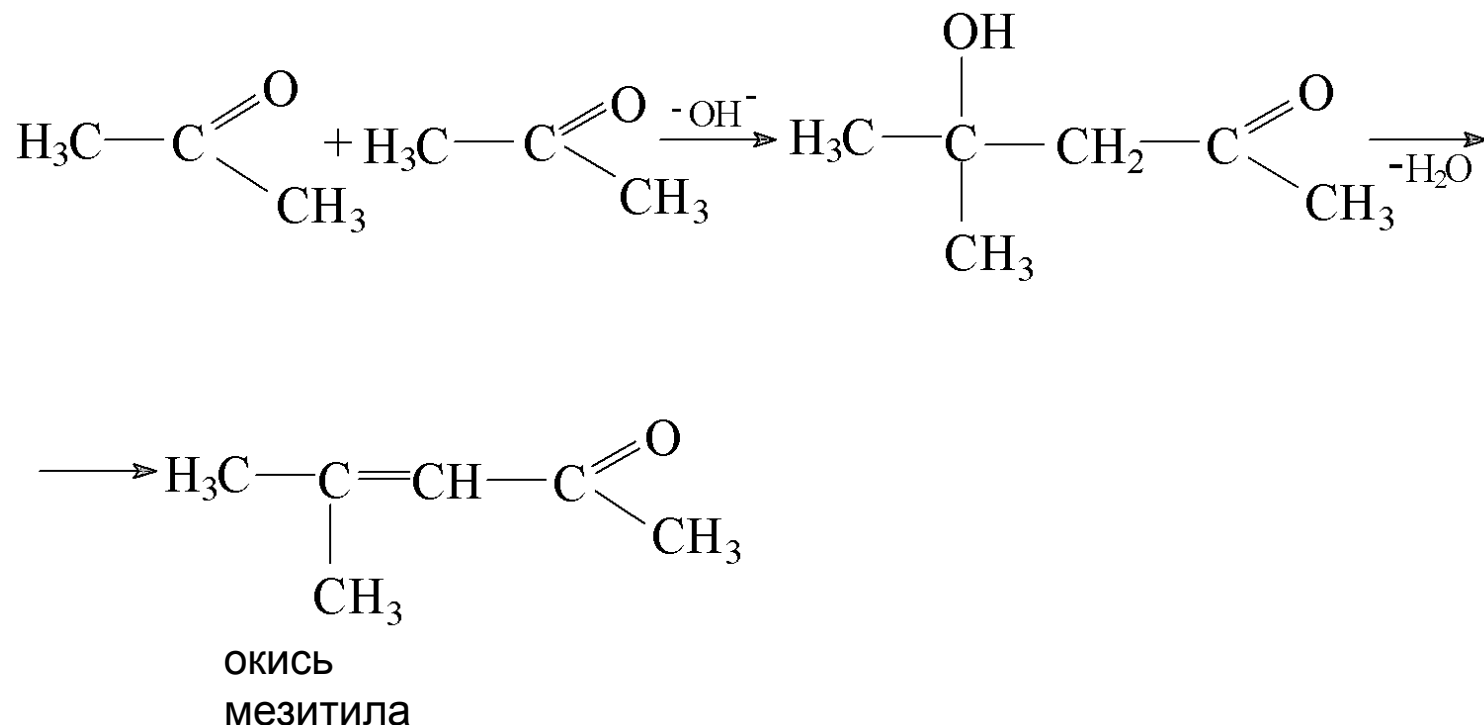
✓ Кротоновая конденсация

Свое название эта реакция получила по названию пераого соединения, полученного по этой реакции.



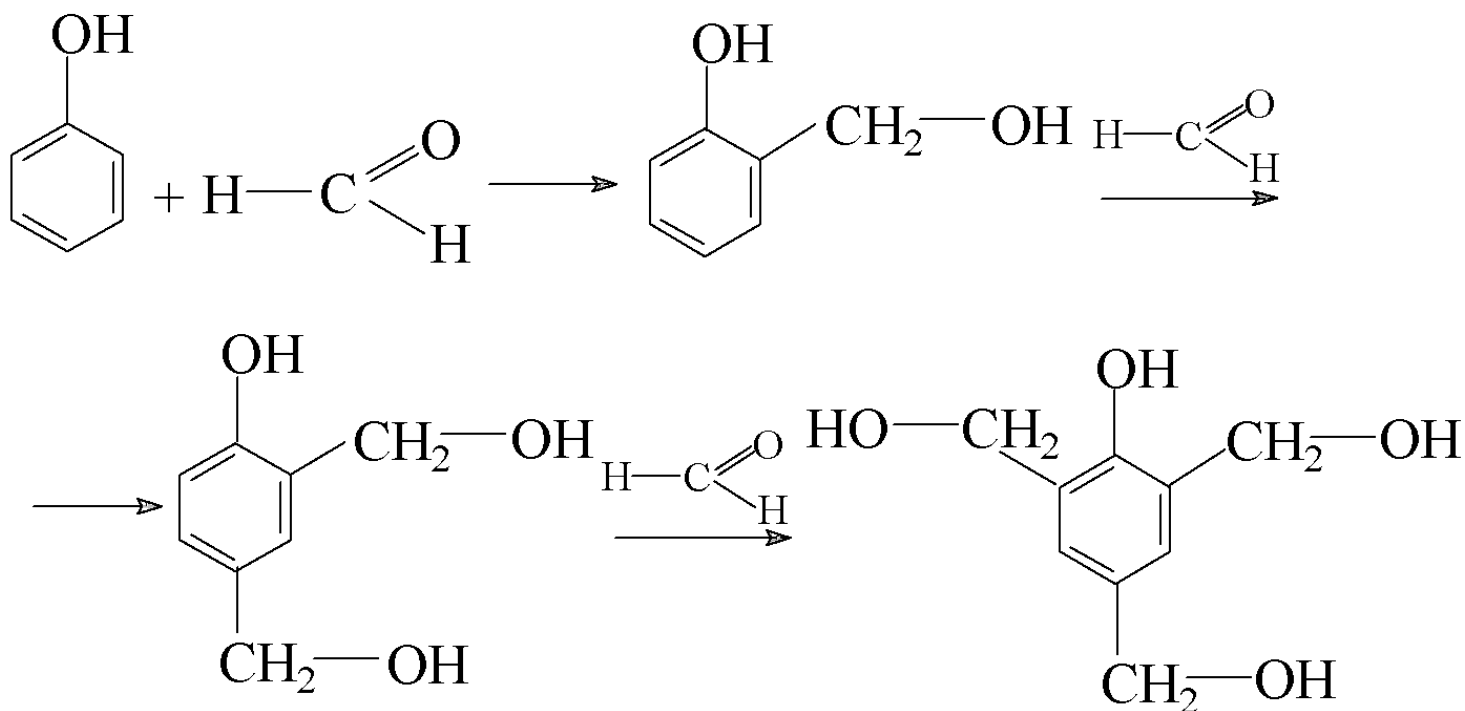
✓ Кротоновая конденсация

Кротоновой конденсации подвергаются и некоторые низкомолекулярные кетоны.



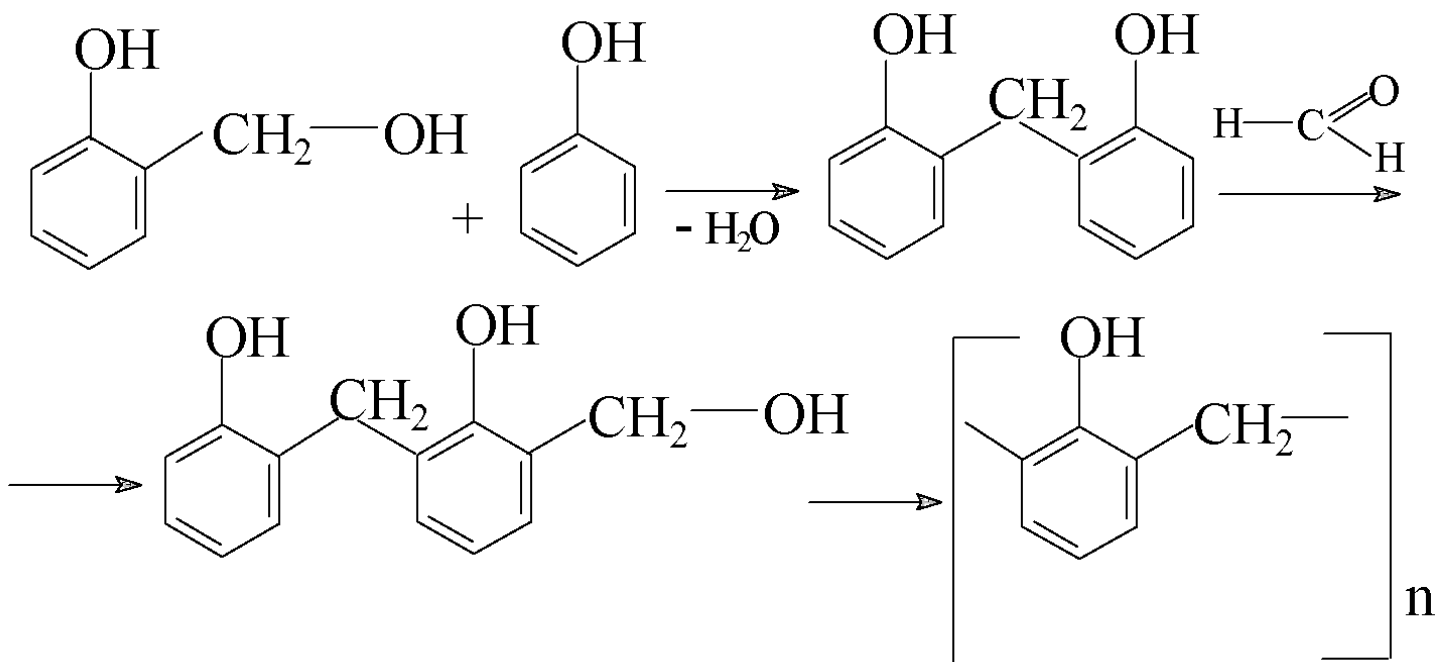
✓ Взаимодействие с фенолами.

В основном данный процесс применяют для производства фенолформальдегидных смол.

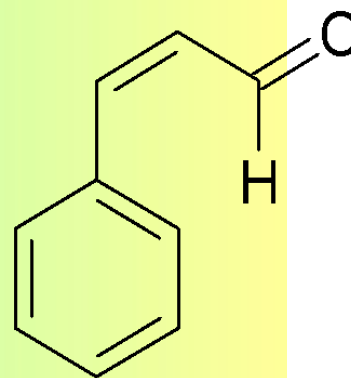
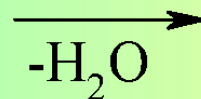
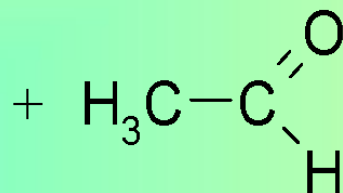
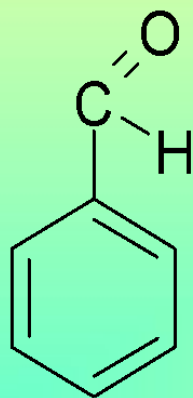
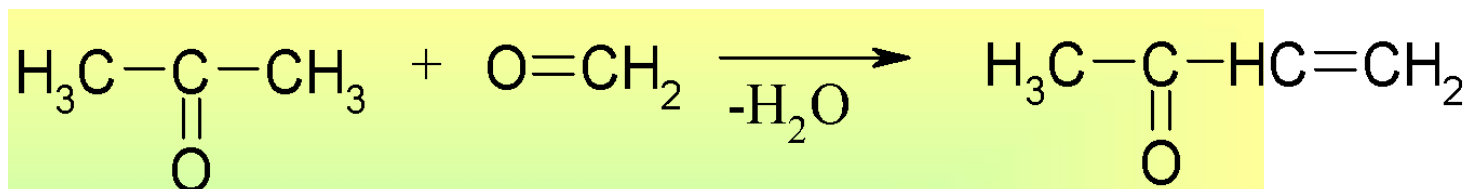


Химические свойства монокарбонильных соединений. Присоединение по двойной связи. Конденсация (уплотнение)
Взаимодействие с фенолами.

При нагревании фенолспирты конденсируются с образованием различных продуктов.



- Если у α -углеродных атомов нет атомов водорода, то альдегиды вступают в другие реакции:

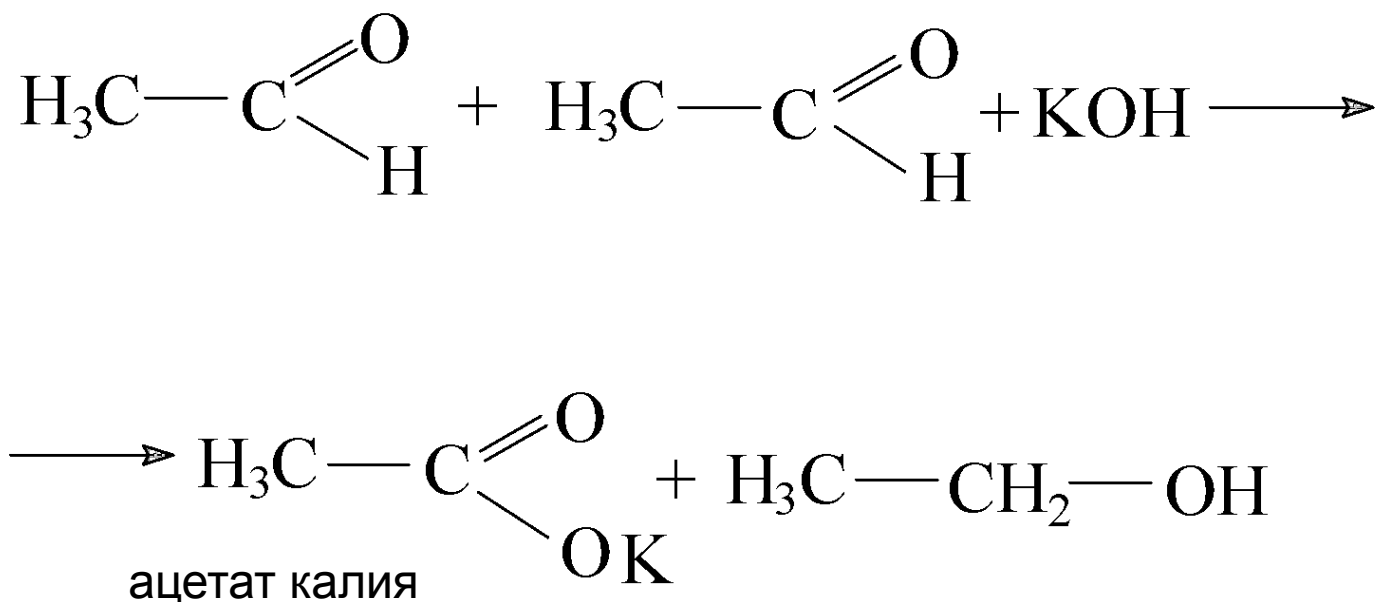


коричный
альдегид

□ Окисление

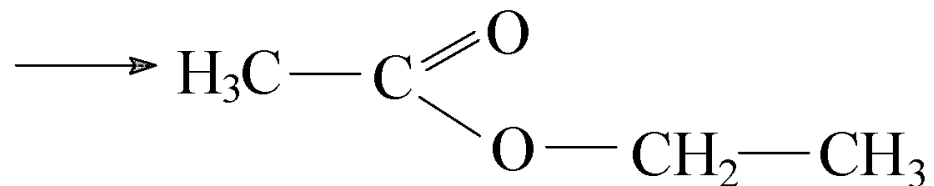
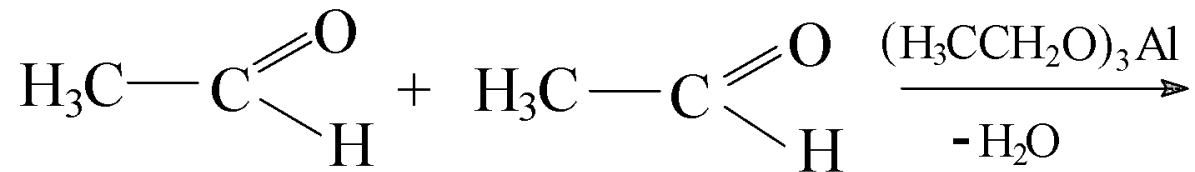
- Реакция Канницаро

В щелочных растворах при нагревании альдегиды диспропорционируют



- Реакция Тищенко

В присутствии алкоголятов алюминия альдегиды диспропорционируют

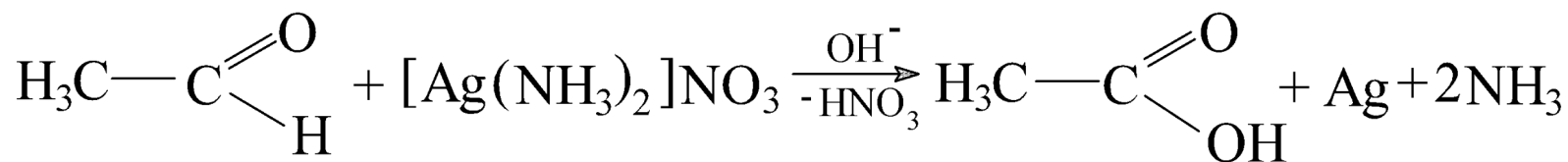
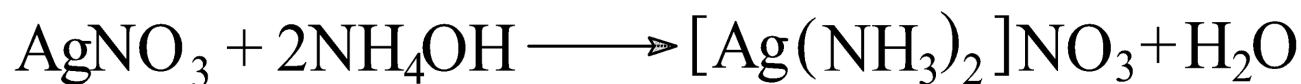


Этиловый эфир уксусной кислоты
этилацетат

- Взаимодействия с окислителями

В альдегиды окисляются даже слабыми окислителями

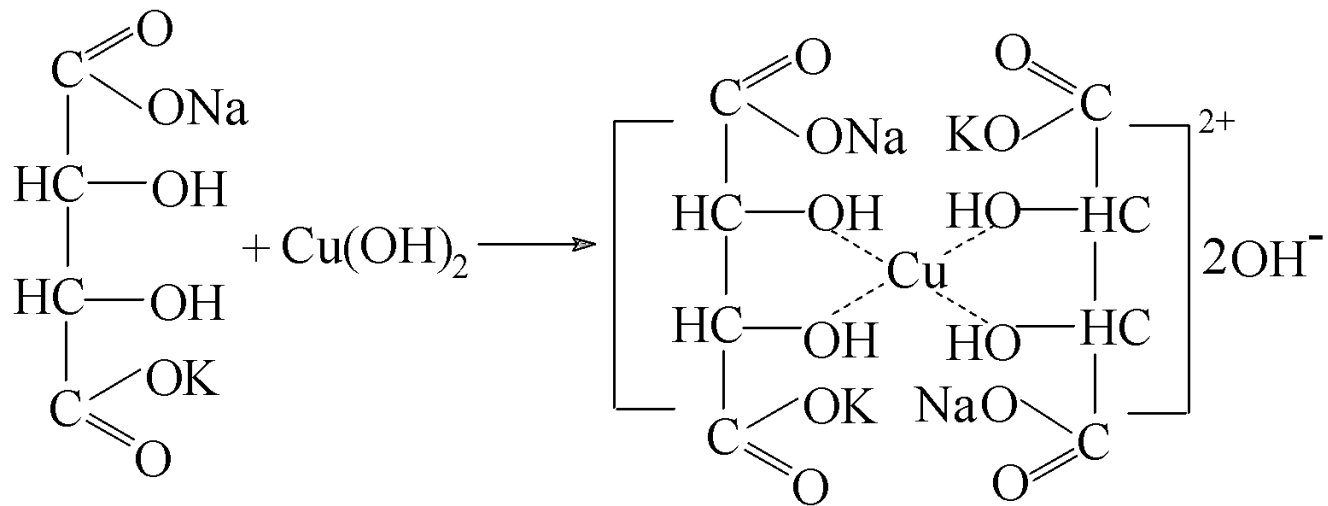
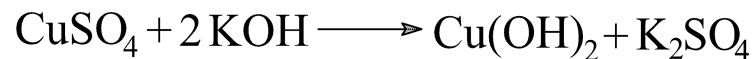
✓ Реакция серебряного зеркала



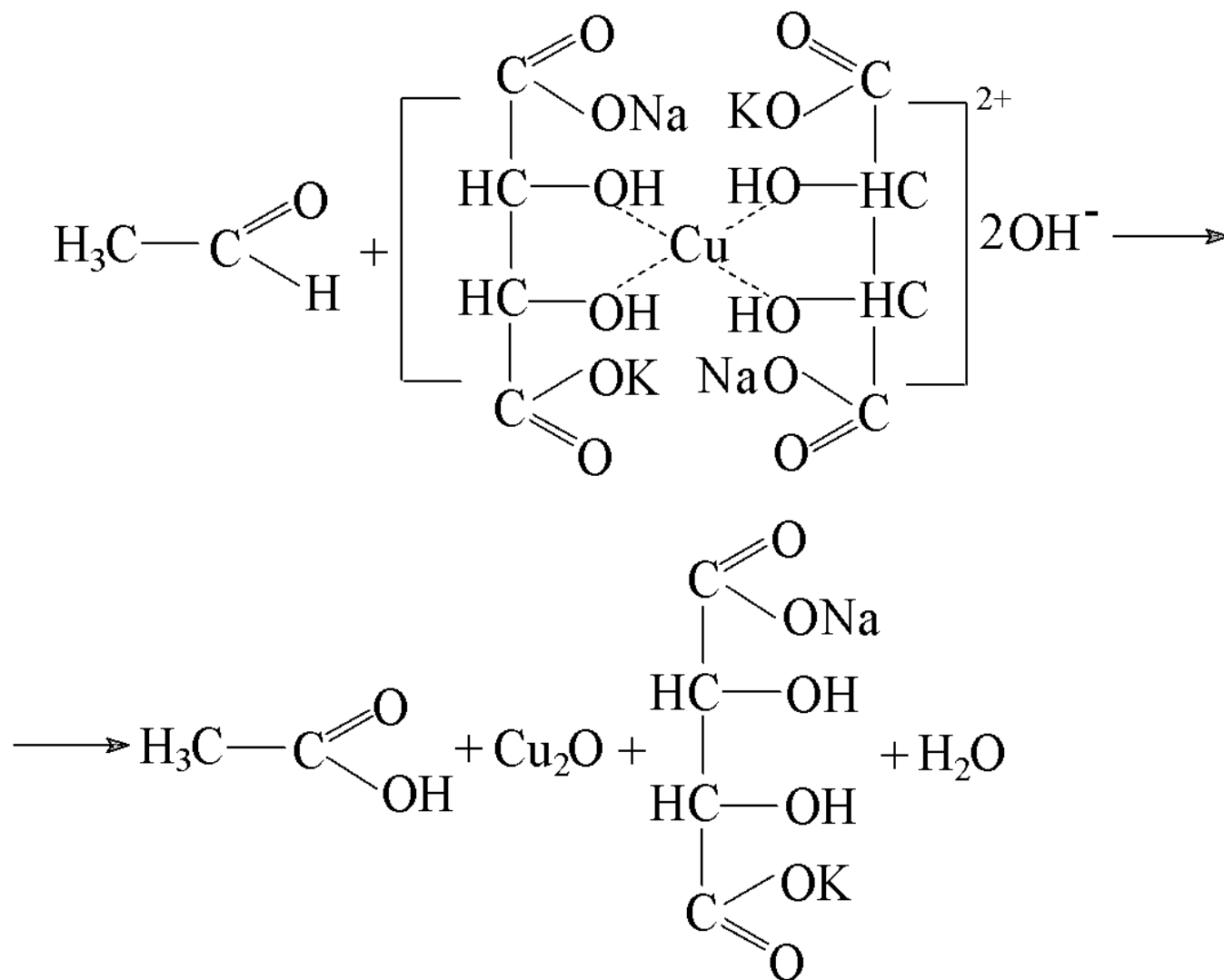
- Взаимодействия с окислителями

В альдегиды окисляются даже слабыми окислителями

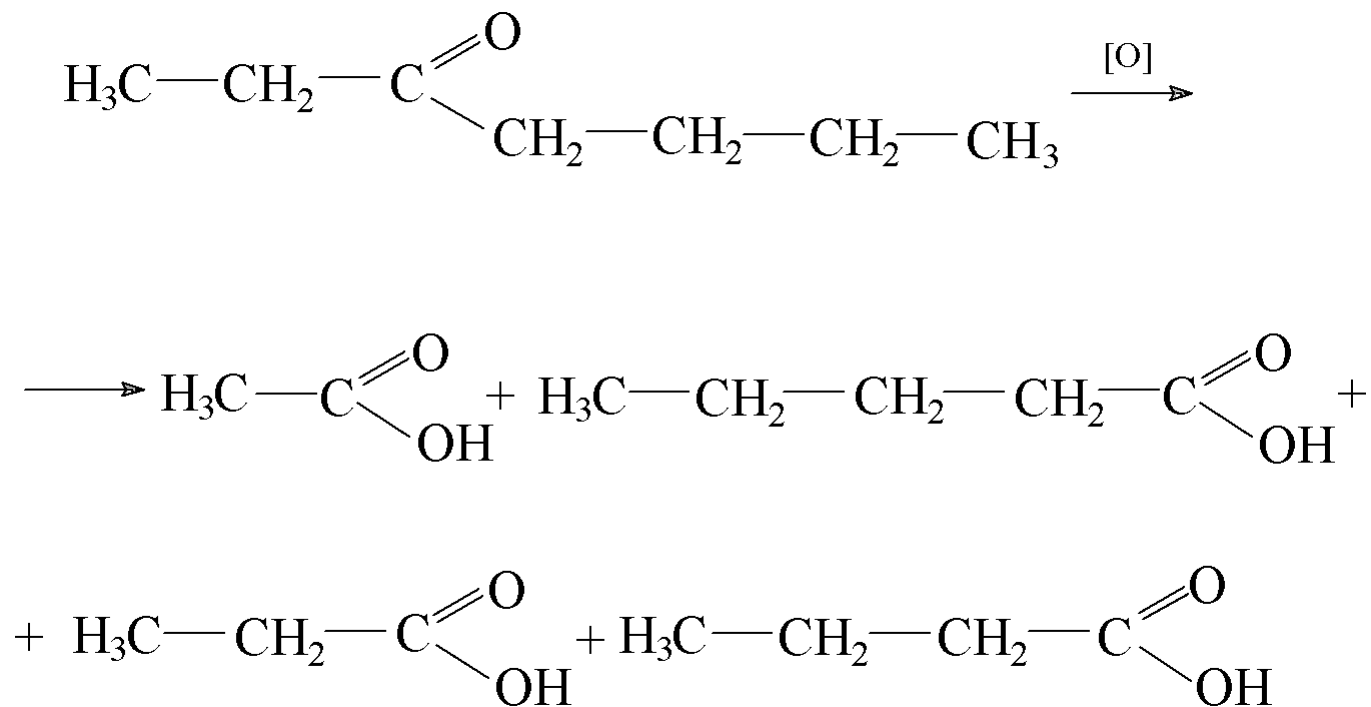
✓ Реакция с реактивом Фелинга



✓ Реакция с реактивом Фелинга

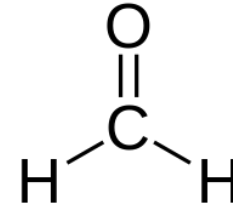


- ✓ Кетоны окисляются только сильными окислителями, например кислым раствором перманганата калия или дихромата калия, при нагревании.



Отдельные представители

Формальдегид. Метаналь.



- (*formīsa* «муравей») — бесцветный газ с резким запахом, хорошо растворимый в воде, спиртах и полярных растворителях. Иритант, токсичен.
- **Ирритáнты** — группа веществ (слезоточивого или раздражающего действия), вызывающих раздражительные реакции при попадании на слизистые и кожу, и воздействии на дыхательные пути (респираторный эффект).

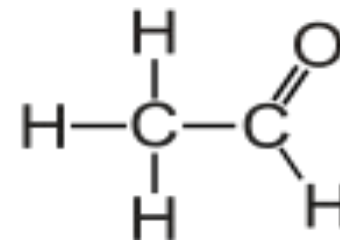
- Метаналь применяют для производства фенолоформальдегидных пластмасс и многих лекарственных препаратов, например уротропина. Иногда спрессованный в виде брикетов уротропин применяют в качестве горючего (сухой спирт)



- Раствор формальдегида в воде называют формалином, его используют для хранения биопрепаратов, протравливания семян перед посевом, дубления кож.



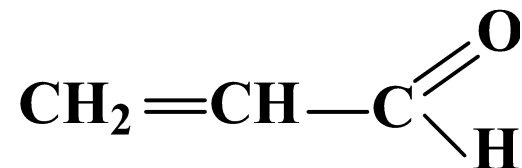
Уксусный альдегид



- (этаналь, ацетальдегид)
- Бесцветная жидкость с резким запахом, хорошо растворяется в воде, спирте, эфире. Из-за очень низкой температуры кипения (20,2 °С) хранят и перевозят ацетальдегид в виде тримера — паральдегида
- Ацетальдегид токсичен при действии на кожу, раздраitant и, возможно, канцероген.
- Он является загрязнителем воздуха при горении, курении, в автомобильных выхлопах. Образуется при термической обработке полимеров и пластиков.

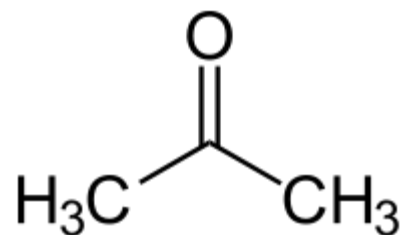


Акролеин



- Вследствие своей высокой реакционной способности акролеин является токсичным, сильно раздражающим слизистые оболочки глаз и дыхательных путей соединением. Относится к I классу опасности (чрезвычайно опасные вещества).
- Акролеин является одним из продуктов термического разложения глицерина и жиров-глицеридов, чем объясняется раздражающие слизистые оболочки свойства дыма горелых жиров.

Ацетон



- **Ацетон** — простейший представитель кетонов. Бесцветная легкоподвижная летучая жидкость с характерным запахом. Полностью смешивается с водой и большинством органических растворителей.
- Ацетон хорошо растворяет многие органические вещества (ацетилцеллюлозу, воск, резину и др.), а также ряд солей(хлорид кальция, иодид калия)

- В качестве растворителя *ацетон* используется в производстве красок, лаков и олифы, резины, пластмасс, красителей, взрывчатых веществ, а также в фотографии.
- Он также применяется в производстве смазочных масел и изготовлении искусственного шелка и синтетической кожи.
- В химической промышленности ацетон является промежуточным химическим соединением при производстве многих химикатов, таких как кетен, уксусный ангидрид, метиловый метакрилат, изофорон, хлороформ, йодоформ и витамин С.

Опасность для здоровья!!!

- Кетоны - легковоспламеняющиеся вещества, а наиболее летучие представители этого класса химических соединений способны при обычной комнатной температуре выделять пары в количествах достаточных, чтобы образовать с воздухом взрывчатую смесь.
- Обычно кетоны быстро выводятся из организма, главным образом, вместе с выдыхаемым воздухом. Их метаболизм включает процесс окислительной гидроксигидроксилирования, а затем восстановления до вторичного спирта.
- Высокие концентрации кетонов при ингаляции обладают наркотическим воздействием. В более низких концентрациях они способны вызвать тошноту, рвоту и раздражение глаз и респираторной системы.

Применение.

- Основное количество получаемого в промышленности ацетальдегида используют для производства уксусной кислоты, а также различных пластмасс и ацетатного волокна.



Ненасыщенные карбонильные соединения

Карбонильные соединения аренов

Дикарбонильные соединения