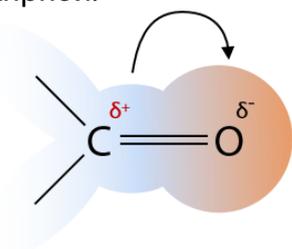


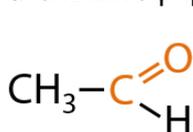
Карбонильные соединения

Строение

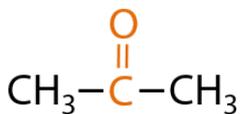
Карбонильная группа – функциональный фрагмент с двойной кратной связью между атомами углерода и кислорода. Особенность: у атома кислорода большая электроотрицательность, чем атом углерода, за счет чего электроны стягиваются к кислороду и связь становится полярной.



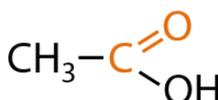
Карбонильная группа встречается в строении: кетонов, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров.



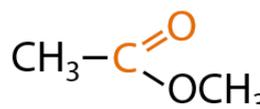
Альдегид
(ацетальдегид)



Кетон
(пропанон, ацетон)



Карбоновая кислота
(уксусная кислота)



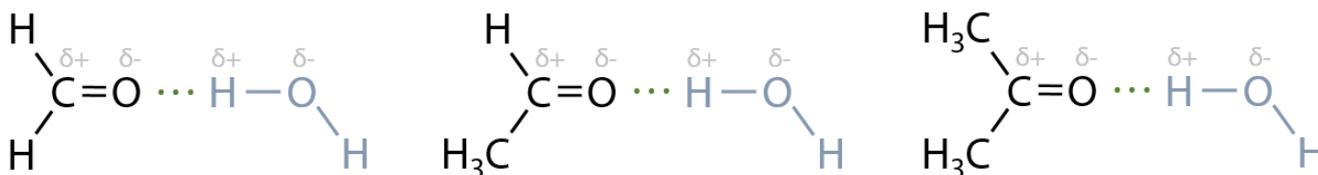
Сложный эфир
(метилацетат)

Физические свойства

Только простейший альдегид – метаналь или формальдегид – газообразное вещество, кетоны начинаются с жидких веществ:

Представители классов		Свойства	
		Агрегатное состояние	Растворимость в воде
Формальдегид	HCHO	Газ ($t_{\text{кип}} = -21^\circ\text{C}$)	Образуется метандиол
Ацетальдегид	CH ₃ -CHO	Жидкость	Хорошо растворяется
Ацетон	CH ₃ -CO-CH ₃	Жидкость	Неограниченно
C ₃ – C ₇		жидкости	Плохая
C ₈ и более		Твердые вещества	Не растворяются

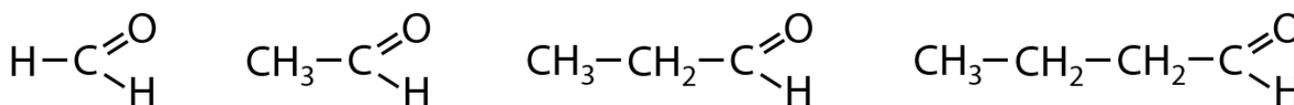
Формальдегид, ацетальдегид и ацетон хорошо растворимы в воде, благодаря образованию водородных связей с молекулами воды:



Номенклатура

Альдегиды

Простейшие линейные (нормальные, насыщенные) альдегиды называют по углеродной цепи, включающей альдегидную группу, исходя из названия соответствующего алкана и добавляя суффикс **-аль**.



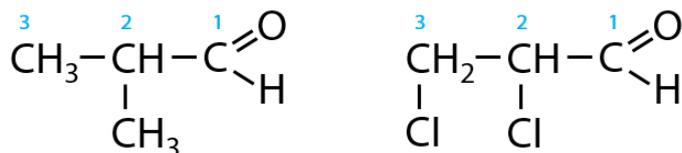
Метаналь

Этаналь

Пропаналь

Бутаналь

При появлении заместителей необходимо указывать их название и положение в начале, нумерация атомов начинается от альдегидной группы (включительно).



2-метилпропаналь

2,3-дихлорпропаналь

Тривиальные названия альдегидов образуются по названию кислот, которые могут быть получены при их окислении:

Формула	Название	
	Систематическое (IUPAC)	Тривиальное
HCHO	Метаналь	Муравьиный альдегид, формальдегид
$\text{CH}_3\text{-CHO}$	Этаналь	Уксусный альдегид, ацетальдегид
$\text{C}_2\text{H}_5\text{-CHO}$	Пропаналь	Пропионовый альдегид
$\text{C}_3\text{H}_7\text{-CHO}$	Бутаналь	Масляный альдегид
$\text{C}_4\text{H}_9\text{-CHO}$	Пентаналь	Валериановый альдегид
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-CHO}$	Гексаналь	Капроновый альдегид



Вся теория по органике на нашем бесплатном курсе «Органика с НУЛЯ».

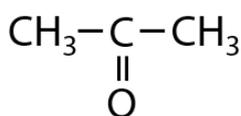
Соответствует ФГОС, более 1200 тестовых заданий.
Вся школьная органика в одном месте:

stepenin.ru/courses/organic10

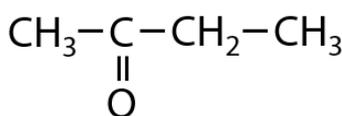


Кетоны

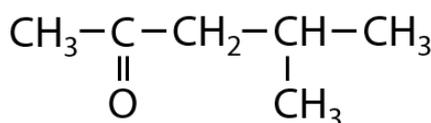
Простейшие линейные (насыщенные) кетоны называют по углеродной цепи, включающей кетогруппу, исходя из названия соответствующего алкана и добавляя суффикс **-он** с указанием положения атома кислорода в выбранной углеродной цепи после суффикса.



Пропанон (ацетон)

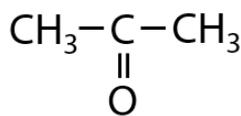


Бутанон-2

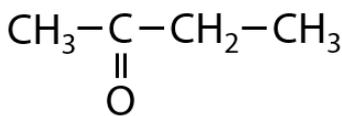


4-метилпентанон-2

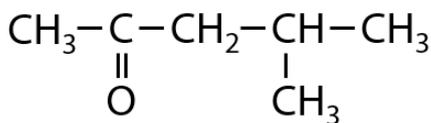
Названия также могут строиться по радикальному признаку. Указываются названия двух углеводородных радикалов при C=O группе в порядке усложнения структуры (увеличения количества атомов углерода или разветвленности) и в конце добавляется **-кетон**.



Диметилкетон



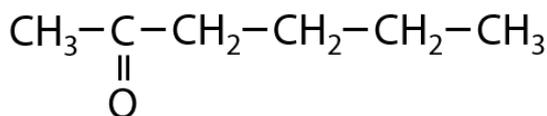
Метилэтилкетон



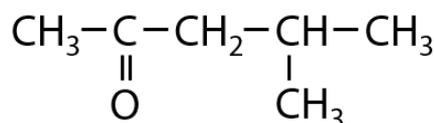
Метилизобутилкетон

Изомерия

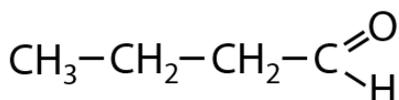
1. Изомерия углеродного скелета. Характерна и для кетонов, и для альдегидов.



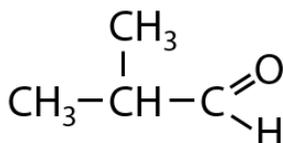
Гексанон-2 (метилбутилкетон)



4-метилпентанон-2 (метилизобутилкетон)

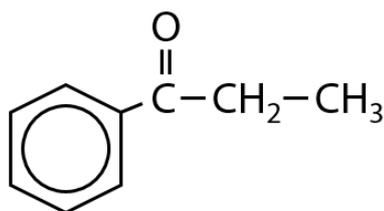


Бутаналь (масляный альдегид)

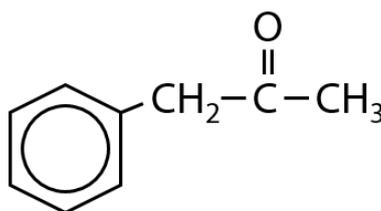


2-метилпропаналь

2. Изомерия положения карбонильной группы. Характерна только для кетонов.

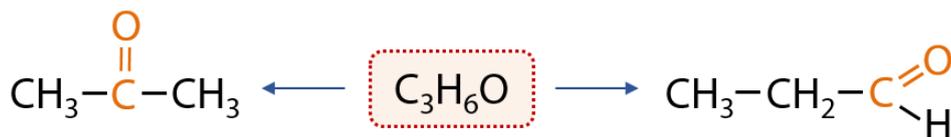


Этилфенилкетон (пропиофенон)



Метилбензилкетон (фенилацетон)

3. Межклассовая изомерия: альдегиды и кетоны изомерны друг другу.



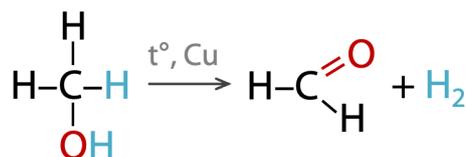
Пропанон

Пропаналь

Получение

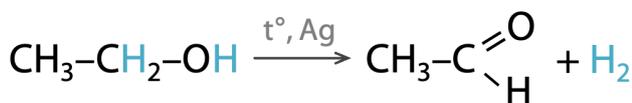
1. **Дегидрирование спиртов.** Катализаторы Cu, Pt, Pd, Ni. Нагреванием первичных спиртов в присутствии катализатора, например, можно получить ацетальдегид из этанола.

Первичный спирт → альдегид



Метанол

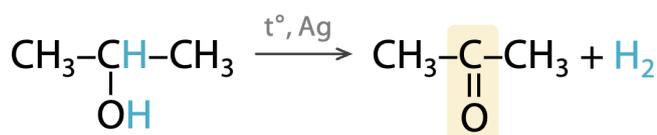
Формальдегид



Этанол

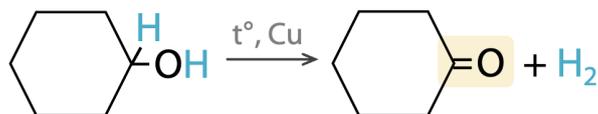
Ацетальдегид
Уксусный альдегид

Вторичный спирт → кетон



Пропанол-2

Пропанон
Ацетон

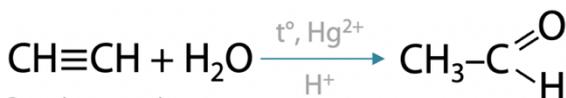


Циклогексанол

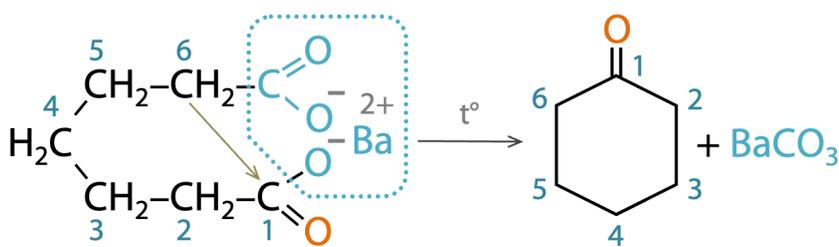
Циклогексанон

2. **Реакция Кучерова** – присоединение воды к алкинам. В давние времена был основным промышленным методом получения ацетальдегида (очень токсичный, ртуть же!).

Только из ацетилена можно получить альдегид:



Этин (ацетилен)



Пимелинат бария
Гептандиоат бария

Циклогексанон

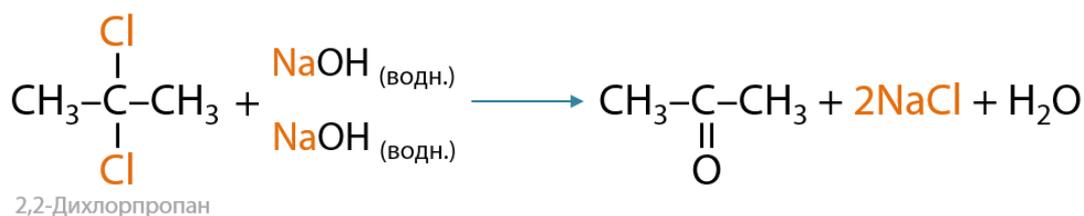
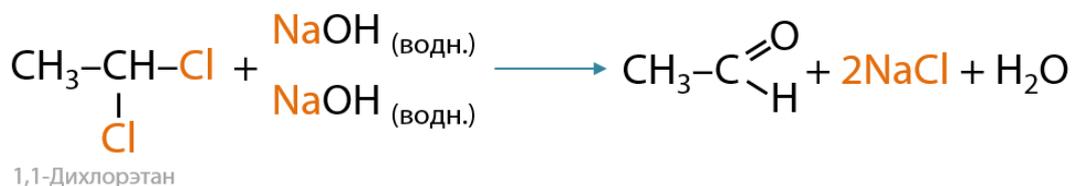
Авторские цепочки с кетонами и альдегидами (задание №32 ЕГЭ)

Старый и новый формат цепочек, видеоразборы
и письменные решения на нашем сайте:

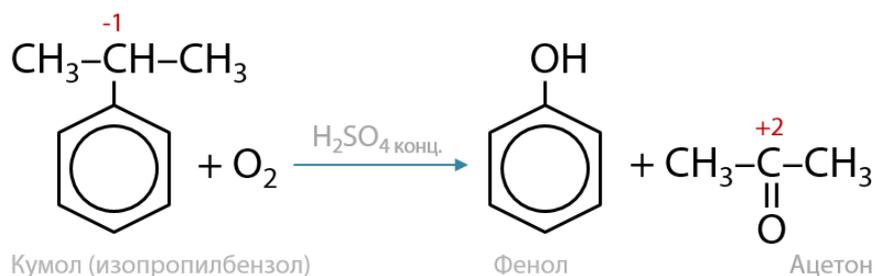
stepenin.ru/organic/carbonyl/



4. **Щелочной гидролиз дигалогеналканов в водной среде** (в среде спиртов образуется тройная связь). Если галогены стоят при крайнем атоме углерода – образуется альдегид, если при внутреннем атоме углерода – образуется кетон.



5. **Кумольный синтез (промышленный способ)**. На предприятиях в огромных количествах получают фенол и ацетон окислением изопропилбензола - кумола.



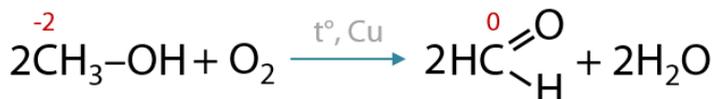
6. **Вакер-процесс (промышленное получение ацетальдегида).** Пришел на замену промышленного получения ацетальдегида по реакции Кучерова:



Уксусный альдегид, ацетальдегид

7. **Окисление первичных и вторичных спиртов**

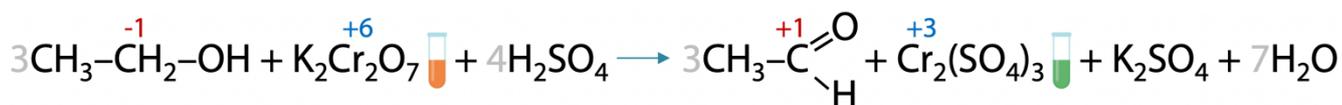
- а) На катализаторе (Cu или Ag). Встречается редко.



Метанол

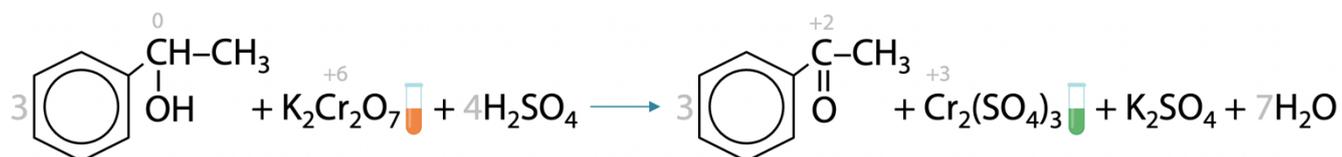
Метаналь

- б) **Дихроматом натрия в кислой среде.** Альдегид образуется только при окислении первичных спиртов.



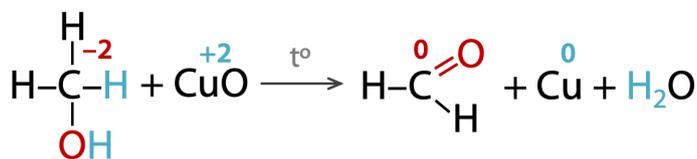
Недостаток: альдегид окисляется до карбоновой кислоты в избытке окислителя.

Вторичные спирты дихроматами щелочных металлов в кислой среде окисляются до кетонов.



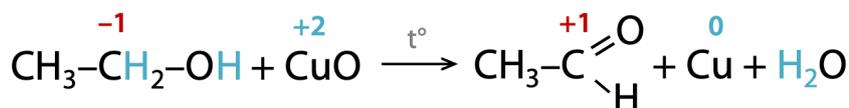
- в) **Оксидом меди (II).** В лаборатории эту реакцию проводят нагреванием медной проволоки (в пламени она окисляется до оксида), а затем разогретую проволоку опускают в жидкий спирт.

Первичный спирт → альдегид



Метанол

Метаналь, формальдегид

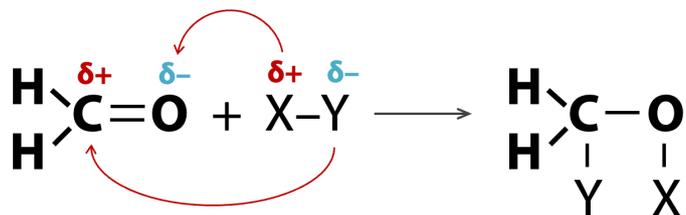


Этанол

Этаналь, ацетальдегид

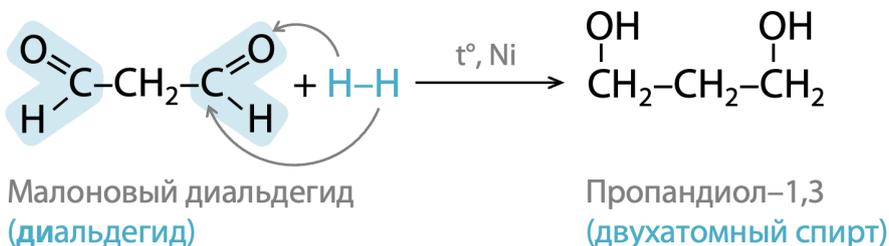
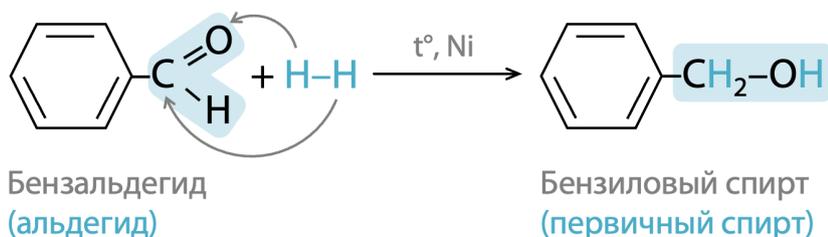
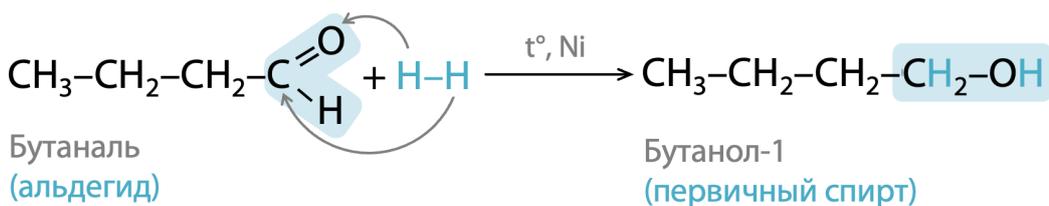
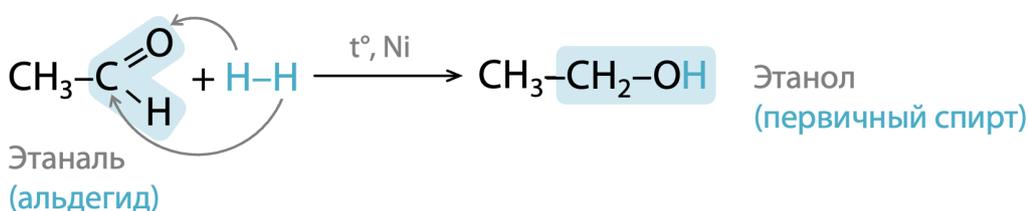
Реакции присоединения

Основа – электростатические взаимодействия карбонильной группы C=O и фрагментов молекул реагентов: плюс взаимодействует с минусом и наоборот.

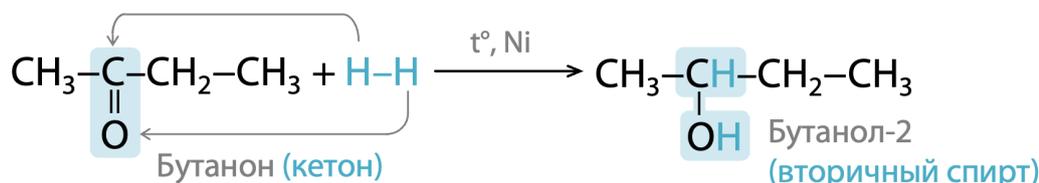
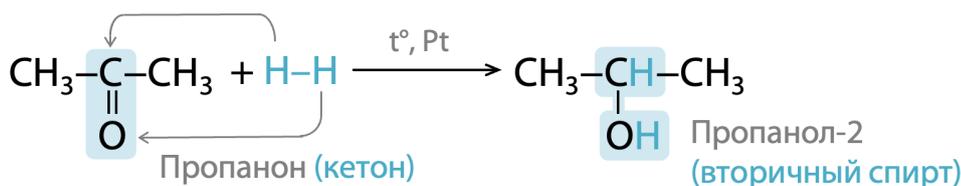


1. **Присоединение водорода** – гидрирование (восстановление). Из альдегидов получают первичные спирты, из кетонов – вторичные.

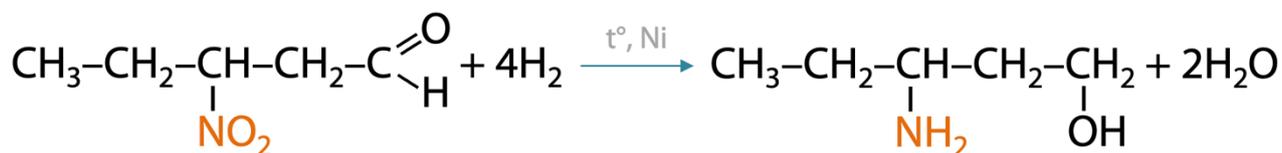
Альдегиды → первичные спирты



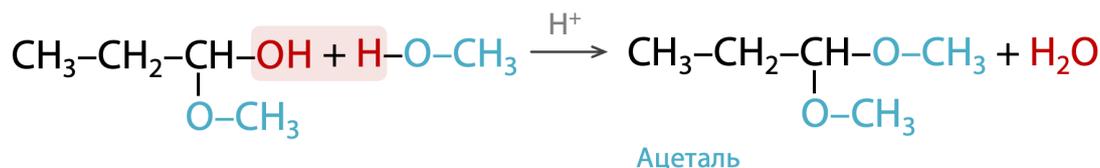
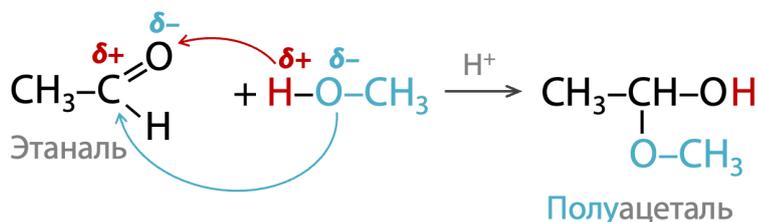
Кетоны → вторичные спирты



Недостаток: реакция неселективная, т.к. параллельно могут восстанавливаться другие функциональные группы.

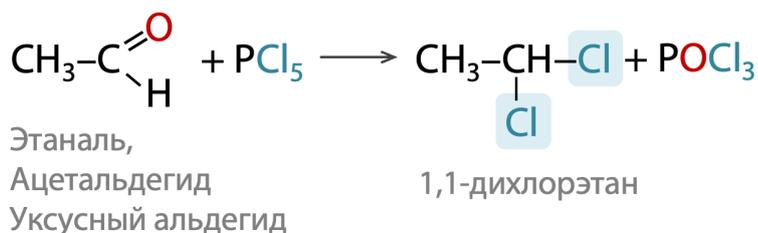


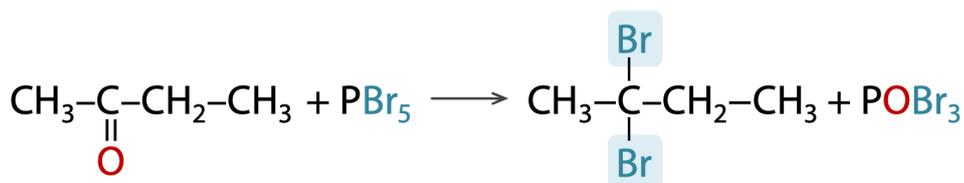
2. **Присоединение спиртов** (реакции для ознакомления). Реакцию записать не попросят, но свойство знать нужно.



Взаимодействие с галогенидами фосфора

Получение дигалогеналканов с атомами галогенов при одном атоме углерода:





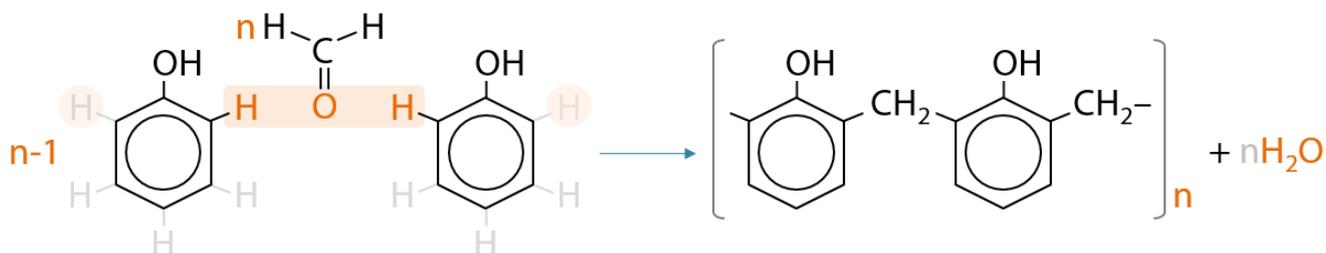
Бутанон

2,2-дибромбутан

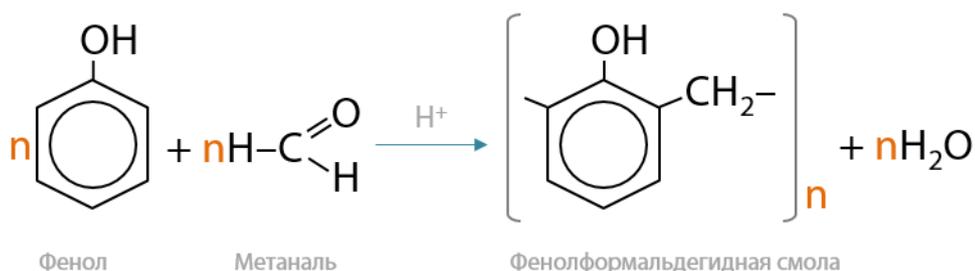
Полимеризация и поликонденсация

В данном разделе реакции представлены только для ознакомления.

1. **Фенолформальдегидная смола.** Поликонденсация отличается от полимеризации тем, что в продуктах помимо полимера есть еще низкомолекулярное соединение, в данном случае – вода. Механизм взаимодействия можно изобразить следующей схемой:



Общий вид уравнения реакции:



Свыше 1500 бесплатных заданий и органических цепочек есть на нашем сайте.

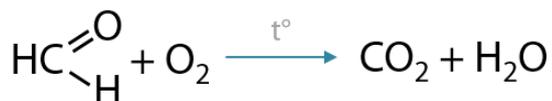
Быстрее туда, решать!

stepenin.ru/tasks/organic

Окисление

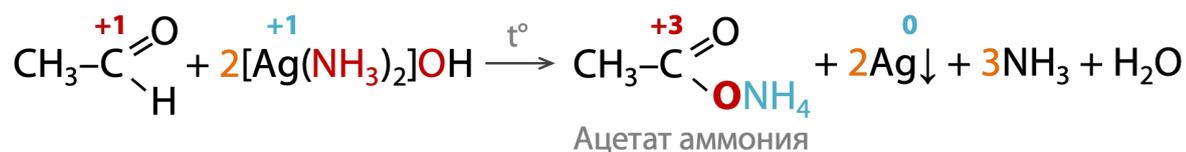
Альдегиды легко окисляются по С-Н связи, кетоны окислению не подвергаются.

- Горение.** Типичное образование углекислого газа и воды в продуктах. Реакция проводится при повышенной температуре.

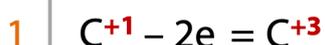


- Реакция «серебряного зеркала».** Альдегиды вступают в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра (реактив Толленса) при этом альдегидная группа окисляется и образуется аммониевая соль соответствующей карбоновой кислоты.

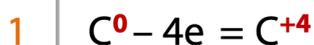
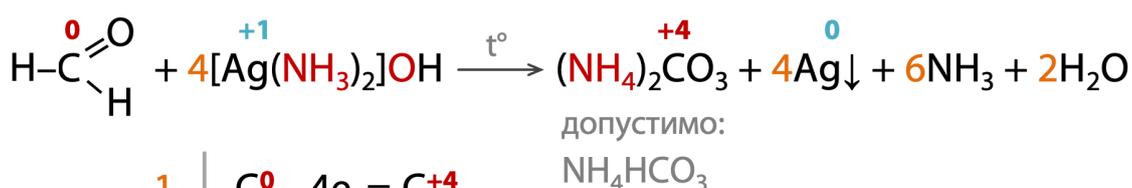
В реакцию вступают любые альдегиды:



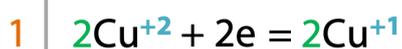
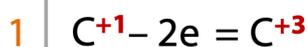
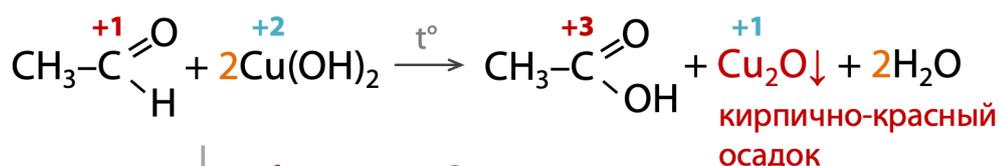
! соль



Исключение: формальдегид окисляется до карбоната или гидрокарбоната аммония



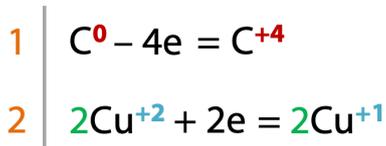
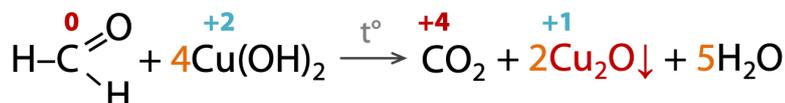
- Гидроксидом меди (II) при нагревании.** Реакция идет только со свежесоздавшимся гидроксидом меди (II).



Особенность. На практике эту реакцию проводят при нагревании и наблюдают следующее изменение окраски осадка: голубой $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – желтый CuOH – красный Cu_2O .

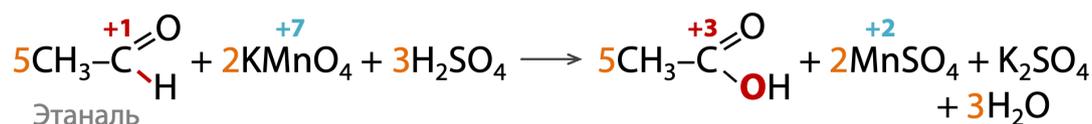


Интересно, что формальдегид окисляется в таких условиях до углекислого газа:



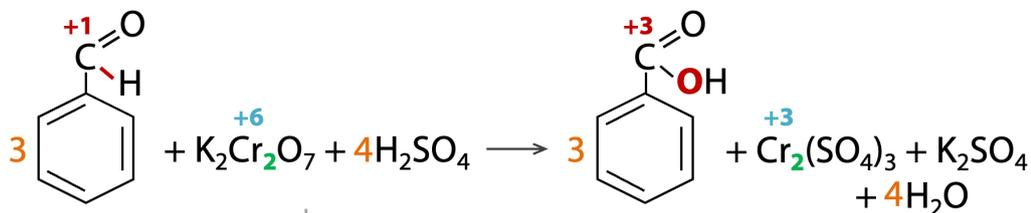
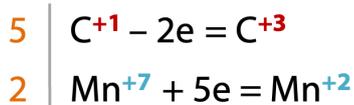
4. **Перманганатом или дихроматом калия.** В реакцию вступают только альдегиды. Окисление кетонов не имеет практического смысла, потому что образуется смесь продуктов из-за разрыва связей C–C.

Альдегид → кислота KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (t°) в кислой среде



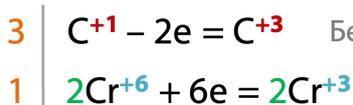
Этаналь

Уксусная кислота

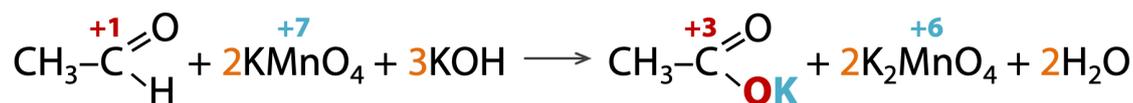


Бензальдегид

Бензойная кислота



Альдегид → соль KMnO_4 в щелочной или нейтральной (t°) среде



Ацетат калия

