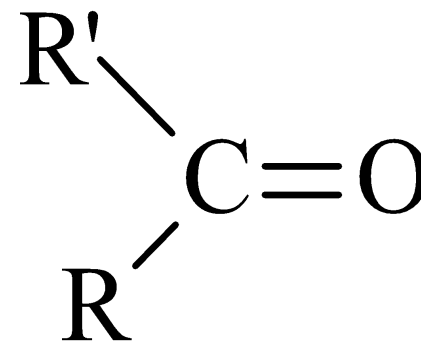


# Альдегиды и кетоны

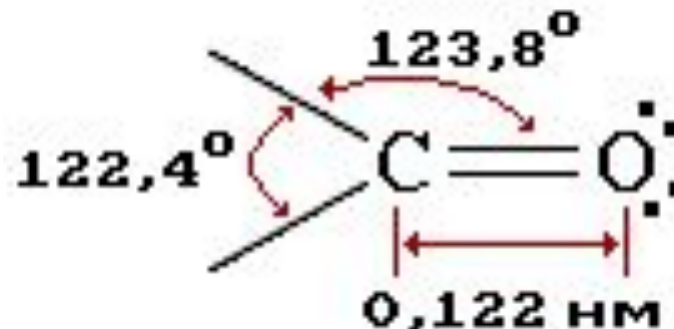
R или R' = H  альдегиды

R, R' = C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>  кетоны

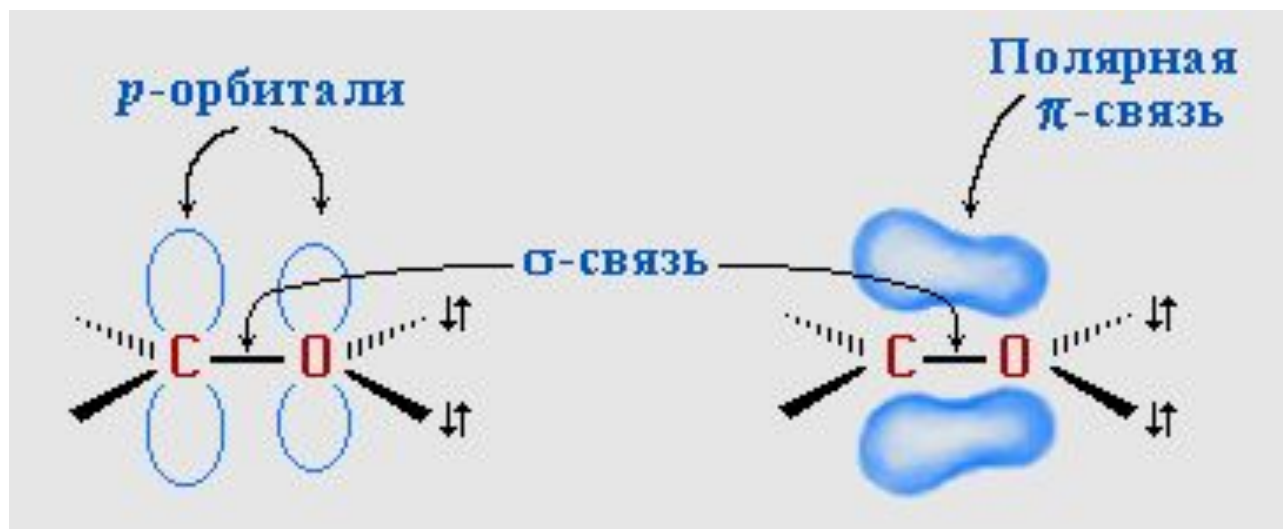


# Строение группы C=O

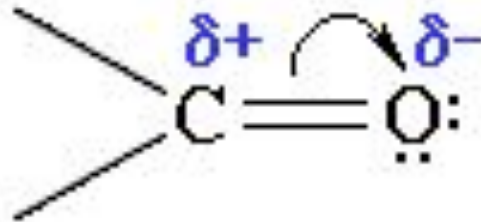
Атомы углерода и кислорода в карбонильной группе находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации.



$\pi$ -Связь образована  $p$ -электронами атомов углерода и кислорода.



# Строение группы C=O

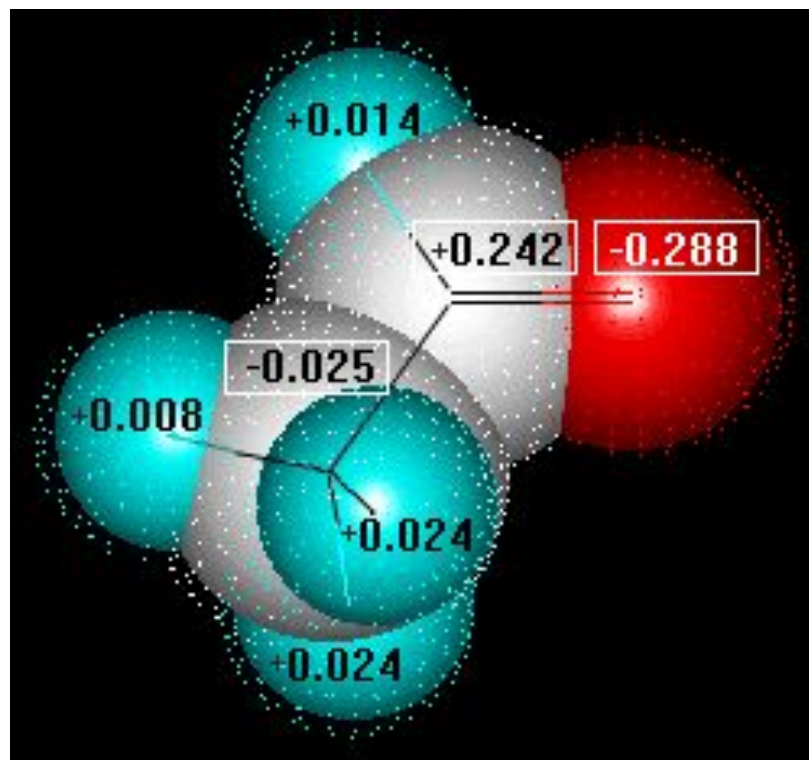


**Связь C=O сильно полярна.**

Ее дипольный момент (2,6-2,8D) значительно выше, чем у связи C–O в спиртах (0,70D). Электроны кратной связи C=O, в особенности более подвижные  $\pi$ -электроны, смещены к электроотрицательному атому кислорода, что приводит к появлению на нем частичного отрицательного заряда. Карбонильный углерод приобретает частичный положительный заряд (см. распределение зарядов).

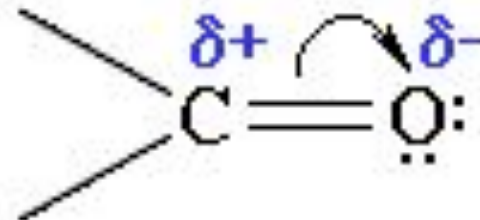
**Заряды на атомах в ацетальдегиде**  
(данные квантово-механических расчетов)

**Углерод подвергается атаке нуклеофильными реагентами, а кислород - электрофильными, в том числе  $H^+$ .**

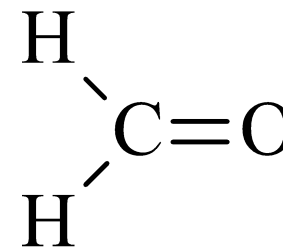


# Строение группы C=O

В молекулах альдегидов и кетонов отсутствуют атомы водорода, способные к образованию водородных связей. Поэтому их температуры кипения ниже, чем у соответствующих спиртов.



**Метаналь** (формальдегид) – газ,  
**альдегиды C<sub>2</sub>-C<sub>5</sub>** и **кетоны C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub>** – жидкости,  
высшие – твердые вещества.

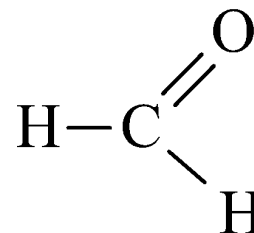


Низшие гомологи растворимы в воде, благодаря образованию водородных связей между атомами водорода молекул воды и карбонильными атомами кислорода. С увеличением углеводородного радикала растворимость в воде падает.

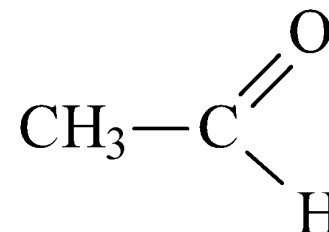
# Номенклатура альдегидов и кетонов

Систематические названия **альдегидов** строят по названию соответствующего углеводорода с добавлением суффикса **-аль**. Нумерацию цепи начинают с карбонильного атома углерода.

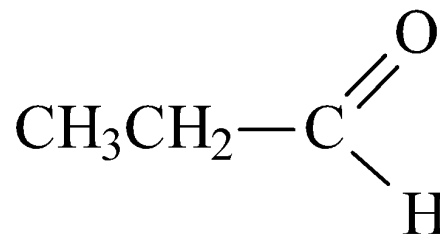
метаналь



этаналь



пропаналь



# Номенклатура альдегидов и кетонов

Тривиальные названия производят от тривиальных названий тех кислот, в которые альдегиды превращаются при окислении.

Формула	Название	
	систематическое	тривиальное
$\text{H}_2\text{C}=\text{O}$	метаналь	муравьиный альдегид (формальдегид)
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$	этаналь	уксусный альдегид (ацетальдегид)
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}=\text{O}$	2-метил-пропаналь	изомасляный альдегид
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{O}$	бутен-2-аль	кротоновый альдегид

# Номенклатура альдегидов и кетонов

Систематические названия **кетонов** несложного строения производят от названий радикалов (в порядке увеличения) с добавлением слова **кетон** (*радикально-функциональная номенклатура ИЮПАК*). Например:

$\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$  - диметил**кетон** (ацетон);

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—CO—CH}_3$  - метилпропил**кетон**.

В более общем случае название кетона строится по названию соответствующего углеводорода и суффикса **-он**; нумерацию цепи начинают от конца цепи, ближайшего к карбонильной группе (*заместительная номенклатура ИЮПАК*).

$\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$  - пропан**он** (ацетон);

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—CO—CH}_3$  - пентан**он-2**;

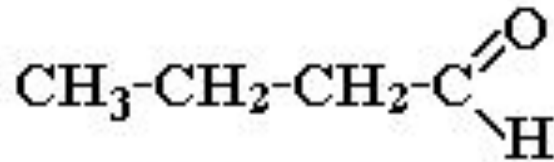
$\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—CO—CH}_3$  - пентен-4-**он-2**.

# Изомерия альдегидов

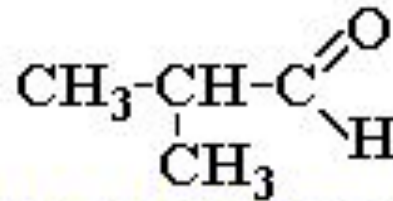
Для альдегидов и кетонов характерна **структурная изомерия**.

Изомерия **альдегидов**:

1) изомерия углеродного скелета, начиная с  $C_4$



бутаналь



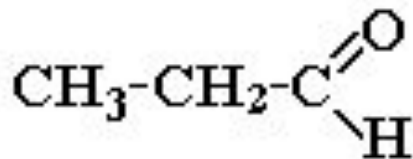
2-метилпропаналь



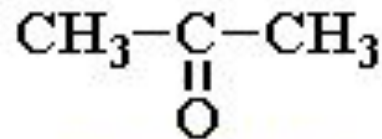
# Изомерия альдегидов

2) межклассовая изомерия с кетонами, начиная с  $C_3$

Например  $C_3H_6O$



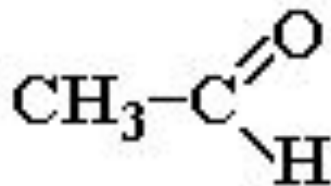
пропаналь



пропанон  
(ацетон)

# Изомерия альдегидов

3) с циклическими оксидами (с  $C_2$ ) эпоксидами



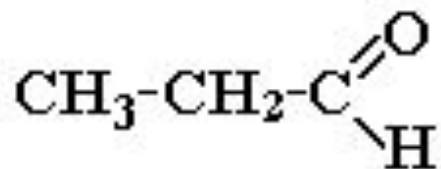
этаналь  
(ацетальдегид)



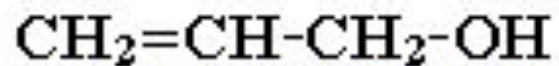
этиленоксид  
(эпоксид)

# Изомерия альдегидов

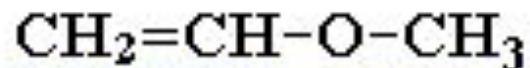
4) непредельными спиртами и простыми эфирами (с  $C_3$ )



пропаналь



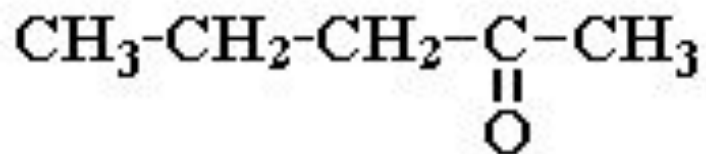
аллиловый спирт



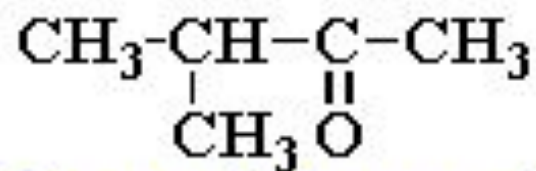
метилвиниловый эфир

# Изомерия кетонов

1) Изомерия **кетонов**: углеродного скелета (с C<sub>5</sub>)



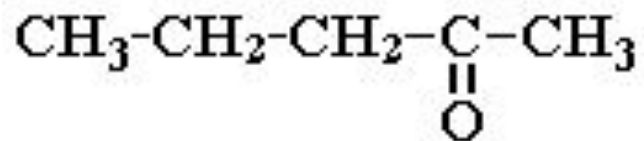
пентанон-2



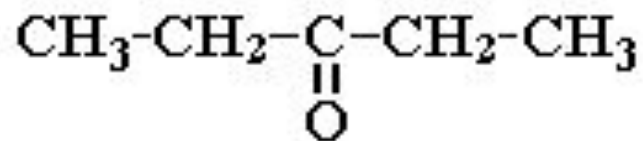
3-метилбутанон-2

# Изомерия кетонов

2) положения карбонильной группы (с C<sub>5</sub>)



пентанон-2

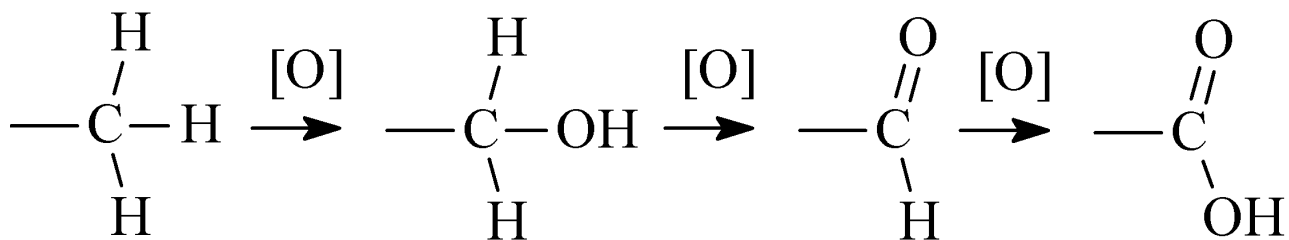


пентанон-3

3) межклассовая изомерия (аналогично альдегидам).

# Окисление / восстановление

алкан □ спирт □ альдегид □ кислота

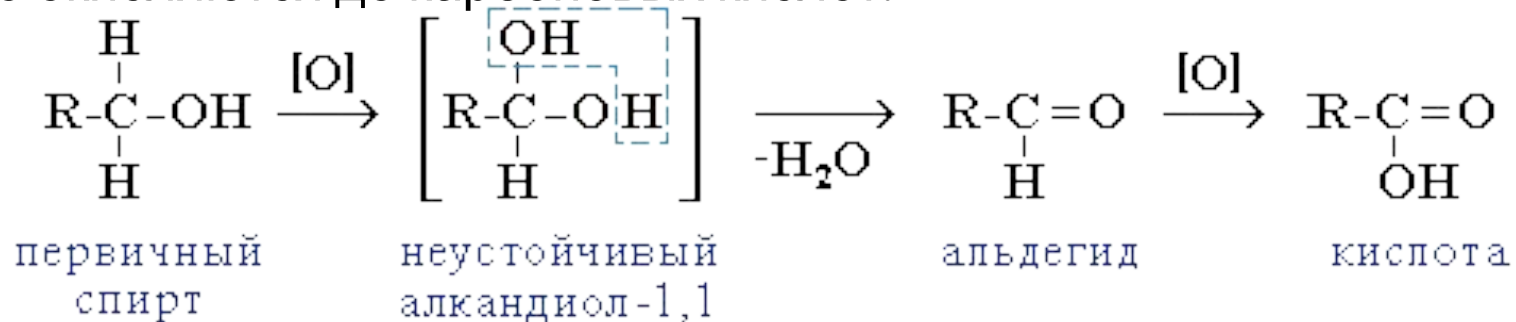


# Получение альдегидов и кетонов

## 1) Окисление спиртов

Первичные спирты при окислении образуют альдегиды, которые затем

легко окисляются до карбоновых кислот.



Окислители –  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{O}_2$  + катализатор. Легкость окисления спиртов уменьшается в ряду:

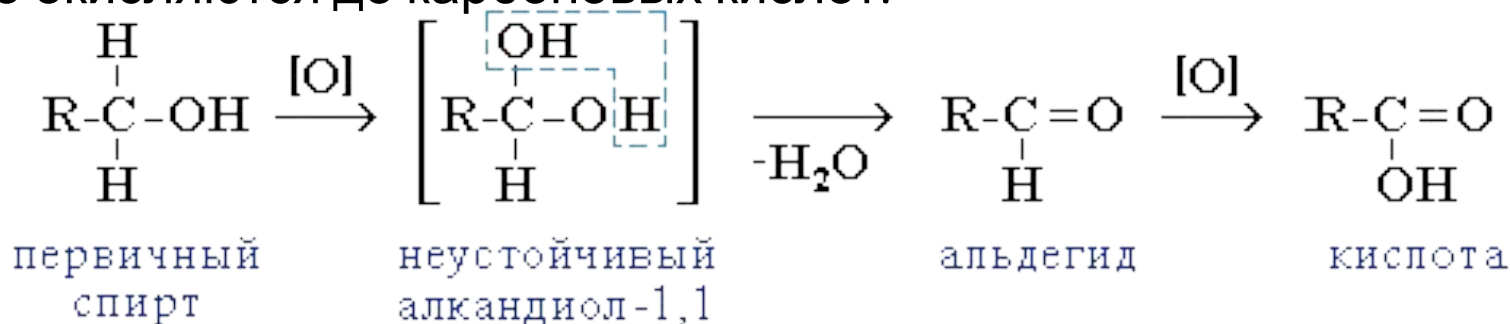
первичные  $\geq$  вторичные  $\gg$  третичные.

# Получение альдегидов и кетонов

## 1) Окисление спиртов

Первичные спирты при окислении образуют альдегиды, которые затем

легко окисляются до карбоновых кислот.



Окислители –  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{O}_2$  + катализатор. Легкость окисления спиртов уменьшается в ряду:

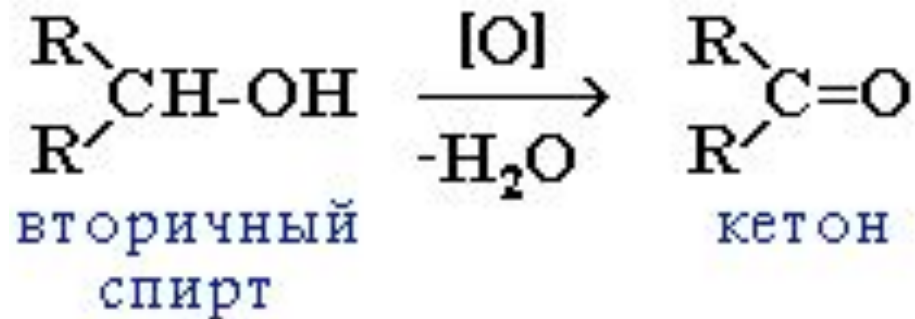
первичные  $\geq$  вторичные  $\gg$  третичные.

Чтобы предотвратить превращение альдегида в кислоту, его отгоняют в ходе реакции (т.кип. альдегида, не образующего межмолекулярные водородные связи, ниже т.кип. спирта и кислоты).



# Получение альдегидов и кетонов

При окислении вторичных спиртов образуются кетоны.

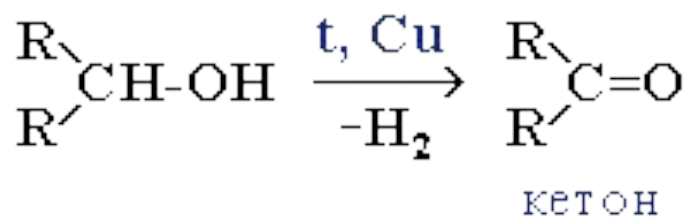
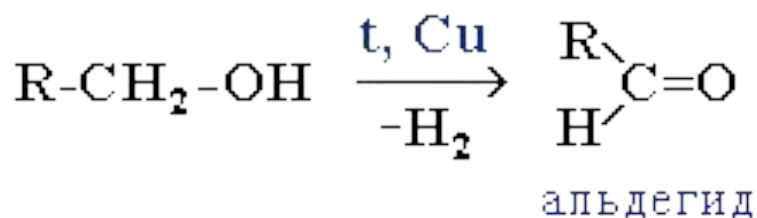


# Получение альдегидов и кетонов

- 1) Окисление спиртов ВИДЕО

# Получение альдегидов и кетонов

2) В промышленности альдегиды и кетоны получают **дегидрированием** спиртов, пропуская пары спирта над нагретым катализатором (Cu, соединения Ag, Cr или Zn).

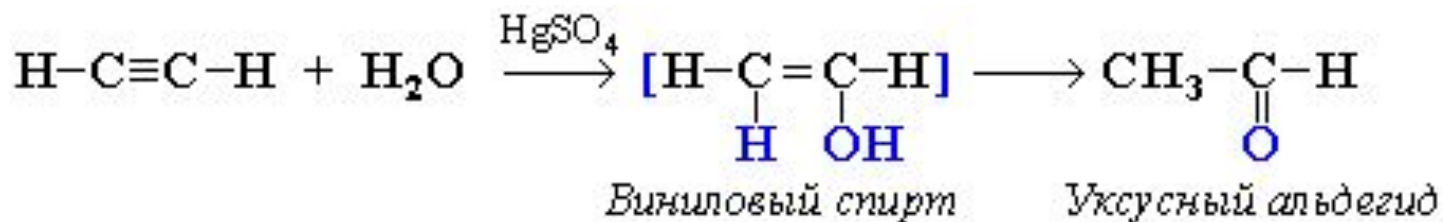


Этот способ позволяет получать карбонильные соединения, в особенности альдегиды, без побочных продуктов окисления.

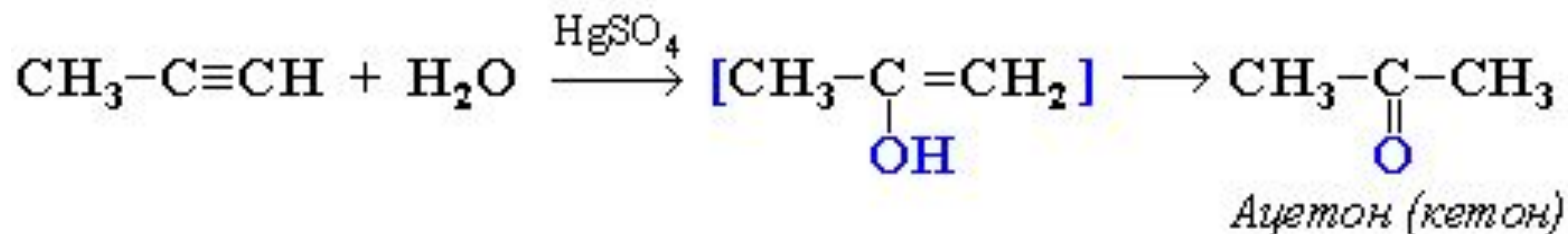
# Получение альдегидов и кетонов

## 3) Гидратация алкинов (реакция Кучерова)

Присоединение воды к ацетилену в присутствии солей ртути (II) приводит к образованию ацетальдегида:

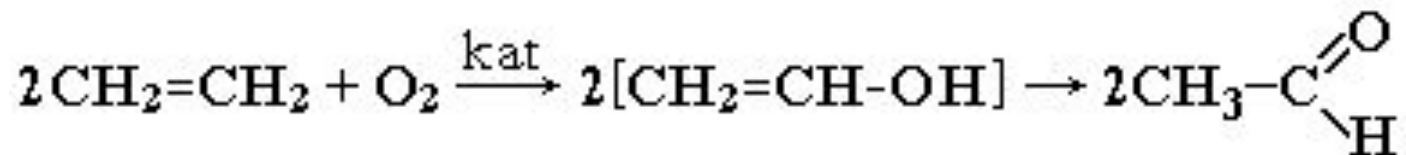


Кетоны получают при гидратации других гомологов ряда алкинов:



# Получение альдегидов и кетонов

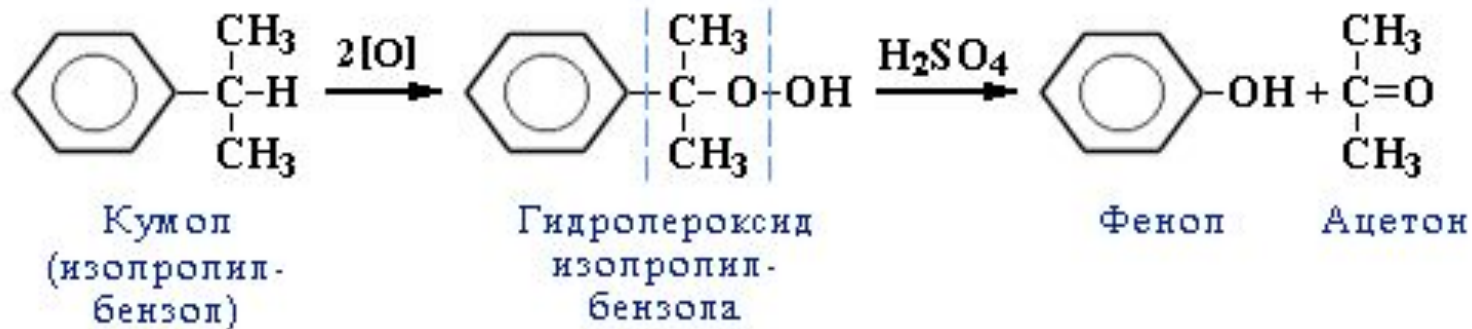
4) Окисление алкенов (катализаторы - хлориды Pd и Cu)



Этот способ более перспективен, чем гидратация алкинов, при которой используются токсичные ртутные катализаторы.

# Получение альдегидов и кетонов

4) Кумольный способ получения ацетона (наряду с фенолом).

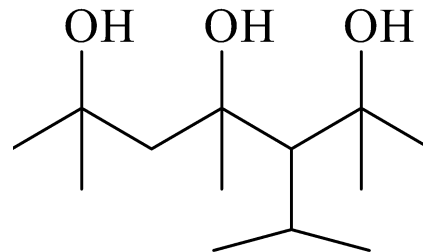
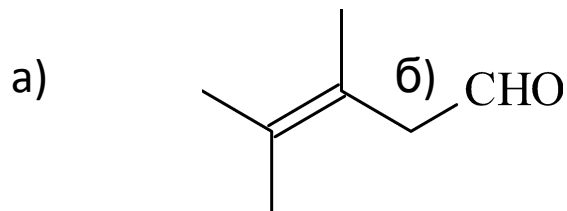


# Задачи

1) Нарисуйте соединение, его изомер, и напишите название изомера (ЮПАК):

- а) гексантиол-1,3,6    б) пентен-4-ол-2    в) третбутиловый спирт  
г) 2,3-диметилбутаналь    д) пентен-3-аль    е) гептен-5-он-3

2) Назовите соединения:



3) Нарисуйте все изомеры для соединения  $C_5H_8O$ ,  $C_6H_8O$

.... и назовите их :-)