

# Решение 33 задания

Открытый вебинар ZnaYou

## План на сегодня:

- Секреты оформления
- Химические свойства углеводородов, кислород- и азотсодержащих органических веществ
- Способы получения соединений тех же классов
- Знаешь ли ты...
- Бонус для самых заинтересованных

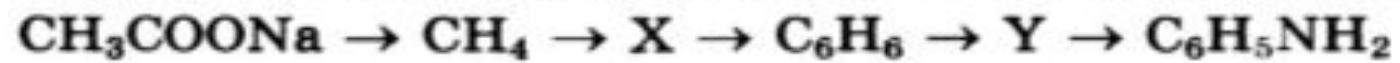
# Решение 33 задания

Взаимосвязь классов органических веществ

# Оформление

- Условия реакций указывать нужно
- Если вы не уверены, какой именно катализатор необходим, лучше надписать над стрелкой «кат.» без указания конкретного вещества
- Структурные формулы, используемые при записи реакций, должны однозначно отражать порядок связей между атомами и функциональными группами
- Молекулярные формулы использовать нельзя!

Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.





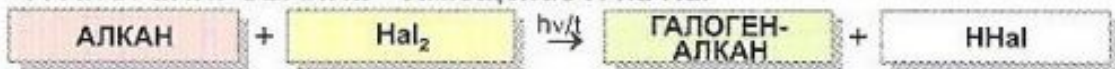




# Алканы

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

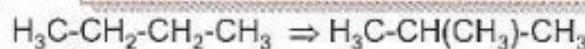
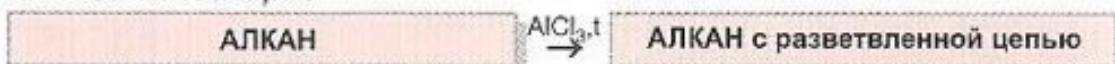
1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal



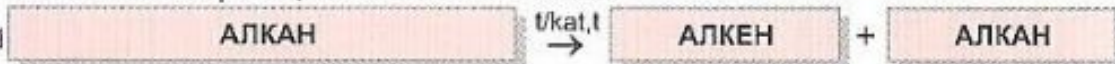
2. НИТРОВАНИЕ - замещение H на NO<sub>2</sub> - реакция Коновалова



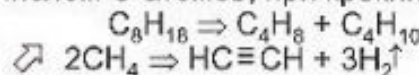
3. ИЗОМЕРИЗАЦИЯ



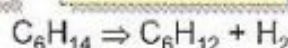
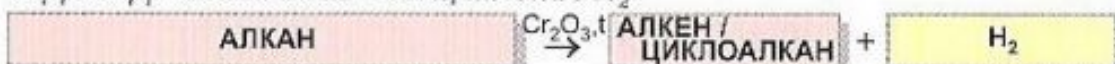
4. КРЕКИНГ - расщепление C-C-связей



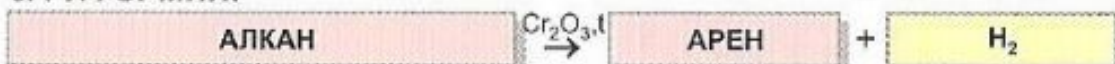
Образуются алкены и алканы с меньшим числом C-атомов, при крекинге CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> и C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> образуются C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>.



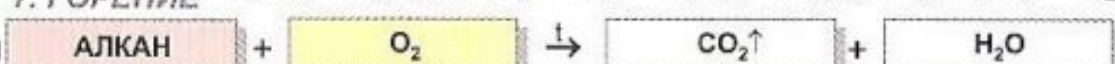
5. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H<sub>2</sub>



6. РИФОРМИНГ

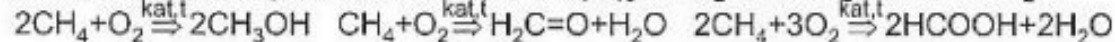


7. ГОРЕНИЕ C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> ⇒ C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>(бензол) + 4H<sub>2</sub> C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> ⇒ C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub>(толуол) + 4H<sub>2</sub>



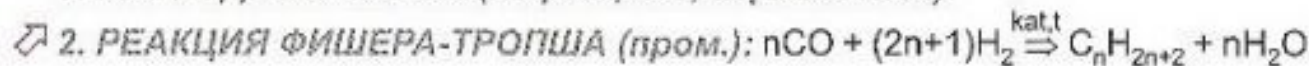
8. КОНВЕРСИЯ, ПИРОЛИЗ метана: CH<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O  $\xrightarrow{\text{kat}, t}$  CO↑ + 3H<sub>2</sub>↑ CH<sub>4</sub>  $\xrightarrow{t}$  C + 2H<sub>2</sub>↑

9. ОКИСЛЕНИЕ бутана, метана: 2C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> + 5O<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{kat}, t}$  4CH<sub>3</sub>COOH + 2H<sub>2</sub>O

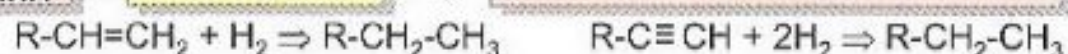
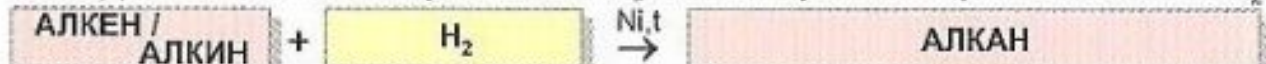


## ПОЛУЧЕНИЕ

1. ПРИРОДНОЕ СЫРЬЕ (нефть, газ, горный воск)



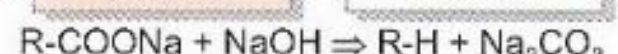
3. ГИДРИРОВАНИЕ непредельных углеводородов - присоединение H<sub>2</sub>



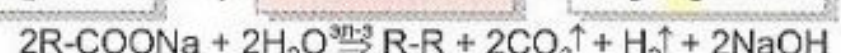
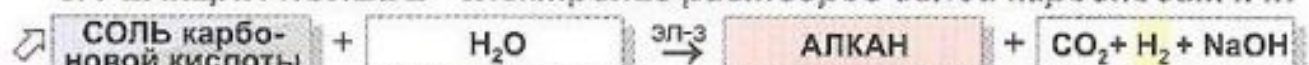
4. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА



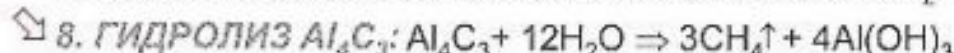
5. РЕАКЦИЯ ДЮМА - декарбосилирование солей карбоновых кислот



6. РЕАКЦИЯ КОЛЬБЕ - электролиз растворов солей карбоновых к-т



7. СИНТЕЗ метана из простых веществ: C + 2H<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{kat}, t, p}$  CH<sub>4</sub>

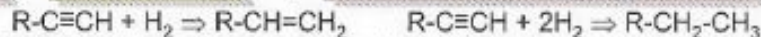
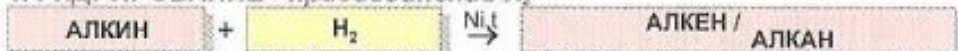




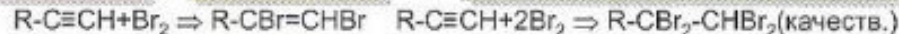
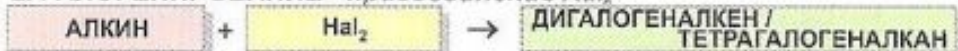
# Алкины

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### 1. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение $H_2$



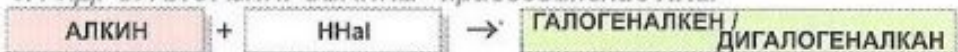
### 2. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение $\text{Hal}_2$



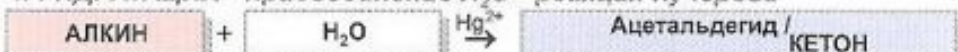
### ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА

При присоединении молекул  $\text{HHal}$  или  $\text{H}_2\text{O}$  к несимметричным алкенам и алкинам  $\text{H}$ -атом присоединяется к тому  $\text{C}$ -атому при кратной связи, который связан с большим числом  $\text{H}$ -атомов (наиболее гидрогенизирован).

### 3. ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение $\text{HHal}$

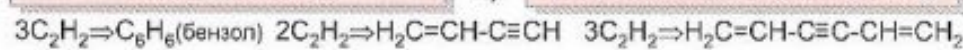


### 4. ГИДРАТАЦИЯ - присоединение $\text{H}_2\text{O}$ - реакция Кучерова

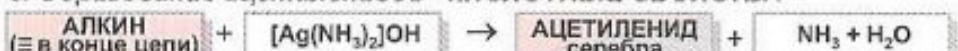


При гидратации  $\text{C}_2\text{H}_2$  образуется ацетальдегид  $\text{CH}_3\text{-CH=O}$ , при гидратации других алкинов образуются кетоны.  $\text{R-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{R-C(O)-CH}_3$

### 5. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

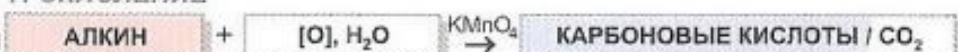


### 6. Образование ацетиленидов - КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА



Образующиеся ацетилениды разлагаются при действии  $\text{HCl}$  с выделением исходного алкина.  
 $\text{R-C}\equiv\text{CH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \Rightarrow \text{R-C}\equiv\text{C-Ag}\downarrow + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{R-C}\equiv\text{CH} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \Rightarrow \text{R-C}\equiv\text{C-Cu}\downarrow + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$

### 7. ОКИСЛЕНИЕ

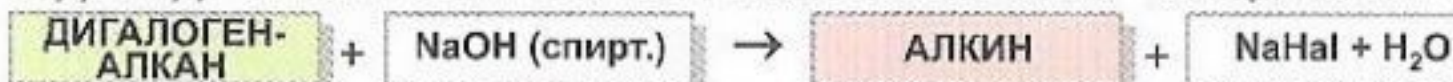
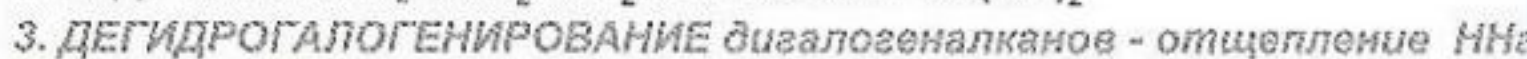
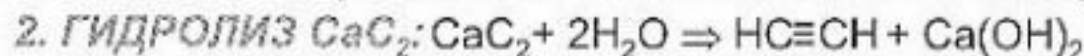
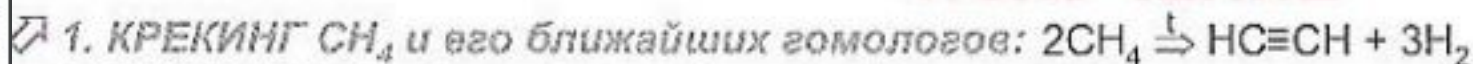


Разрывается тройная связь и образуются карбоновые кислоты или  $\text{CO}_2$  (если связь в конце цепи).  $\text{R-C}\equiv\text{C-R}' + 3[\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{R-COOH} + \text{R}'\text{-COOH}$

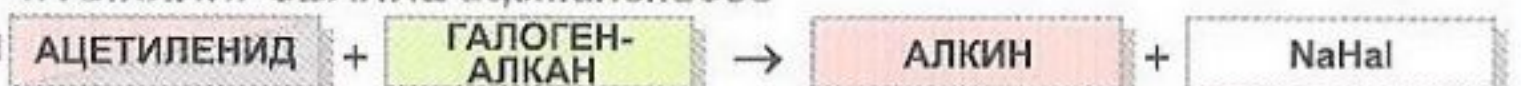
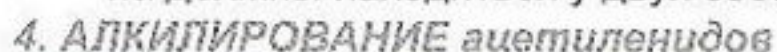
### 8. ГОРЕНИЕ



## ПОЛУЧЕНИЕ



Атомы галогена должны находиться у двух соседних, либо у одного и того же  $\text{C}$ -атома.  
 $\text{R-CH}_2\text{-CHCl}_2 + 2\text{NaOH (спирт.)} \Rightarrow \text{R-C}\equiv\text{CH} + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$





# Арены

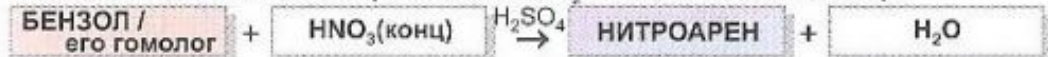
## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal в бензольном кольце



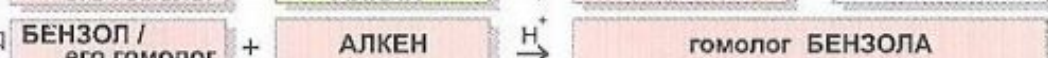
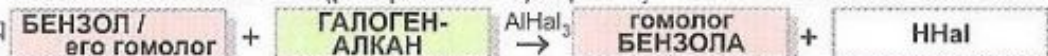
У гомологов бензола замещается H-атом у того C-атома, который находится в орто-(2,6) или пара-(4) положениях по отношению к боковой цепи.  
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl} + \text{HCl}$   
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3 + \text{HCl}$

2. НИТРОВАНИЕ - замещение H на NO<sub>2</sub> в бензольном кольце



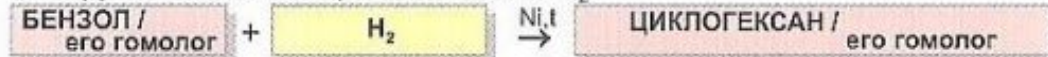
См. описание реакции 1.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. АЛКИЛИРОВАНИЕ (р. Фриделя-Крафтса) - введение алкильного R



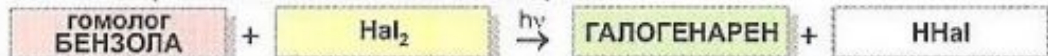
$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{HCl}$   
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_3\text{C=CH}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5$   
См. описание реакции 1.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(CH}_3)_2$

4. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение H<sub>2</sub>



$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$

5. ЗАМЕЩЕНИЕ H на Hal в боковой цепи



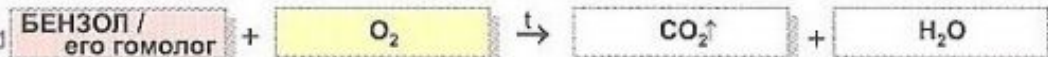
Замещается H-атом у того C-атома, который непосредственно связан с бензольным кольцом.  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CHCl-CH}_3 + \text{HCl}$

6. ОКИСЛЕНИЕ

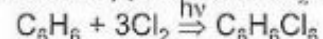


Гомологи бензола окисляют-ся, если есть хотя бы один атом H у α-C-атома (связанного с кольцом). α-C-атом окисляется до -COOH, а остальная боковая цепь до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O (в нейтральной среде образуется соль кислоты и карбонат).  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 + 6[\text{O}] \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

7. ГОРЕНИЕ



8. ПРИСОЕДИНЕНИЕ Cl<sub>2</sub> к бензолу (получение гексахлорциклогексана):

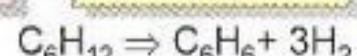
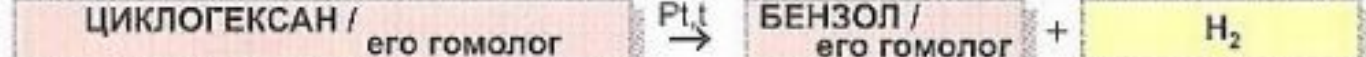


## ПОЛУЧЕНИЕ

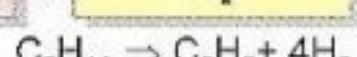
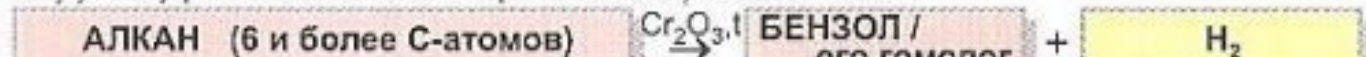
## ПОЛУЧЕНИЕ

1. ТРИМЕРИЗАЦИЯ АЦЕТИЛЕНА:  $3\text{HC}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{C}_{\text{акт}}, t} \text{C}_6\text{H}_6(\text{бензол})$

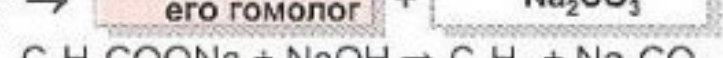
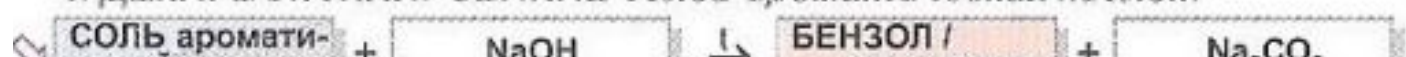
2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ циклических углеводородов - отщепление H<sub>2</sub>



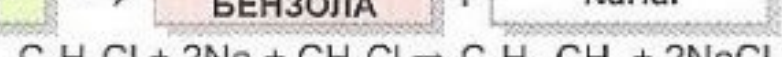
3. ДЕГИДРИРОВАНИЕ и ЦИКЛИЗАЦИЯ алканов



4. ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ солей ароматических кислот



5. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА-ФИТТИГА



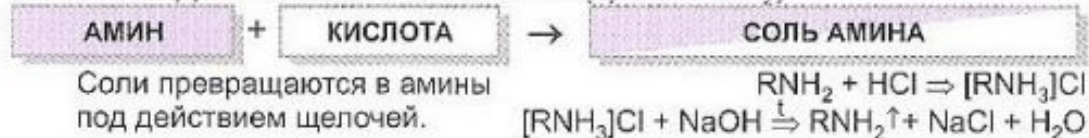
6. АЛКИЛИРОВАНИЕ бензола и его гомологов - см. свойства аренов (3)



# Амины

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

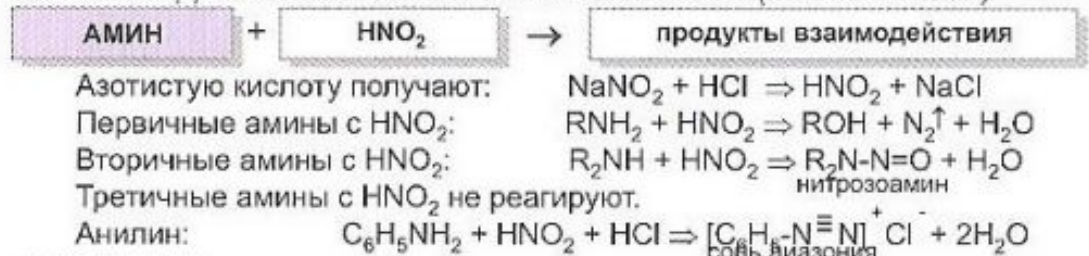
### 1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КИСЛОТАМИ (кроме $\text{HNO}_3$ )



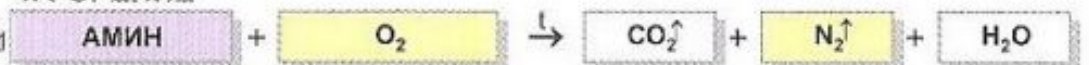
### 2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аминов



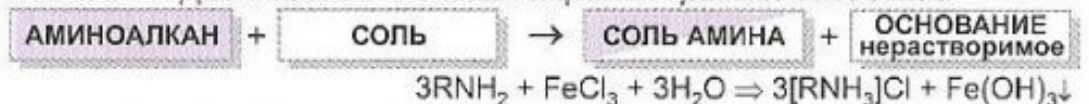
### 3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ (качественная)



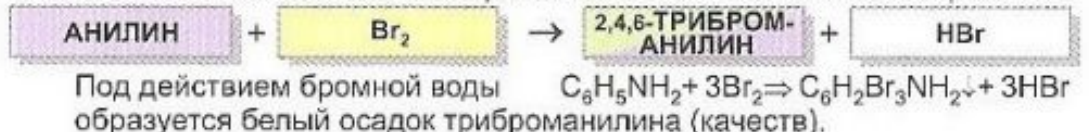
### 4. ГОРЕНИЕ



### 5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СОЛЯМИ нерастворимых оснований



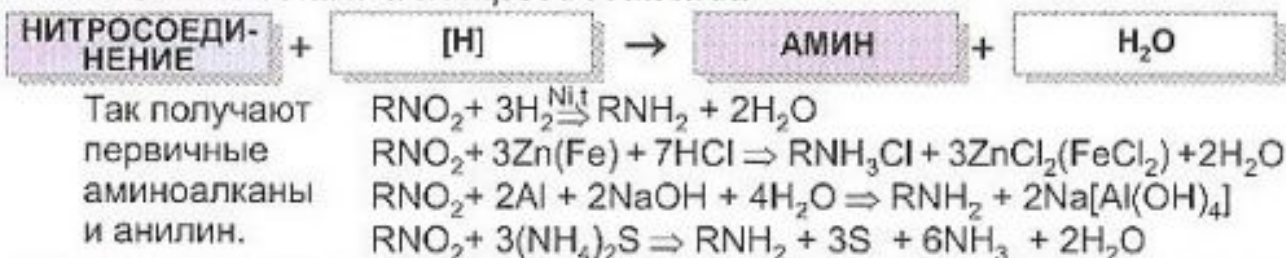
### 6. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H-ат. бензольного кольца на Hal



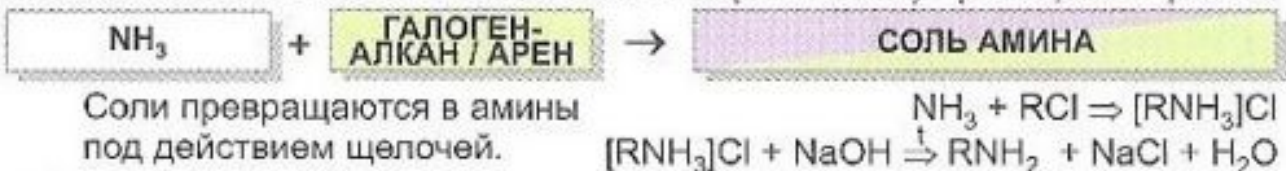
### 7. ОКИСЛЕНИЕ анилина (кач.): $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CaOCl}_2 \Rightarrow$ фиолетовый раствор

## ПОЛУЧЕНИЕ

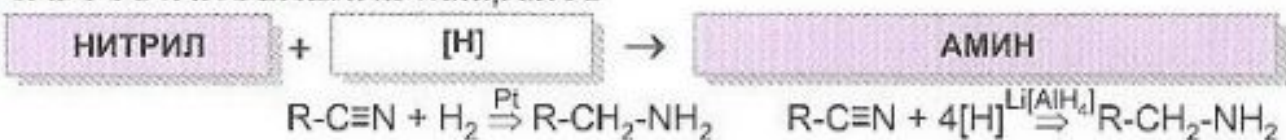
### 1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитросоединений



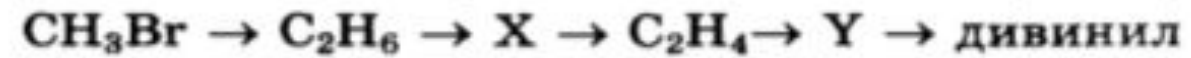
### 2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аммиака и аминов (см. выше) - реакция Гофмана



### 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитрилов



Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.





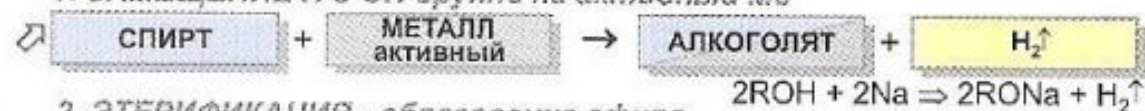




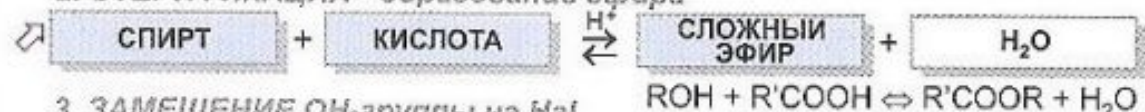
# Спирты

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

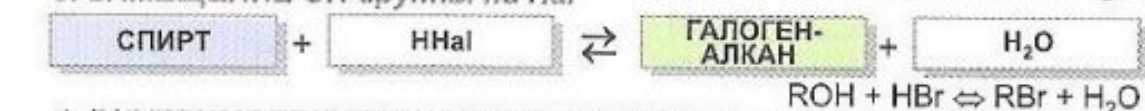
1. ЗАМЕЩЕНИЕ H в OH-группе на активный Me



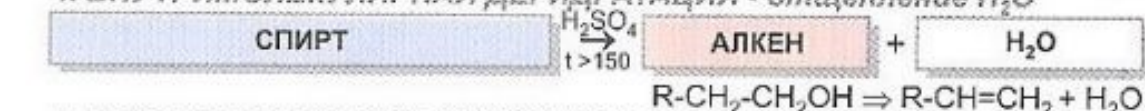
2. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование эфира



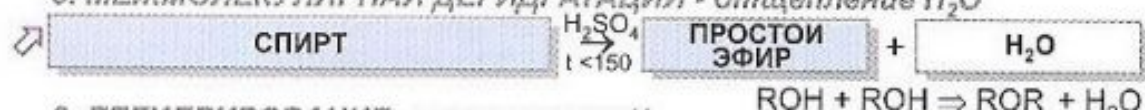
3. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal



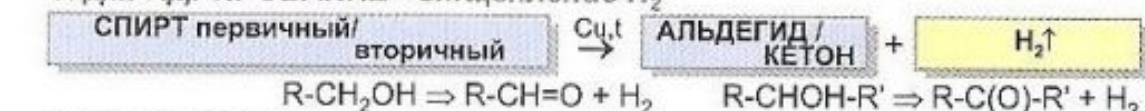
4. ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H<sub>2</sub>O



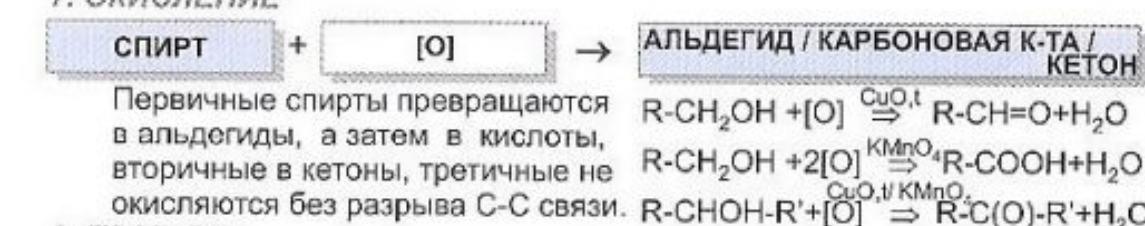
5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H<sub>2</sub>O



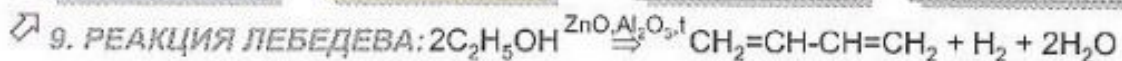
6. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H<sub>2</sub>



7. ОКИСЛЕНИЕ



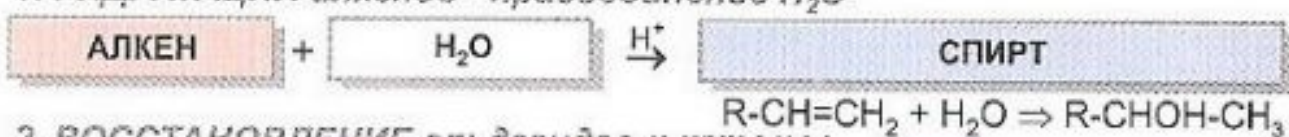
8. ГОРЕНИЕ



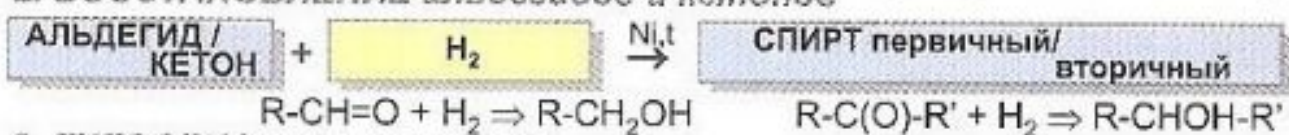
10. КАЧЕСТВЕННАЯ реакция на МНОГОАТОМНЫЕ спирты с OH-группами у соседних C-атомов:  $R-CHOH-CHOH-R' + Cu(OH)_2 \Rightarrow$  синий p-p

## ПОЛУЧЕНИЕ

1. ГИДРАТАЦИЯ алкенов - присоединение H<sub>2</sub>O



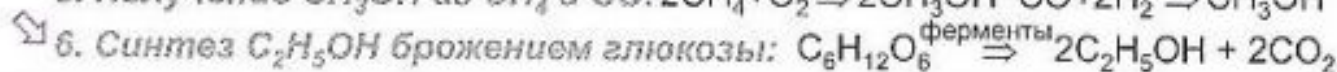
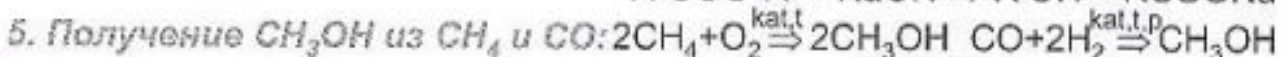
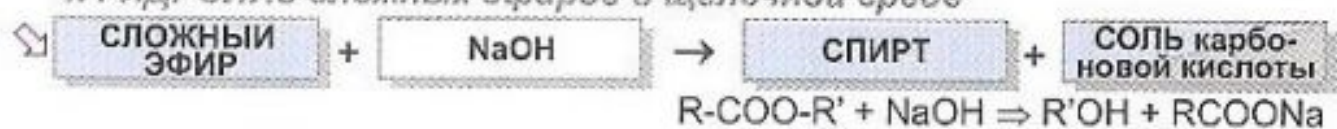
2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ альдегидов и кетонов



3. ГИДРОЛИЗ галогеналканов



4. ГИДРОЛИЗ сложных эфиров в щелочной среде



# Хим свойства диенов

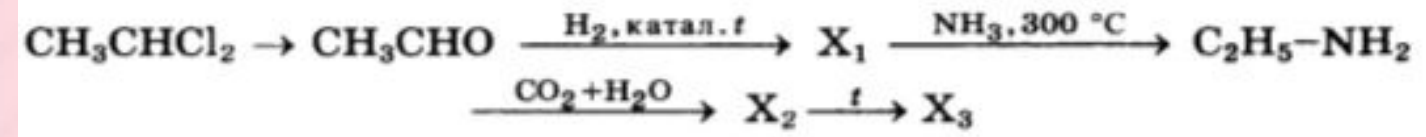
- Присоединение (  $H_2$ ,  $Hal_2$ ,  $HHal$ ,  $H_2O$  )
- Окисление (мягкое  $\Rightarrow$  многоатомные спирты; горение; жесткое окисление  $\Rightarrow$  дикарбоновые кислоты)
- Полимеризация

# Получение диенов

- Дегидрирование алканов
- Реакция Лебедева – дегидрирование и дегидратация спиртов
- Из дигалогенпроизводных



. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:





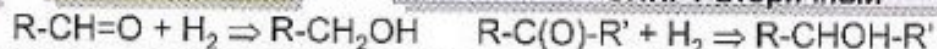
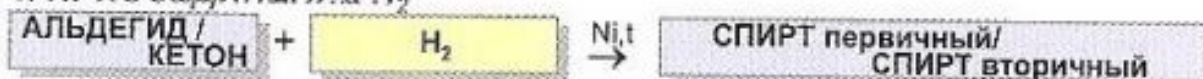




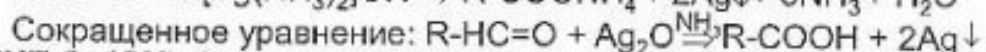
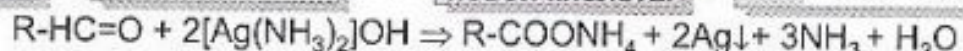
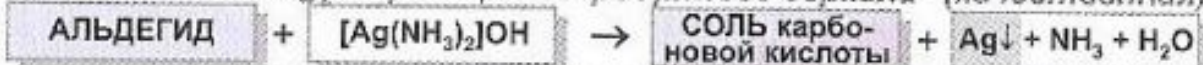
# Альдегиды, кетоны

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

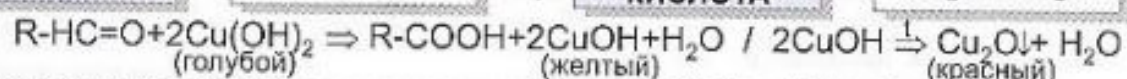
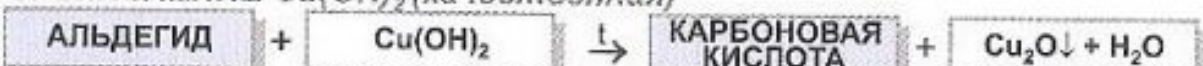
### 1. ПРИСОЕДИНЕНИЕ $H_2$



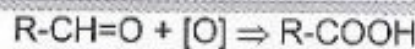
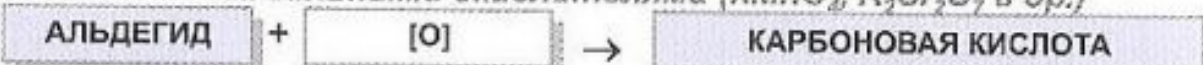
### 2. ОКИСЛЕНИЕ $Ag_2O$ - реакция "серебряного зеркала" (качественная)



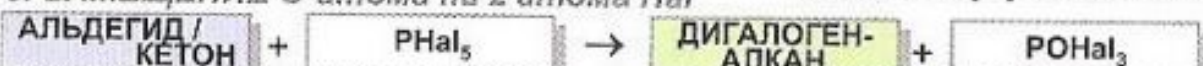
### 3. ОКИСЛЕНИЕ $Cu(OH)_2$ (качественная)



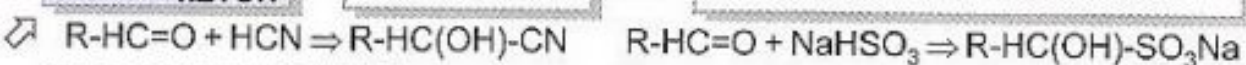
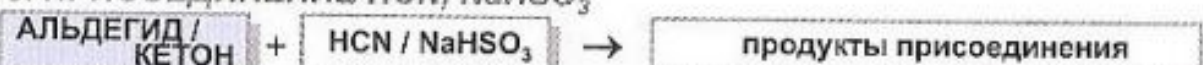
### 4. ОКИСЛЕНИЕ сильными окислителями ( $KMnO_4$ , $K_2Cr_2O_7$ и др.)



### 5. ЗАМЕЩЕНИЕ O-атома на 2 атома Hal



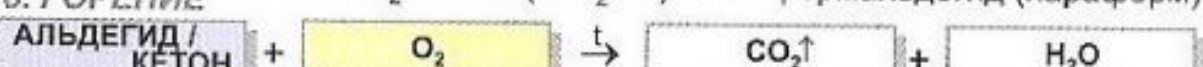
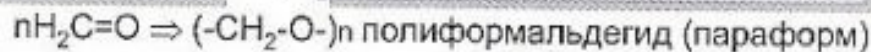
### 6. ПРИСОЕДИНЕНИЕ $HCN$ , $NaHSO_3$



### 7. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



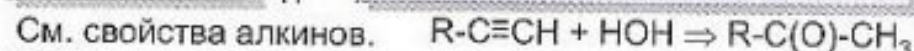
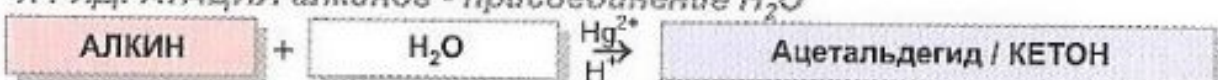
### 8. ГОРЕНИЕ



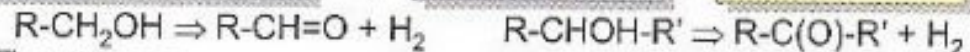
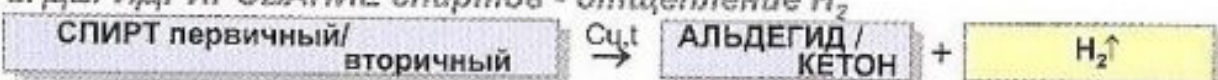
### 9. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ формальдегида и фенола: см. свойства фенола.

## ПОЛУЧЕНИЕ

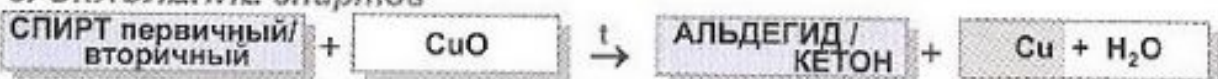
### 1. ГИДРАТАЦИЯ алкинов - присоединение $H_2O$



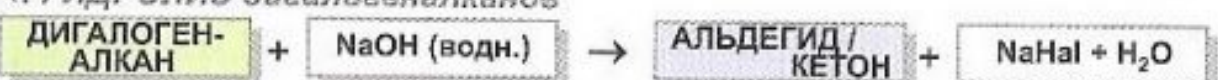
### 2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ спиртов - отщепление $H_2$



### 3. ОКИСЛЕНИЕ спиртов



### 4. ГИДРОЛИЗ дигалогеналканов



Если оба атома Hal на-  $R-CHCl_2 + NaOH(водн.) \Rightarrow R-CH=O + NaCl + H_2O$   
 ходятся у первичного  $R-CCl_2-R' + NaOH(водн.) \Rightarrow R-C(O)-R' + NaCl + H_2O$   
 C-атома, образуются альдегиды, у вторичного C-атома - кетоны.

### 5. ПОЛУЧЕНИЕ $H_2C=O$ окислением $CH_4$ : $CH_4 + O_2 \xrightarrow{kat, t} H_2C=O + H_2O$

### 6. КУМОЛЬНЫЙ СПОСОБ получения ацетона: см. получение фенола (3).

### 7. ОКИСЛЕНИЕ алкенов: $2CH_2=CH_2 + O_2 \xrightarrow{PdCl_2} 2CH_3-CHO$ см. св-ва алкенов (9).

### 8. ТЕРМОЛИЗ кальциевых солей: $(RCOO)_2Ca \xrightarrow{t} R-C(O)-R + CaCO_3$



Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.





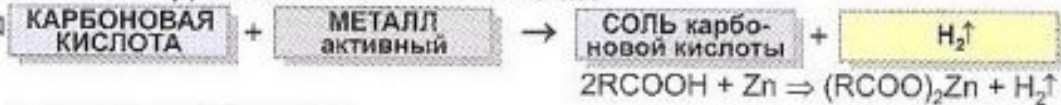




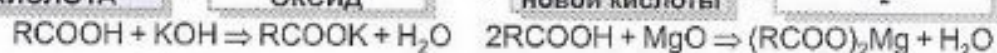
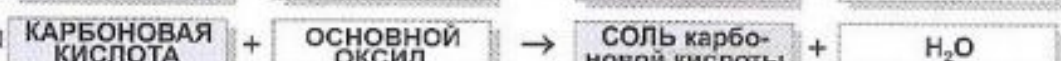
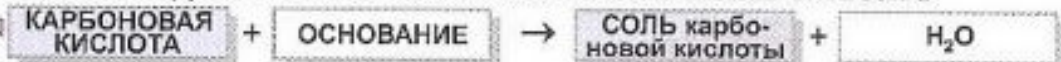
# Карбоновые кислоты

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

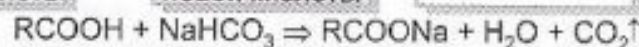
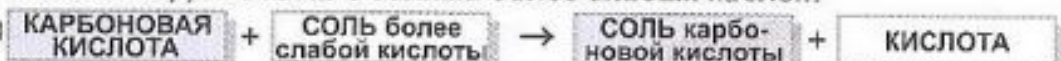
### 1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с активными Me



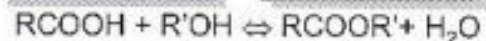
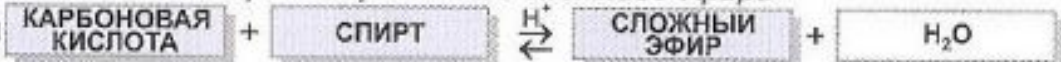
### 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с основаниями и основными оксидами



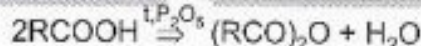
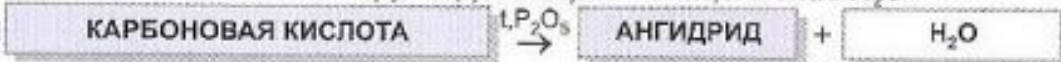
### 3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с солями более слабых кислот



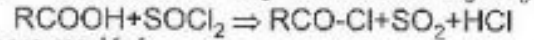
### 4. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование сложного эфира



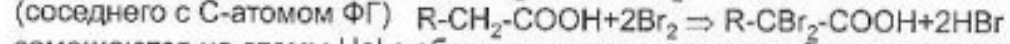
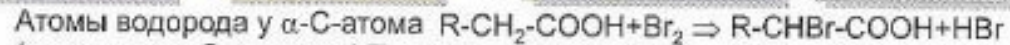
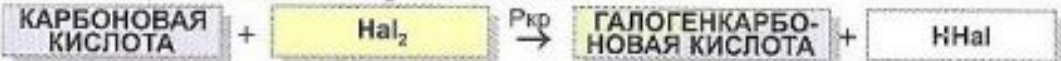
### 5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H<sub>2</sub>O



### 6. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal

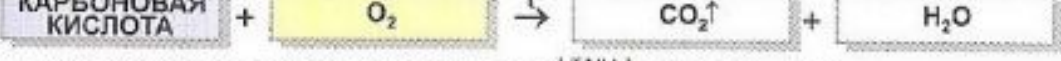


### 7. ЗАМЕЩЕНИЕ H-атома у α-C-атома на Hal



замещаются на атомы Hal с образованием α-галогенкарбоновых кислот.

### 8. ГОРЕНИЕ

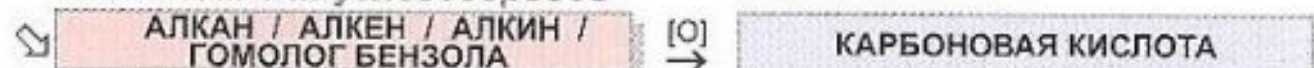


### 9. ВОССТАНОВЛЕНИЕ: $RCOOH + 4[H] \xrightarrow{Li[AlH_4]} RCH_2OH + H_2O$

# Карбоновые кислоты

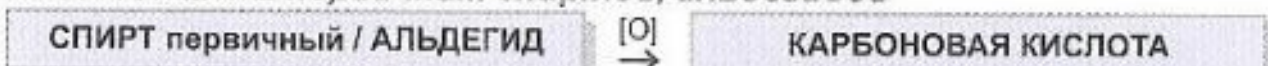
## ПОЛУЧЕНИЕ

### 1. ОКИСЛЕНИЕ углеводов

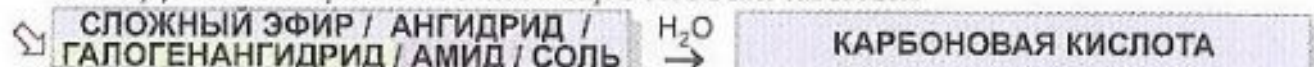


Алканы окисляются с катализаторами с образованием смеси карбоновых кислот. Окисление остальных углеводородов - см. св-ва алкенов, алкинов, аренов.

### 2. ОКИСЛЕНИЕ первичных спиртов, альдегидов



### 3. ГИДРОЛИЗ производных карбоновых кислот



Кислотный гидролиз сл. эфиров:  $RCOOR' + H_2O \xrightarrow{H^+} RCOOH + R'OH$

Щелочной гидролиз сл. эфиров:  $RCOOR' + KOH \rightarrow RCOOK + R'OH$

Гидролиз ангидридов:  $(RCO)_2O + H_2O \rightarrow 2RCOOH$

Гидролиз галогенангидридов:  $RC(O)Cl + H_2O \rightarrow RCOOH + HCl$

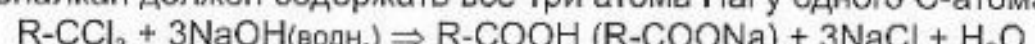
Гидролиз амидов:  $RC(O)NH_2 + H_2O + HCl \rightarrow RCOOH + NH_4Cl$

Гидролиз солей карбоновых кислот:  $RCOOK + HCl \rightarrow RCOOH + KCl$

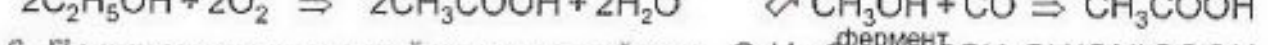
### 4. ГИДРОЛИЗ тригалогеналканов



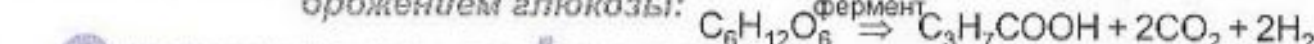
Тригалогеналкан должен содержать все три атома Hal у одного C-атома.



### 5. Получение HCOOH и CH<sub>3</sub>COOH:



### 6. Получение молочной и масляной к-т брожением глюкозы:





# Сложные эфиры

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. Кислотный гидролиз:  $R-COO-R' + H_2O \xrightarrow{H^+} RCOOH + R'OH$
2. Щелочной гидролиз:  $R-COO-R' + NaOH \Rightarrow RCOONa + R'OH$
3. Переэтерификация-алкоголиз:  $R-COO-R' + R''OH \rightleftharpoons RCOOR'' + R'OH$
4. Переэтерификация-ацидолиз:  $R-COO-R' + R''COOH \rightleftharpoons R''COOR' + RCOOH$
5. Восстановление:  $R-COO-R' + [H] \Rightarrow RCH_2OH + R'OH$
6. Образование амидов:  $R-COO-R' + NH_3 \Rightarrow R-C(O)-NH_2 + R'OH$

Реакция этерификации, взаимодействие:

## ПОЛУЧЕНИЕ

- а) карбоновой кислоты со спиртом:  $RCOOH + R'OH \rightleftharpoons RCOOR' + H_2O$
- б) ангидрида к-ты со спиртом:  $(RCO)_2O + R'OH \Rightarrow RCOOR' + RCOOH$
- в) хлорангидрида к-ты со спиртом:  $R-C(O)-Cl + R'OH \Rightarrow RCOOR' + HCl$
- г) хлорангидрида с алкоголем:  $R-C(O)-Cl + R'ONa \Rightarrow RCOOR' + NaCl$