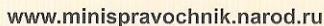
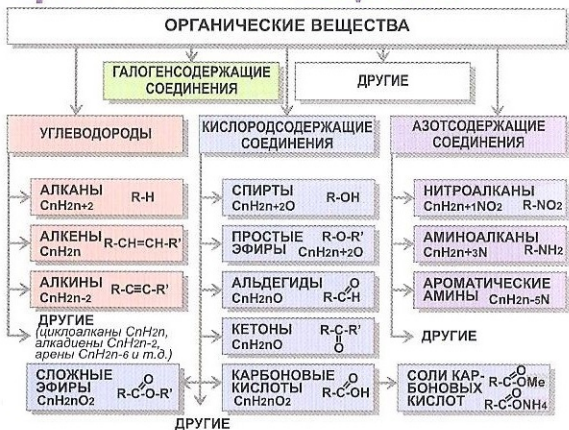


# Минисправочник школьника и абитуриента

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В РЕАКЦИЯХ



# Классификация органических веществ



| НАЗВАНИЕ МОНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ            | название углеводородной цепи | число функциональных групп (ФГ) (ди-, три-...) | суффикс класса | локанты (№№ C-ат-в, к которым присоединены ФГ) |
|-----------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH(OH)-CH}_3$ | пентан                       | ди                                             | ол             | -2,3                                           |

| Число C-атомов в цепи | Корень названия |
|-----------------------|-----------------|
| 1                     | Мет-            |
| 2                     | Эт-             |
| 3                     | Проп-           |
| 4                     | Бут-            |
| 5                     | Пент-           |
| 6                     | Гекс-           |
| 7                     | Гепт-           |
| 8                     | Окт-            |
| 9                     | Нон-            |
| 10                    | Дек-            |

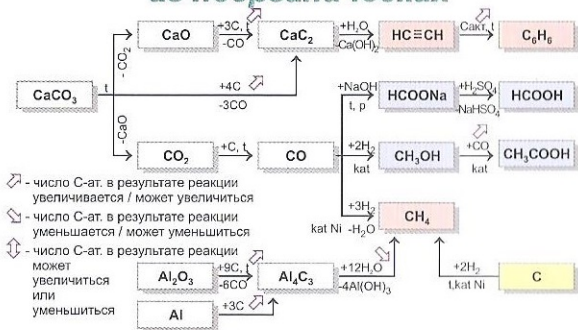
| Класс соединений   | Суффикс названия |
|--------------------|------------------|
| Алкан              | -ан              |
| Алкен              | -ен              |
| Алкадиен           | -диен            |
| Алкин              | -ин              |
| Спирт              | -ол              |
| Альдегид           | -аль             |
| Кетон              | -он              |
| Карбоновая кислота | -овая кислота    |
| Амин               | -амин            |

| Число связей C-атома | Вид гибридизации C-атома, угол между гибридными орбиталями |
|----------------------|------------------------------------------------------------|
| одинарных            |                                                            |
| двойных              |                                                            |
| тройных              |                                                            |
| 4 - -                | $\text{sp}^3 \angle 109^\circ 28'$                         |
| 2 1 -                | $\text{sp}^2 \angle 120^\circ$                             |
| 1 - 1                | $\text{sp} \angle 180^\circ$                               |
| - 2 -                | $\text{sp} \angle 180^\circ$                               |

## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

| РАДИКАЛЫ                                | ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ |     |     |     |                  |                  |      |       |                                |  |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|------------------|------------------|------|-------|--------------------------------|--|
|                                         | -H                    | -Cl | -Br | -OH | -NO <sub>2</sub> | -NH <sub>2</sub> | -CHO | -COOH | -C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> |  |
| CH <sub>3</sub> - метил-                | 16                    | 50  | 95  | 32  | 61               | 31               | 44   | 60    | 92                             |  |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> - этил-   | 30                    | 65  | 109 | 46  | 75               | 45               | 58   | 74    | 106                            |  |
| C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> - пропил- | 44                    | 79  | 123 | 60  | 89               | 59               | 72   | 88    | 120                            |  |
| C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> - бутил-  | 58                    | 93  | 137 | 74  | 103              | 73               | 86   | 102   | 134                            |  |
| CH <sub>2</sub> =CH- винил-             | 28                    | 63  | 107 | -   | 73               | 43               | 56   | 72    | 104                            |  |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> - фенил-  | 78                    | 113 | 157 | 94  | 123              | 93               | 106  | 122   | 154                            |  |
| CH <sub>3</sub> CO- ацетил-             | 44                    | 78  | 123 | 60  | 89               | 59               | 72   | 88    | 120                            |  |

# Получение органических веществ из неорганических



## Общая формула гомологического ряда

Общая формула гомологического ряда алканов:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

| ФРАГМЕНТ ОРГАНИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЫ |                                                    | ВЛИЯНИЕ НА ЧИСЛО Н-АТОМОВ |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
| Цикл                           |                                                    | -2                        |
| Связь                          | двойная                                            | -2                        |
|                                | тройная                                            | -4                        |
| Гетероатом                     | одновалентный (Hal, Me <sup>+1</sup> и др.)        | -1                        |
|                                | двухвалентный (O, Me <sup>+2</sup> и др.)          | не влияет                 |
|                                | трехвалентный (N в аминах, Me <sup>+3</sup> и др.) | +1                        |

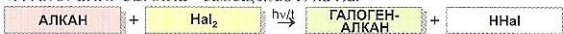
## Именные реакции

**Бакеланда** (св-ва фенолов (6)); **Буво-Блана** (св-ва сложных эфиров (5));  
**Бутлерова** ( $n\text{H}_2\text{C}=\text{O} \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$  - смесь углеводов); **Вagnera** (св-ва алкенов (6)); **Вёлера** (получ. алкинов (2)); **Вильямсона** (алкоголят + галогеналкан  $\Rightarrow$  простой эфир +  $\text{MeHal}$ ); **Вюрца** (получ. алканов (4)); **Вюрца-Фиттига** (получ. аренов (5)); **Гелля-Фольгарда-Зелинского** (св-ва карб. к-т (7)); **Гольдшмидта** (получ. карб. к-т (5(1))); **Гофмана** (получ. аминов(2)); **Густавсона** (дигалогеналкан +  $\text{Zn} \Rightarrow$  циклоалкан +  $\text{ZnHal}_2$ ); **Дюма** (получ. алканов (5)); **Зелинского-Казанского** (получ. аренов (1)); **Зинина** (получ. аминов (1, для анилина)); **Канниццаро** ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-HC=O} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{OH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$ ); **Кирхгофа** (гидролиз крахмала:  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \Rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ); **Кольбе** (получ. алканов (6)); **Коновалова** (св-ва алканов (2)); **Кучерова** (св-ва алкинов (4)); **Лебедева** (св-ва спиртов (9)); **Меншуткина** (св-ва аминов (2(6))); **Сабатье-Сандерана** (св-ва алкенов (1, для этилена); **Савича** (получ. алкинов (3)); **Удриса-Сергеева** (получ. фенолов (3(2))); **Фишера-Тропша** (получ. алканов (2)); **Фишера-Шпайера** (св-ва спиртов (2)); **Фокина** (гидрогенизация жиров); **Фриделя-Крафтса** (св-ва аренов (3)).

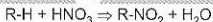
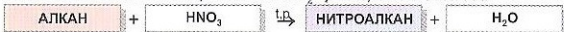
# Алканы

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

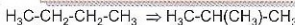
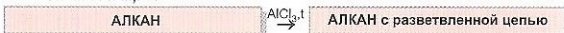
### 1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal



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



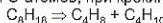
### 3. ИЗОМЕРИЗАЦИЯ



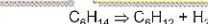
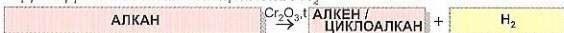
### 4. КРЕКИНГ - расщепление C-C-связей



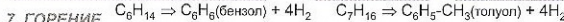
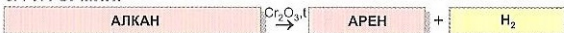
Образуются алкены и алканы с меньшим числом C-атомов, при крекинге CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> и C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> образуются C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>.



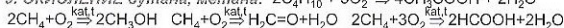
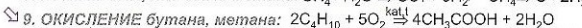
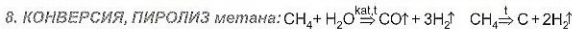
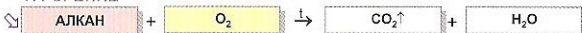
### 5. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H<sub>2</sub>



### 6. РИФОРМИНГ

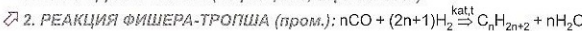


### 7. ГОРЕНИЕ

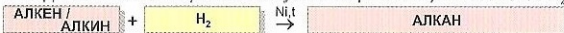


## ПОЛУЧЕНИЕ

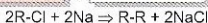
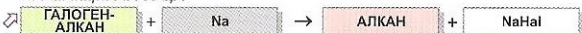
### 1. ПРИРОДНОЕ СЫРЬЕ (нефть, газ, горный воск)



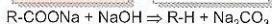
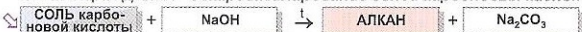
### 3. ГИДРИРОВАНИЕ непредельных углеводородов - присоединение H<sub>2</sub>



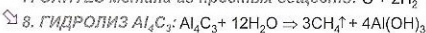
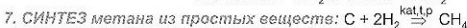
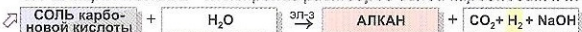
### 4. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА



### 5. РЕАКЦИЯ ДЮМА - декарбоксилирование солей карбоновых кислот



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

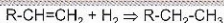
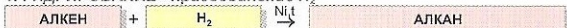




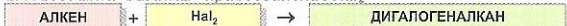
# Алкены

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

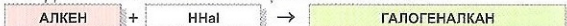
### 1. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение $H_2$



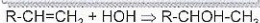
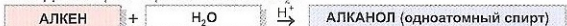
### 2. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение $Hal_2$



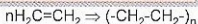
### 3. ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение $HHal$



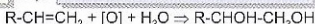
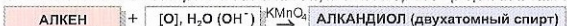
### 4. ГИДРАТАЦИЯ - присоединение $H_2O$



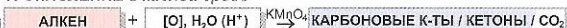
### 5. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



### 6. ОКИСЛЕНИЕ в нейтральной / слабощелочной среде - р-ция ВАГНЕРА



### 7. ОКИСЛЕНИЕ в кислой среде

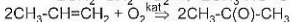
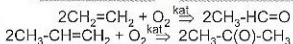


При окислении кипящим р-ром  $KMnO_4$  в кислой среде рвется двойная связь; в зависимости от ее положения образуются карбоновые кислоты, кетоны или  $CO_2$ .

### 8. ГОРЕНИЕ



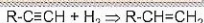
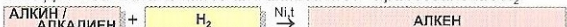
### 9. ОКИСЛЕНИЕ с $kat PdCl_2, CuCl_2$ :



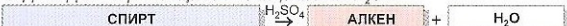
## ПОЛУЧЕНИЕ

### 1. КРЕКИНГ АЛКАНОВ (см. свойства алканов)

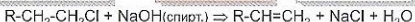
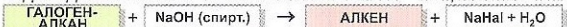
### 2. ГИДРИРОВАНИЕ алкинов или алкадиенов - присоединение $H_2$



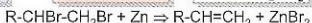
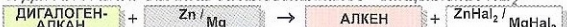
### 3. ДЕГИДРАТАЦИЯ спиртов - отщепление $H_2O$



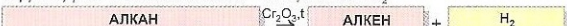
### 4. ДЕГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ галогеналканов - отщепление $HHal$



### 5. ДЕГАЛОГЕНИРОВАНИЕ дигалогеналканов - отщепление $Hal_2$



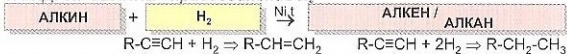
### 6. ДЕГИДРИРОВАНИЕ алканов - отщепление $H_2$



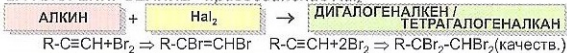
# Алкины

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### 1. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение $H_2$



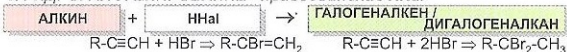
### 2. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение $Hal_2$



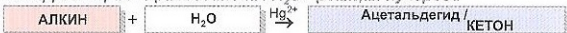
### ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА

При присоединении молекул  $HNaI$  или  $H_2O$  к несимметричным алкенам и алкинам  $H$ -атом присоединяется к тому  $C$ -атому при кратной связи, который связан с большим числом  $H$ -атомов (наиболее гидрогенизирован).

### 3. ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение $HNaI$

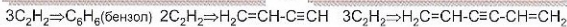


### 4. ГИДРАТАЦИЯ - присоединение $H_2O$ - реакция Кучерова

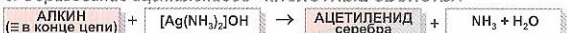


При гидратации  $C_2H_2$  образуется ацетальдегид  $CH_3-CH=O$ , при гидратации других алкинов образуются кетоны.  $R-C\equiv CH + H_2O \Rightarrow R-C(O)-CH_3$

### 5. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

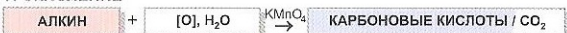


### 6. Образование ацетиленидов - КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА



Образующиеся ацетилениды разлагаются при действии  $HCl$  с выделением исходного алкина.  
 $R-C\equiv CH + [Ag(NH_3)_2]OH \Rightarrow R-C\equiv C-Ag\downarrow + 2NH_3 + H_2O$   
 $R-C\equiv CH + [Cu(NH_3)_2]Cl \Rightarrow R-C\equiv C-Cu\downarrow + NH_3 + NH_4Cl$

### 7. ОКИСЛЕНИЕ

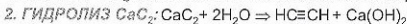
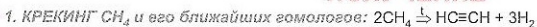


Разрывается тройная связь и образуются карбоновые кислоты или  $CO_2$  (если связь в конце цепи).  $R-C\equiv C-R' + 3[O] + H_2O \Rightarrow R-COOH + R'-COOH$

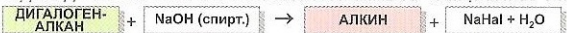
### 8. ГОРЕНИЕ



## ПОЛУЧЕНИЕ

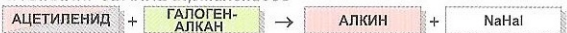


### 3. ДЕГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ дигалогеналканов - отщепление $HNaI$



Атомы галоген-  $R-CH_2-CHCl_2 + 2NaOH(\text{спирт.}) \Rightarrow R-C\equiv CH + 2NaCl + 2H_2O$   
на должны находиться у двух соседних, либо у одного и того же  $C$ -атома

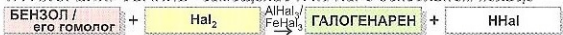
### 4. АЛКИЛИРОВАНИЕ ацетиленидов



# Арены

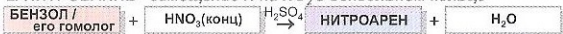
## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### 1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal в бензольном кольце



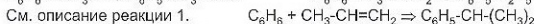
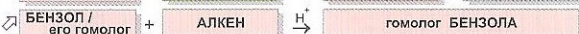
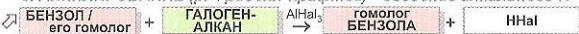
У гомологов бензола замещается H-атом  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl} + \text{HCl}$   
у того C-атома, который находится в орто-(2,6) или пара-(4) положениях по отношению к боковой цепи.  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3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

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

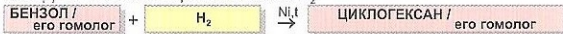


См. описание реакции 1.  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

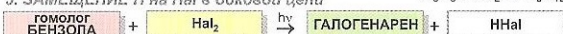
### 3. АЛКИЛИРОВАНИЕ (р. Фриделя-Крафтса) - введение алкильного R



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

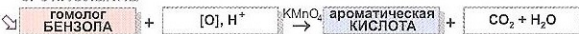


### 5. ЗАМЕЩЕНИЕ H на Hal в боковой цепи



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

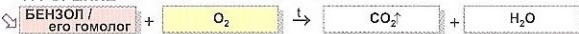
### 6. ОКИСЛЕНИЕ



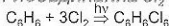
Гомологи бензола окисляются, если есть хотя бы один атом H у α-C-атома (связанного с кольцом).  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 + 6[\text{O}] \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

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).

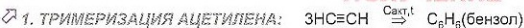
### 7. ГОРЕНИЕ



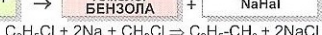
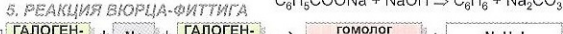
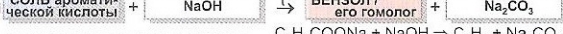
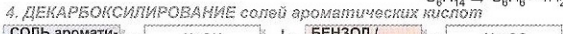
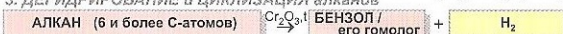
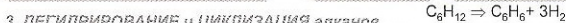
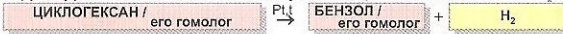
### 8. ПРИСОЕДИНЕНИЕ Cl<sub>2</sub> к бензолу (получение гексахлорциклогексана):



## ПОЛУЧЕНИЕ



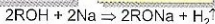
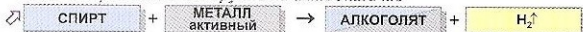
### 2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ циклических углеводородов - отщепление H<sub>2</sub>



# Спирты

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

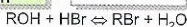
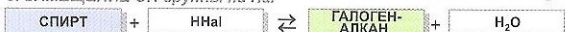
### 1. ЗАМЕЩЕНИЕ H в OH-группе на активный Me



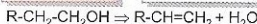
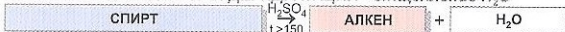
### 2. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование эфира



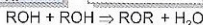
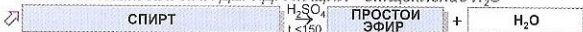
### 3. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal



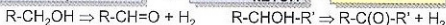
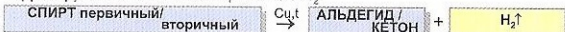
### 4. ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление $H_2O$



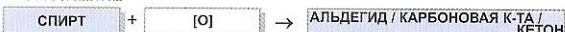
### 5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление $H_2O$



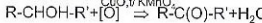
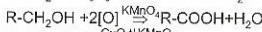
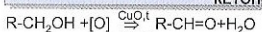
### 6. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление $H_2$



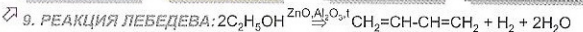
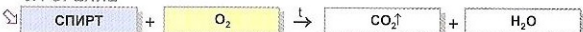
### 7. ОКИСЛЕНИЕ



Первичные спирты превращаются в альдегиды, а затем в кислоты, вторичные в кетоны, третичные не окисляются без разрыва C-C связи.



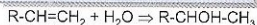
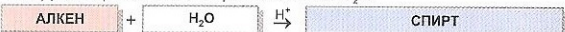
### 8. ГОРЕНИЕ



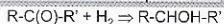
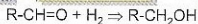
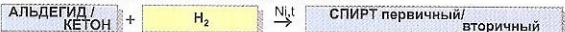
10. КАЧЕСТВЕННАЯ реакция на МНОГОАТОМНЫЕ спирты с OH-группами у соседних C-атомов:  $R-CHOH-CHOH-R' + Cu(OH)_2 \rightarrow$  синий p-p

## ПОЛУЧЕНИЕ

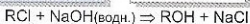
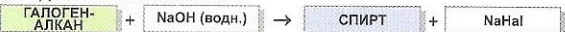
### 1. ГИДРАТАЦИЯ алкенов - присоединение $H_2O$



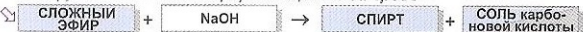
### 2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ альдегидов и кетонов



### 3. ГИДРОЛИЗ галогеналканов



### 4. ГИДРОЛИЗ сложных эфиров в щелочной среде



5. Получение  $CH_3OH$  из  $CH_4$  и  $CO$ :  $2CH_4 + O_2 \xrightarrow{kat, t} 2CH_3OH$   $CO + 2H_2 \xrightarrow{kat, t, p} CH_3OH$

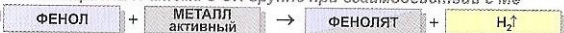
6. Синтез  $C_2H_5OH$  брожением глюкозы:  $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{ферменты} 2C_2H_5OH + 2CO_2$



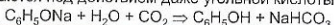
# Фенолы

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

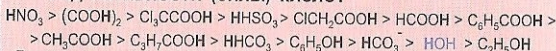
### 1. ЗАМЕЩЕНИЕ H-атома в OH-группе при взаимодействии с Me



Фенол - очень слабая кислота,  $2C_6H_5OH + 2Na \Rightarrow 2C_6H_5ONa + H_2\uparrow$   
поэтому феноляты разлагаются под действием даже угольной кислоты:

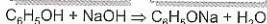
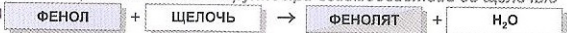


### РЯД АКТИВНОСТИ (СИЛЫ) КИСЛОТ

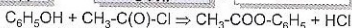
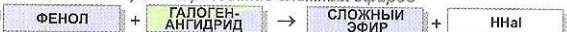


Более сильные кислоты вытесняют менее сильные из растворов их солей.

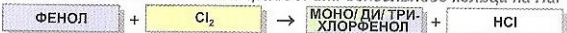
### 2. ЗАМЕЩЕНИЕ H-ат. в OH-группе при взаимодействии со щелочью



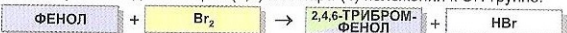
### 3. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование сложных эфиров



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

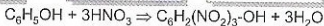
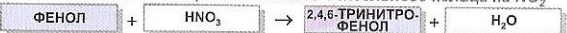


Замещается H-атом у того C-атома,  $C_6H_5OH + Cl_2 \Rightarrow ClC_6H_4OH + HCl$   
который находится в орто-(2,6) или пара-(4) положении к OH-группе.

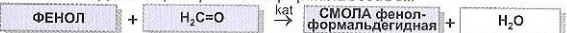


Обесцвечивание бромной воды и  $C_6H_5OH + 3Br_2 \Rightarrow C_6H_2Br_3OH + 3HBr$   
выпадение белого осадка  $C_6H_2Br_3OH$  - качественная реакция на фенол.

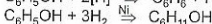
### 5. НИТРОВАНИЕ - замещение H-атомов бензольного кольца на NO<sub>2</sub>



### 6. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ фенола с формальдегидом



### 7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ фенола: $C_6H_5OH + 2[H] \xrightarrow{Li[AlH_4]} C_6H_6 + H_2O$



### 8. ОКИСЛЕНИЕ: $C_6H_5OH + [O] \Rightarrow$ различные в-ва (при горении CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O)

### 9. КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА фенол: $C_6H_5OH + FeCl_3 \Rightarrow$ фиолетовый р-р

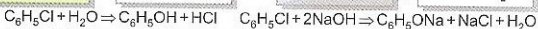
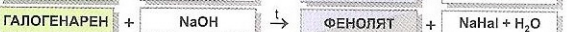
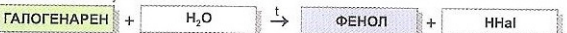
## ПОЛУЧЕНИЕ

### 1. Из каменноугольной смолы и отходов нефтепереработки

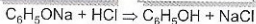
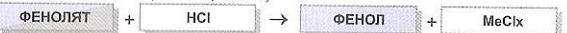
### 2. КУМОЛЬНЫЙ СПОСОБ: 1) $C_6H_6 + CH_3-CH=CH_2 \Rightarrow C_6H_5-CH-(CH_3)_2$ (кумол)

### 2) $C_6H_5-CH-(CH_3)_2 + O_2 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5OH + CH_3-C(O)-CH_3$

### 3. Из галогенаренов



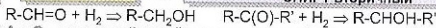
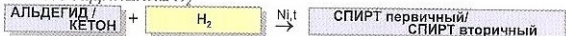
### 4. ИЗ ФЕНОЛЯТОВ (солей фенола)



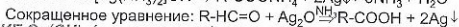
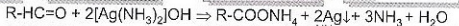
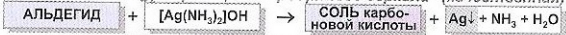
# Альдегиды, кетоны

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

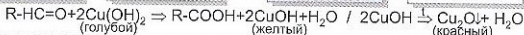
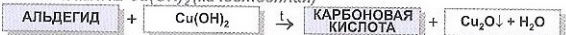
### 1. ПРИСОЕДИНЕНИЕ $H_2$



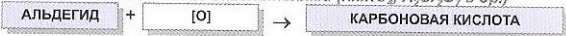
### 2. ОКИСЛЕНИЕ $Ag_2O$ - реакция "серебряного зеркала" (качественная)



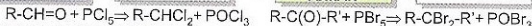
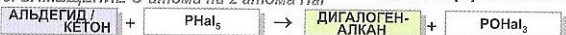
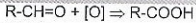
### 3. ОКИСЛЕНИЕ $Cu(OH)_2$ (качественная)



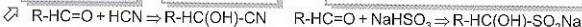
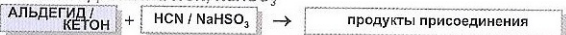
### 4. ОКИСЛЕНИЕ сильными окислителями ( $KMnO_4$ , $K_2Cr_2O_7$ и др.)



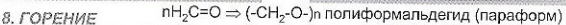
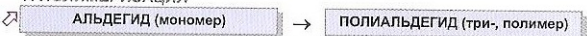
### 5. ЗАМЕЩЕНИЕ O-атома на 2 атома Hal



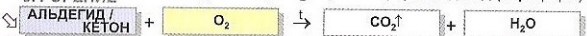
### 6. ПРИСОЕДИНЕНИЕ $HCN$ , $NaHSO_3$



### 7. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



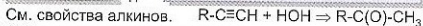
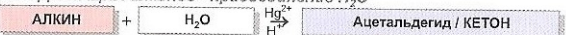
### 8. ГОРЕНИЕ



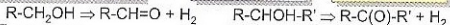
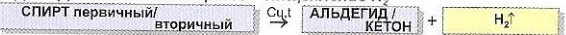
### 9. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ формальдегида и фенола: см. свойства фенола.

## ПОЛУЧЕНИЕ

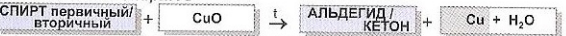
### 1. ГИДРАТАЦИЯ алкинов - присоединение $H_2O$



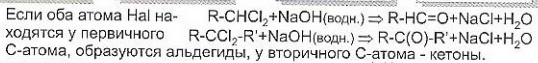
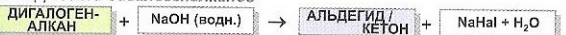
### 2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ спиртов - отщепление $H_2$



### 3. ОКИСЛЕНИЕ спиртов



### 4. ГИДРОЛИЗ дигалогеналканов



### 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).

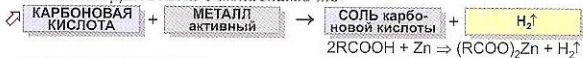
### 7. ОКИСЛЕНИЕ алкенов: $2CH_2=CH_2 + O_2 \xrightarrow{PdCl_2} 2CH_3-CH=O$ см. св-ва алкенов (9).

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

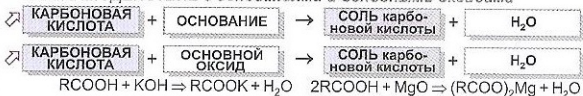
# Карбоновые кислоты

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

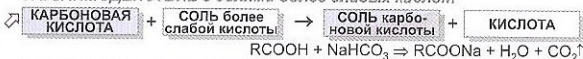
### 1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с активными Me



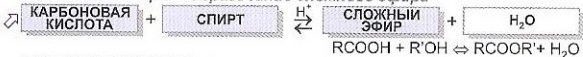
### 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с основаниями и основными оксидами



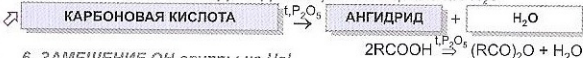
### 3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с солями более слабых кислот



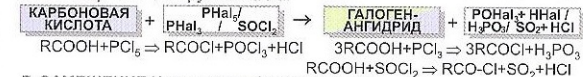
### 4. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование сложного эфира



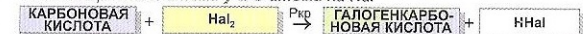
### 5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H<sub>2</sub>O



### 6. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal

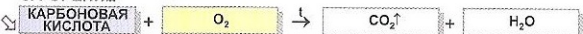


### 7. ЗАМЕЩЕНИЕ H-атома у α-C-атома на Hal



Атомы водорода у α-C-атома  $\text{R-CH}_2\text{-COOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{R-CHBr-COOH} + \text{HBr}$   
 (соседнего с C-атомом ФГ)  $\text{R-CH}_2\text{-COOH} + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{R-CBr}_2\text{-COOH} + 2\text{HBr}$   
 замещаются на атомы Hal с образованием α-галогенкарбоновых кислот.

### 8. ГОРЕНИЕ



### 9. ВОССТАНОВЛЕНИЕ: $\text{RCOOH} + 4[\text{H}] \xrightarrow{\text{Li}[\text{AlH}_4]} \text{RCH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

### 10. ОСОБЫЕ СВОЙСТВА муравьиной кислоты H-COOH:

- $\text{HCOOH} + \text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NH}_3} 2\text{Ag}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;
- $\text{HCOOH} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;
- $\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{t, H}_2\text{SO}_4, \text{KSCN}} \text{CO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;
- $\text{HCOOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{HCl}$ ;
- не образует ангидрида, самая сильная в своем гомологическом ряду.

### ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ R-C(=O)OH

СОЛЬ карбоновой кислоты



СЛОЖНЫЙ ЭФИР



АНГИДРИД карбоновой кислоты



ГАЛОГЕН-АНГИДРИД



АМИД



НИТРИЛ





# Карбоновые кислоты

## ПОЛУЧЕНИЕ

### 1. ОКИСЛЕНИЕ углеводов

АЛКАН / АЛКЕН / АЛКИН / ГОМОЛОГ БЕНЗОЛА



КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА

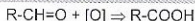
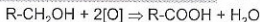
Алканы окисляются с катализаторами с образованием смеси карбоновых кислот. Окисление остальных углеводов - см. св-ва алкенов, алкинов, аренов.

### 2. ОКИСЛЕНИЕ первичных спиртов, альдегидов

СПИРТ первичный / АЛЬДЕГИД



КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА



### 3. ГИДРОЛИЗ производных карбоновых кислот

СЛОЖНЫЙ ЭФИР / АНГИДРИД / ГАЛОГЕНАНГИДРИД / АМИД / СОЛЬ

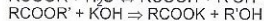


КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА

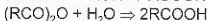
Кислотный гидролиз сл. эфиров:



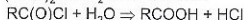
Щелочной гидролиз сл. эфиров:



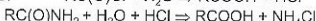
Гидролиз ангидридов:



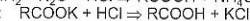
Гидролиз галогенангидридов:



Гидролиз амидов:



Гидролиз солей карбоновых кислот:



### 4. ГИДРОЛИЗ тригалогеналканов

ТРИГАЛОГЕН-АЛКАН

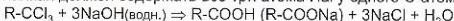
NaOH (водн.)



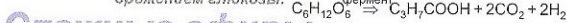
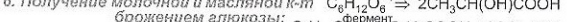
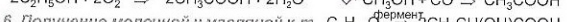
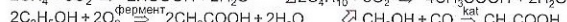
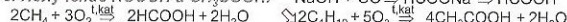
КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА

NaHal + H<sub>2</sub>O

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



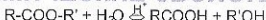
### 5. Получение HCOOH и CH<sub>3</sub>COOH:



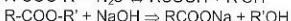
## Сложные эфиры

### ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

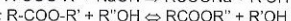
#### 1. Кислотный гидролиз:



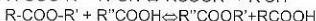
#### 2. Щелочной гидролиз:



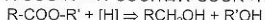
#### 3. Переэтерификация-алкоголиз:



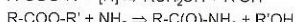
#### 4. Переэтерификация-ацидолиз:



#### 5. Восстановление:

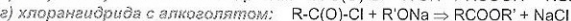
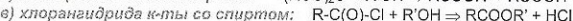
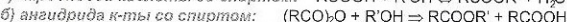
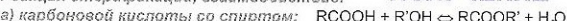


#### 6. Образование амидов:



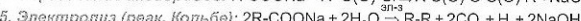
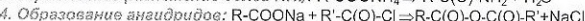
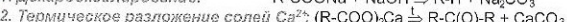
Реакция этерификации, взаимодействие:

## ПОЛУЧЕНИЕ



## Соли карбоновых кислот

### ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА





# Амины

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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

АМИН

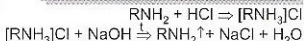
+

КИСЛОТА

→

СОЛЬ АМИНА

Соли превращаются в амины под действием щелочей.



### 2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аминов

АМИН

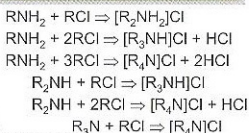
+

ГАЛОГЕН-АЛКАН

→

СОЛЬ АМИНА

Амины реагируют с галогеналканами, образуя соли аминов более высокой степени замещенности и четвертичные аммониевые соли. Практически получается смесь солей аминов, из которых амины выделяют под действием щелочи и разделяют перегонкой.



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

АМИН

+

$\text{HNO}_2$

→

продукты взаимодействия

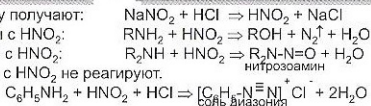
Азотистую кислоту получают:

Первичные амины с  $\text{HNO}_2$ :

Вторичные амины с  $\text{HNO}_2$ :

Третичные амины с  $\text{HNO}_2$  не реагируют.

Анилин:



### 4. ГОРЕНИЕ

АМИН

+

$\text{O}_2$

→

$\text{CO}_2 \uparrow$

$\text{N}_2 \uparrow$

$\text{H}_2\text{O}$

### 5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СОЛЯМИ нерастворимых оснований

АМИНОАЛКАН

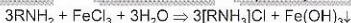
+

СОЛЬ

→

СОЛЬ АМИНА

ОСНОВАНИЕ  
нерастворимое



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

АНИЛИН

+

$\text{Br}_2$

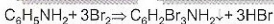
→

2,4,6-ТРИБРОМ-АНИЛИН

$\text{HBr}$

Под действием бромной воды

образуется белый осадок триброманилина (качеств.).



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

## ПОЛУЧЕНИЕ

### 1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитросоединений

НИТРОСОЕДИНЕНИЕ

+

$[\text{H}]$

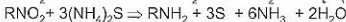
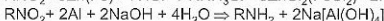
→

АМИН

+

$\text{H}_2\text{O}$

Так получают первичные аминалкан и анилин.



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

$\text{NH}_3$

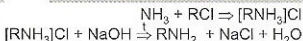
+

ГАЛОГЕН-АЛКАН / АРЕН

→

СОЛЬ АМИНА

Соли превращаются в амины под действием щелочей.



### 3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитрилов

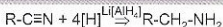
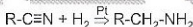
НИТРИЛ

+

$[\text{H}]$

→

АМИН



# Качественные реакции органических соединений

| ФРАГМЕНТ МОЛЕКУЛЫ<br>(реакционный центр)                                           | РЕАКТИВ,<br>СХЕМА РЕАКЦИИ                                                                                                                                        | ПРИЗНАКИ<br>РЕАКЦИИ                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| $>C=C<$<br>$-C\equiv C-$                                                           | бромная вода (р-р $Br_2$ в $H_2O$ )<br>(см. св-ва алкенов (2), алкинов (2))                                                                                      | обесцвеч-ие р-ра                                                               |
|                                                                                    | $KMnO_4$<br>(св-ва алкенов (6,7), алкинов (7))                                                                                                                   | обесцвеч-ие р-ра<br>↓ бурый (в среде $OH$ )                                    |
| $-C\equiv CH$                                                                      | $[Ag(NH_3)_2]OH$ (св-ва алкинов (6))<br>$[Cu(NH_3)_2]Cl$ (св-ва алкинов (6))                                                                                     | ↓ белый<br>↓ красно-коричн.                                                    |
|    | $HNO_3, H_2SO_4$<br>(св-ва аренов (2))                                                                                                                           | св.-желт. маслянист-<br>тая ж-ть с запахом<br>горького миндаля                 |
|    | $KMnO_4$ (св-ва аренов (7))                                                                                                                                      | обесцвеч-ие р-ра                                                               |
| $-OH$                                                                              | $Na$ (св-ва спиртов (1), фенолов (1))                                                                                                                            | $\uparrow \{H_2\}$                                                             |
| $-CH_2-OH$<br>$>CH-OH$                                                             | $CuO$ (св-ва спиртов (7))<br>$KMnO_4$ (св-ва спиртов (7))<br>$K_2Cr_2O_7$ (св-ва спиртов (7))                                                                    | ↓ красный<br>обесцвеч-ие р-ра<br>сине-зеленый р-р                              |
| $-C(OH)-C(OH)-$                                                                    | $Cu(OH)_2$ (св-ва спиртов (10))                                                                                                                                  | синий р-р                                                                      |
|    | лакмус<br>$FeCl_3$ (св-ва фенолов (9))<br>бромная вода ( $Br_2$ в $H_2O$ )<br>(св-ва фенолов (4))                                                                | красный р-р<br>фиолетовый р-р<br>обесцвеч-ие р-ра<br>↓ белый                   |
| $-C(=O)-H$                                                                         | $[Ag(NH_3)_2]OH$ (св-ва альдегидов (2))<br>$Cu(OH)_2$ (св-ва альдегидов (3))<br>$KMnO_4, H^+$ (св-ва альдегидов (4))<br>$K_2Cr_2O_7, H^+$ (св-ва альдегидов (4)) | ↓ серебр. зеркало<br>↓ красный<br>обесцвеч-ие р-ра<br>сине-зеленый р-р         |
| $-C(=O)-OH$                                                                        | лакмус<br>$NaHCO_3$ (св-ва карб. к-т (3))<br>$Na$ (св-ва карб. к-т (1))<br>спирт (св-ва карб. к-т (4))                                                           | красный р-р<br>$\uparrow \{CO_2\}$<br>$\uparrow \{H_2\}$<br>запах сложн. эфира |
|  | бромная вода ( $Br_2$ в $H_2O$ )<br>(св-ва аминов (6))<br>$CaOCl_2$ (св-ва аминов (7))<br>хромовая смесь<br>$HCl$ конц. (св-ва аминов (1))                       | обесцвеч-ие р-ра<br>↓ белый<br>фиолетовый р-р<br>↓ черный<br>↓ белый           |
| $R-NH_2$                                                                           | $HNO_2$ (св-ва аминов (3))                                                                                                                                       | $\uparrow \{N_2\}$                                                             |
| $R_2-NH$                                                                           | $HNO_2$ (св-ва аминов (3))                                                                                                                                       | характерный запах                                                              |
| $(C_6H_{10}O_5)_n$ - крахмал                                                       | р-р $I_2$                                                                                                                                                        | синее окрашив-е                                                                |
| $-C(=O)-NH-$                                                                       | $CuSO_4, NaOH$ (биуретовая реакция)                                                                                                                              | фиолетовое окраш.                                                              |

## Характер пламени при горении

Алканы, спирты одноатом., сложные эфиры - бесцветное (голубое) пламя.

Алкены - коптящее (светящееся) пламя желтого цвета.

Арены, высшие карбоновые кислоты, жиры - коптящее пламя.

Алкины - сильно коптящее пламя.