

## 1 лист.

**Реакции к основным темам курса 10 класса (для запоминания), проф. класс.**

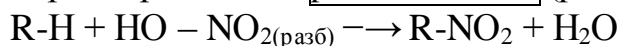
**1. Алканы (предельные, насыщенные). Общая формула –  $C_nH_{2n+2}$ .**

**$M(C_nH_{2n+2}) = (14n+2)$  г/моль,  $\sigma$ -связи,  $SP^3$ -гибридизация,  $<109'28''$ , тетраэдр.**

1. р.галогенирования (р. замещения по *радикальному механизму*) проходит на *свету*:

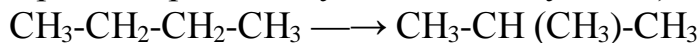


2. р. нитрования – р. Коновалова (р. замещения, радик. мех-зм):



**внимание:** замещение атомов водорода у третичного атома ( $-C-$ ) проходит легче, чем у вторичного атома ( $-CH-$ ) и тем более первичного атома ( $-CH_2-$ ).

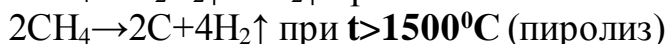
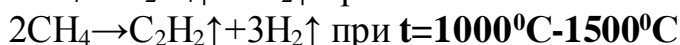
3. р. изомеризации (у  $C_4H_{10}$  и следующих) в присутствии *катализатора* –  $AlCl_3$ :



4. крекинг (разрыв связей между атомами углеродов, радик. мех-зм) под действием *температуры и катализатора*:



5. р. элиминирования – образование веществ с кратными связями за счет отрыва атомов или групп атомов:  $2CH_4 \rightarrow C_2H_4 \uparrow + 2H_2 \uparrow$  при  $t=500^\circ C-1000^\circ C$



6. р. ароматизации – получение ароматических углеводородов за счёт отрыва атомов водорода *в присутствии катализаторов*:  $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2 \uparrow$

7. р. горения - ( $+O_2$ )  $C_nH_{2n+2} + (3n+1)/2 O_2 \rightarrow nCO_2 \uparrow + (n+1) H_2O + Q$  (экзотерм.)

. р. окисления метана ( $+ [O]$ ) даёт продукты, в зависимости от условий:



8. р. Вюрца («удвоение»)  $2CH_3\boxed{Cl} + \boxed{2Na} \rightarrow 2NaCl + C_2H_6$ , в кислой среде.

9. получение алканов: а)  $C + 2H_2 \rightarrow CH_4 \uparrow$  под действием *эл. разряда*;

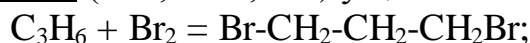
б)  $CH_3-\boxed{COONa + NaOH}H \rightarrow CH_4 \uparrow + Na_2CO_3$  при *спекании сухих веществ*

в)  $Al_4\boxed{C_3 + 12H}OH \rightarrow 3CH_4 \uparrow + 4Al(OH)_3 \downarrow$ ; г)  $Al_4C_3 + 12HCl \rightarrow 3CH_4 \uparrow + 4AlCl_3$ .

**2. Циклоалканы (предельные). Общая формула –  $C_nH_{2n}$ .**

**$M(C_nH_{2n}) = 14n$  г/моль,  $\sigma$ -связи,  $SP^3$ -гибридизация,  $< \text{от } 60' \text{ до } 109'$ , цикл.**

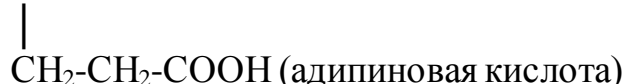
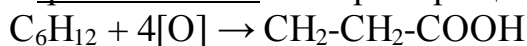
1. р. присоединения ( $+H_2, +Br_2, +HI$ ) у циклов с **3, 4, 5** атомами углерода



2. р. замещения – аналогично алканам (циклы с **6 и >** атомами углерода);

3. р. элиминирования (дегидрирования)  $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2 \uparrow$  (катализ: **Ni, t**)

4. р. окисления – на примере циклогексана сильным окислителем:



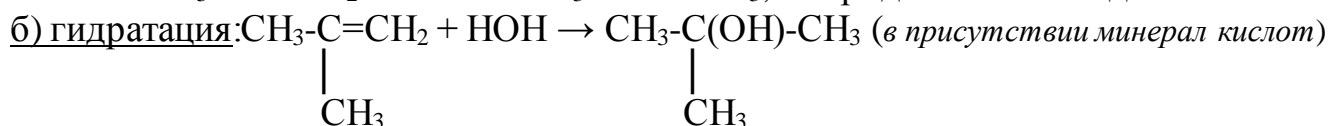
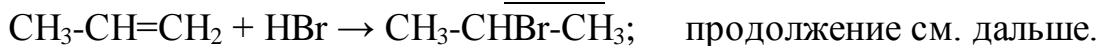
**3. Алкены (непредельные). Общая формула –  $C_nH_{2n}$ .**

**$M(C_nH_{2n}) = 14n$  г/моль,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи,  $SP^2$ -гибридизация,  $< 120'$ , треугольник.**

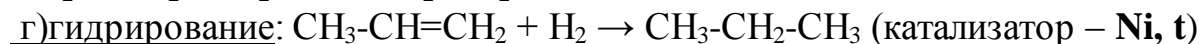
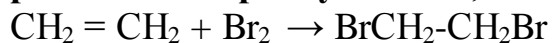
1. р. присоединение  $H_2, HI, H_2O$  (разрыв  $C=C$  связи, электрофильный мех-зм)



в случае *несимметричной  $\pi$ -связи* по правилу Марковникова (H к CН<sub>2</sub>):

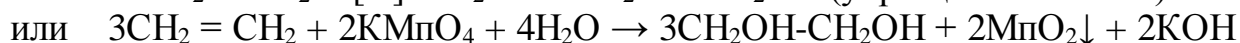


в) галогенирование (обесцвечивание раствора бромной воды – Br<sub>2</sub>) – качественная реакция на кратную связь, как и реакция с раствором KMnO<sub>4</sub>.

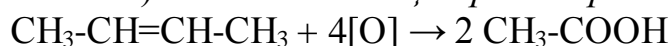


2.р. замещения (радикальный мех-зм) – замещение атома Н на соседнем с двойной связью атоме углерода, при t=500°C:  $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClCH}_2\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl}$

3.р. окисления: а) мягкое – холодным раствором KMnO<sub>4</sub> (р. Вагнера)



б) жесткое – кипящим раствором KMnO<sub>4</sub> в кислой среде

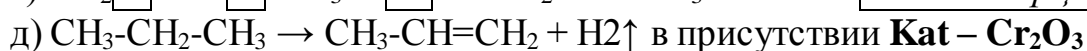


4.р. полимеризации:  $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2\text{-CH}_2-)$  в кислой среде.

5. получение алкенов: а)  $\text{C}_7\text{H}_{16} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2$  (t, Kat);



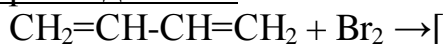
в)  $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (t=150°C, в кислой среде) по правилу Зайцева



#### 4. Алкадиены (непредельные). Общая формула – C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>.

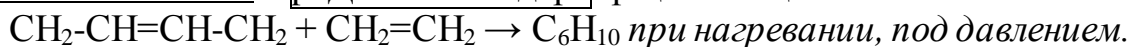
M (C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>) = (14n-2) г/моль, σ- и 2π-связи, SP<sup>2</sup>-гибридизация.

1. р. присоединения:  $\rightarrow \text{CH}_2\text{Br-CHBr-CH}=\text{CH}_2$  (присоединение по 1,2)

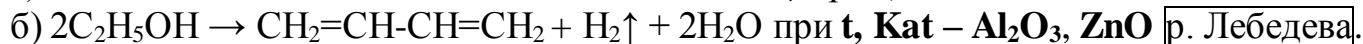


2. р. полимеризации:  $n\text{CH}_2=\text{CH-CH}=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2\text{-CH}=\text{CH-CH}_2-)$  в кислоте

3. диеновый синтез – р. Дильса-Альдера- р. циклизации



4. получение алкадиенов:



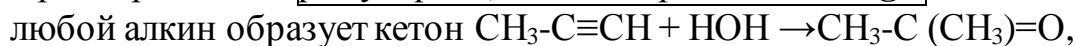
#### 5. Алкины (непредельные). Общая формула – C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>.

M (C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub>) = (14n-2) г/моль, σ- и 2π-связи, SP-гибридизация, линейное строение обладают слабыми кислотными свойствами

1. р. электрофильного присоединения (медленнее, чем у алкенов) - Br<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> и HCl



2.р. гидратации – р. Кучерова, в кислой среде, Кат – Hg<sup>2+</sup>



3. р. окисления раствором KMnO<sub>4</sub>:  $\text{R-C}\equiv\text{C-R}' + 3[\text{O}] + \text{HOH} \rightarrow \text{R-COOH} + \text{R}'\text{-COOH}$

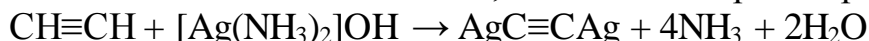
4.р. гидрирования  $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2$ , далее  $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$

при нагревании, в присутствии катализатора – Pt, Pd

продолжение см дальше

5. слабые кислотные свойства у алкинов с «концевой» кратной связью:

$2\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaC}\equiv\text{CNa} + \text{H}_2$ , с аммиачным раствором оксида серебра



6. р. полимеризации:  $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ , катализатор –  $\text{NH}_4\text{Cl}$

или р. Зелинского  $3\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ , условия – активир-ый уголь ( $\text{C}_{\text{акт}}$ ,  $t=600^\circ\text{C}$ )

7. а)  $\text{Ca}[\text{C}_2 + 2\text{H}]\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2\downarrow$ ; б)  $\text{Ca}[\text{C}_2 + 2\text{H}]\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\uparrow + \text{CaCl}_2$ ;

в)  $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\uparrow + 3\text{H}_2$  при  $t=1500^\circ\text{C}$

**6. Арены** (непредельные, циклические, ароматические).

Общая формула –  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ,  $M(\text{C}_n\text{H}_{2n-6}) = (14n-6)$  г/моль,  
локализованное  $\pi$ -облако,  $\text{SP}^2$ -гибридизация, циклическое строение

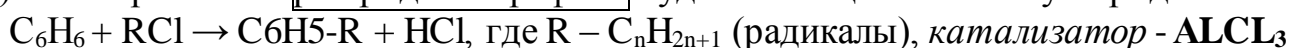


1. Р. электрофильного замещения:

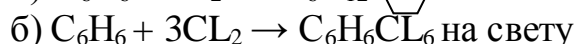
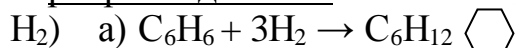
а) галогенирование:  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$ , катализатор –  $\text{AlCl}_3$

б) нитрование:  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HO}-\text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5-\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$

в) алкилирование - р. Фриделя-Крафтса – удлинение цепи атомов углерода



2. р. присоединения в жёстких условиях – свет, катализатор – Ni (присоединение  $\text{H}_2$ )



3. для гомологов бензола:

а) замещение атомов водорода в цикле \_\_\_\_\_ (катализаторы  $\text{FeBr}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{o}-\text{C}_6\text{H}_4(\text{Br})\text{CH}_3 + \text{HBr}$  в ортоположении, т.е. 1-бром-2-метилбензол

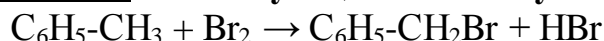
а также  $\rightarrow \text{p}-\text{C}_6\text{H}_4(\text{Br})\text{CH}_3 + \text{HBr}$  в параположении, т.е. 1-бром-4-метилбензол

**помнить:** у гомологов бензола замещение в цикле атомов водорода происходит с равной вероятностью в положении **2, 4, 6** относительно имеющегося радикала в присутствии катализаторов  $\text{FeBr}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

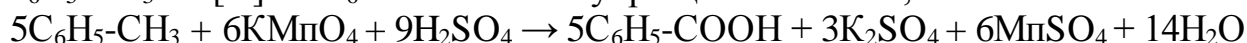
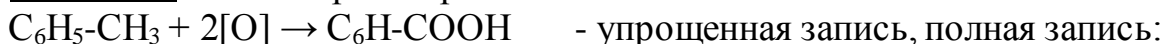
б)  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + 3\text{HO}-\text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  1-метил-2,4,6,-тринитробензол.

в) присоединение  $2 \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3 + 5\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}_3$  или –  $\text{CH}_3$ , метилциклогексан.

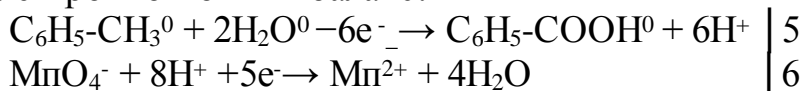
г) радикальное замещение в боковую цепь на свету:



д) окисление кислым раствором  $\text{KMnO}_4$



электронно-ионный баланс:



4. получение аренов: а)  $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2\uparrow$ , условия:  $t, P$ , катализатор –  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

б)  $\text{C}_6\text{H}_{12} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2\uparrow$ , условия:  $t$ , катализатор – Pd

в)  $3\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ , условия – активир-ый уголь ( $\text{C}_{\text{акт}}$ ,  $t=600^\circ\text{C}$ )

г)  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$  при спекании сухих веществ.

**Кислородсодержащие соединения.****1. Одноатомные спирты - алканолаы (предельные).**

**Общая формула – R-OH или C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>O, M (C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>O) = (14n+18) г/моль,**

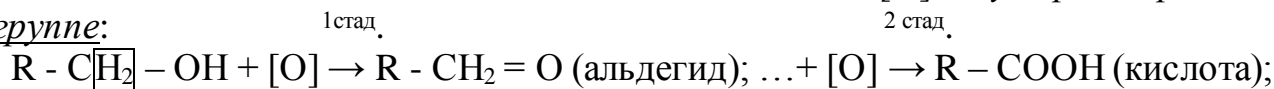
*Наличие гидроксогруппы - OH в молекулах спиртов проявляется в слабых кислотных и основных свойствах.*

1. проявляют кислотные свойства (только реакции с щелочными Me), *убывающие от первичных к третичным спиртам:*  $2 C_2H_5OH + 2K \rightarrow 2 C_2H_5OK + H_2\uparrow$ ;
2. слабые основные свойства, *возрастающие от первичных к третичным спиртам:*  
 $R - \boxed{OH} + \boxed{H}Br \rightarrow R - Br + H_2O$

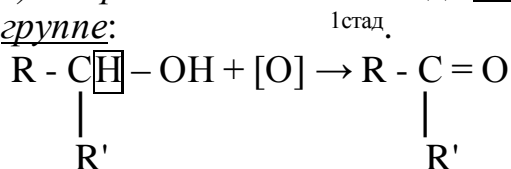
3. р. этерификации – взаимодействие с кислотами и образование сложных эфиров:  

$$R\text{CO}\boxed{OH} + \boxed{H}OR' \xrightarrow{H^+} R\text{COOR}' + H_2O$$
 (в кислой среде);

4. р. окисления подкисленными растворами KMnO<sub>4</sub> или K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: а) *первичные окисляются в 2 стадии до кислот т.к. имеют 2 атома [H] на углероде при OH-группе:*



- б) *вторичные окисляются до кетонов т.к. имеют 1 атом [H] на углероде при OH-группе:*

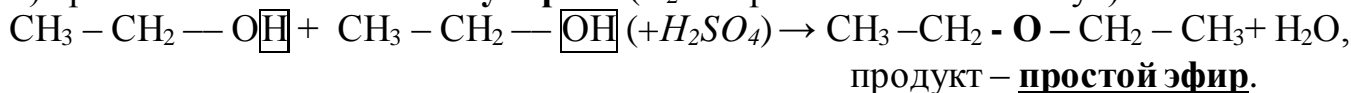


5. р. дегидратации в присутствии *раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> конц)* зависит от температуры:

- а) при **t > 150°C** – **внутримолекулярная** (H<sub>2</sub>O отрывается от 1 молекулы):

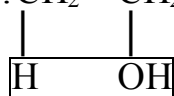


- б) при **t < 150°C** – **межмолекулярная** (H<sub>2</sub>O отрывается от 2 молекул):

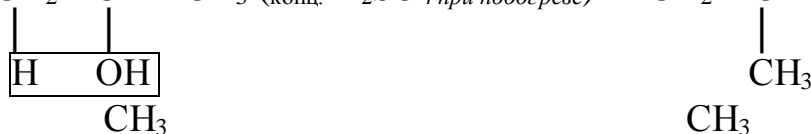


Различные классы спиртов дегидратируются при различных условиях:

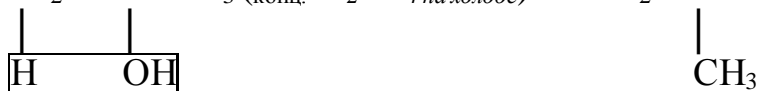
**первичные:**  $CH_2 - CH_2$  (конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при нагревании)  $\rightarrow CH_2 = CH_2$



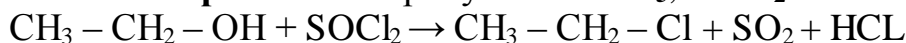
**вторичные:**  $CH_2 - CH - CH_3$  (конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при подогреве)  $\rightarrow CH_2 = \overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{CH}}$



**третичные:**  $CH_2 - C - CH_3$  (конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на холоде)  $\rightarrow CH_2 = \overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}}$



**6. Галогенирование:** в присутствии **PCl<sub>5</sub>, SOCl<sub>2</sub>** или **HCl**



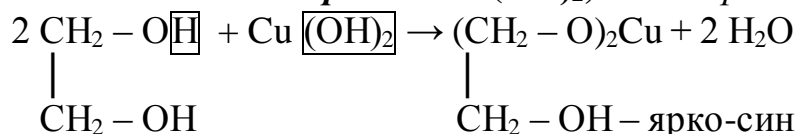
**6. Получение:** а)  $CH_3 - CH = CH_2 + HOH \rightarrow CH_3 - C(CH_3)H - OH$  (из алкенов);

- б)  $R - \boxed{\text{Br}} + \text{NaOH}$  (раствор)  $\rightarrow R - \text{OH} + \text{NaBr}$  (щелочной гидролиз галогеналканов);  
 в)  $R - \text{CHO} + 2[\text{H}] \rightarrow R - \text{CH}_2 - \text{OH}$  (из альдегидов);  
 г)  $\text{C}\equiv\text{O} + 2\text{H}_2$  (t, p, ZnO)  $\rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$  (из синтез-газа);  
 д)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (брожение)  $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2\uparrow$ . см. продолжение.

7. **качественные реакции** на: а) предельные **одноатомные спирты** –  $\text{CuO}$ , t



б) предельные **многоатомные спирты** –  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , свежеприготовленный раствор



$\text{CH}_2 - \text{OH}$  – ярко-синий раствор.

## 2. Ароматические спирты – фенолы (циклические, непредельные).

Общая формула –  $\text{R}-(\text{OH})_m$  или  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6-m}(\text{OH})_m$ ,

$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-6-m}(\text{OH})_m) = (14n-6 + 16m)$  г/моль,

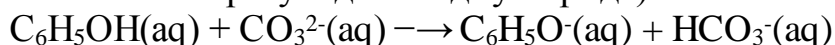
$\text{SP}^2$  – гибридизация

1. подвижность атома водорода и **выраженные кислотные свойства** –

а) **реакции с Me**:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{K} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OK} + 0,5\text{H}_2 \uparrow$ ;

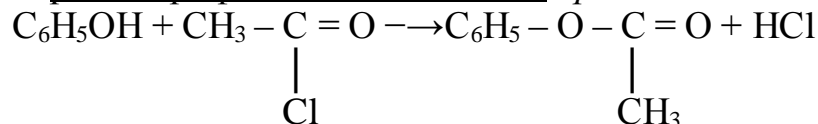
б) **реакции со щелочами**:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O} \boxed{\text{H}} + \text{K} \boxed{\text{OH}} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OK} + \text{HOH}$ ;

в) **реакция с p-ром карбоната натрия** (фенол в нём растворяется, но в отличие от обычных кислот не образует диоксида углерода):



2. **реакции с хлор-альдегидом**:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O} \boxed{\text{H}} + \text{CH}_3\text{C} \boxed{\text{Cl}} \text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}(\text{CH}_3)\text{O} + \text{HCl}$ ;

3. **p. электрофильного замещения протекают легче, чем у аренов**:



а) **реакция с раствором бромной воды – 1-я качественная реакция на фенолы**

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})\text{Br}_3\downarrow + 3\text{HBr}$  – 2,4,6 – трибромфенол (белая эмульсия)

б) **реакция нитрования** -  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{HO} - \text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})(\text{NO}_2)_3 + 3 \text{HOH}$

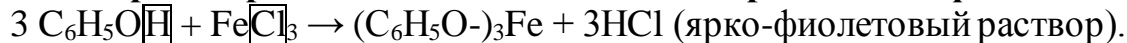
в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$  получается 2,4,6 – тринитрофенол,

в) **получение фенолформальдегидной смолы – p. поликонденсации**

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  (фенол) +  $\text{HCHO}$  (формальдегид)  $\rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}) - \text{CH}_2\text{OH}$  - 1-я стадия;

$n \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}) - \text{CH}_2\text{OH} + n \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}))_n + n \text{HOH}$ .

4. **реакция с раствором  $\text{FeCl}_3$  – 2-я качественная реакция на фенолы**



4. **Получение**: а) из каменноугольной смолы;

б)  $\text{C}_6\text{H}_5 \boxed{\text{Br}} + \text{K} \boxed{\text{OH}} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{KBr}$

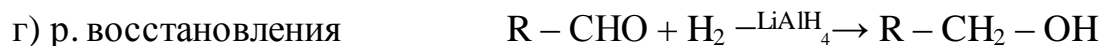
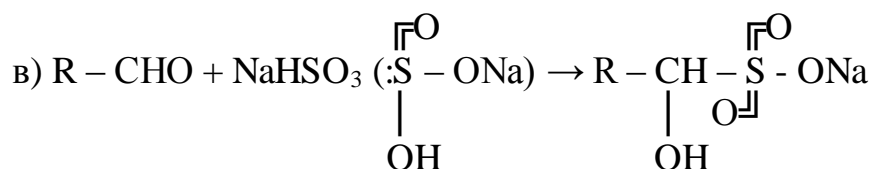
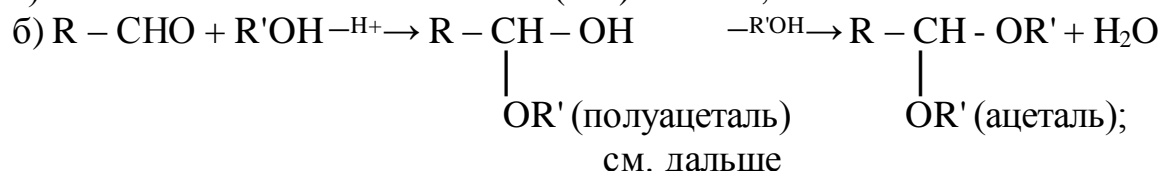
в)  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{CH}_3)_2 + 2 [\text{O}] \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5 - \text{OH} + (\text{CH}_3)_2\text{CO}$ .

## 3. Альдегиды. Общая формула – $\text{R}-\text{C} = \text{O}$ или $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ О. $M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) = (14n+16)$

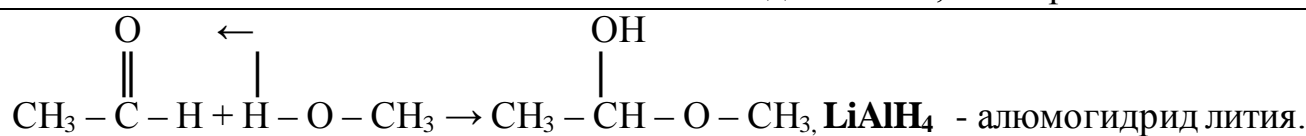
$\text{H}$

$\text{SP}^2$  – гибридизация

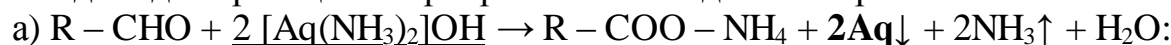
1. **Реакции нуклеофильного присоединения**:



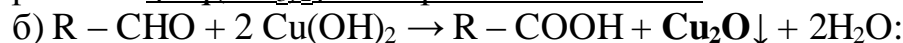
**Внимание:** водород легко присоединяется по связи  $\text{C}=\text{C}$  и очень трудно – по связи  $\text{C}=\text{O}$ .  $\text{LiAlH}_4$  восстанавливает связи  $\text{C}=\text{O}$  до  $\text{C}-\text{OH}$ , не затрагивая связь  $\text{C}=\text{C}$ .



2. **Окисление:** легко окисляются в кислоты – качественные реакции на альдегиды – реакции «серебряного» и «медного» зеркала



реактив  $[\text{Aq}(\text{NH}_3)_2] \text{OH}$  – реактив Толленса

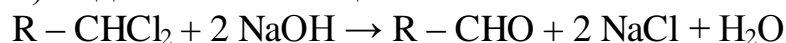


реактив  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  – реактив Фелинга

или упрощённо -  $R - \text{CHO} + [\text{O}] \rightarrow R - \text{COOH}$

3. **Получение:** а) из спиртов  $R - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{-t} R - \text{CHO} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$

б) из дигалогензамещённых алканов:

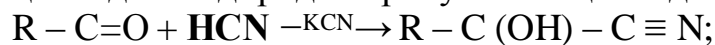


**4. Кетоны.** Общая формула –  $R - \text{C} = \text{O}$  или  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ .  $M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) = (14n + 16)$

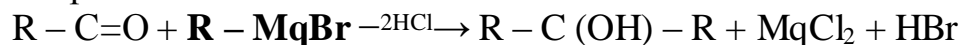


1. **Химические свойства** отличаются от свойств альдегидов:

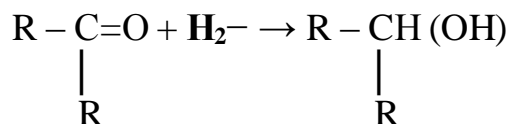
а) **менее активны** в реакциях нуклеофильного присоединения, чем альдегиды (с цианидом водорода в присутствии цианида калия)



б) присоединение реактива Гриньяра –  $R - \text{MgBr}$  с образованием третичного спирта



в) гидрирование кетонов с образованием вторичных спиртов



г) окисление с трудом, не взаимодействуют с соединениями серебра и меди

2. **Иодоформный тест** – если карбонильная группа связана со 2-ым атомом углерода от конца углеродной цепи (со щелочным раствором иода)

$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{R} + \text{I}_2 \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{R} - \text{COO}^-(\text{aq}) + \text{CHI}_3(\text{тв})$ , жёлтый осадок, такой же, как и для  $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH})\text{R}$ .

**5. Карбоновые кислоты. Общая формула –  $\text{R}-\text{C} = \text{O}$  или  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ .**

$$M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) = (14n + 16)$$

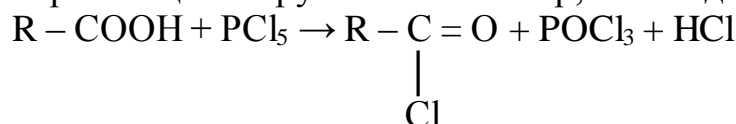


**SP<sup>2</sup> – гибридизация**

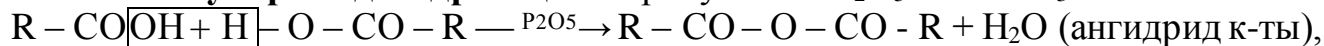
1. **Диссоциируют**, т.е. являются донором катиона водорода – слабые электролиты, **самая сильная из них – муравьиная HCOOH**

$\text{R} - \text{COOH} \leftrightarrow \text{R} - \text{COO}^- + \text{H}^+$ , сл-но, характерны свойства, типичные для кислот – взаимодействие с Me, основными оксидами, основаниями и солями слабых кислот.

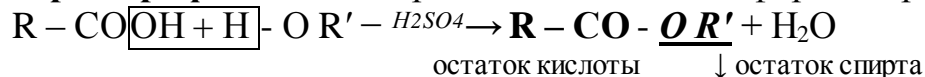
2. р. замещения группы OH на хлор, взаимодействие с хлоридом P(V)



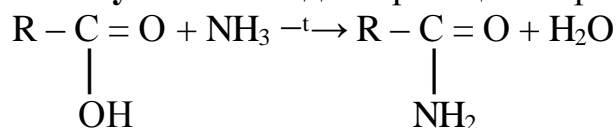
3. **межмолекулярная дегидратация** в присутствии P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> или HPO<sub>3</sub>



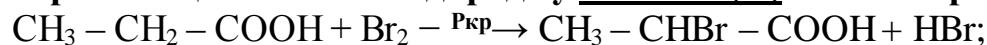
4. **р. этерификации** – образование сложных эфиров в присутствии H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



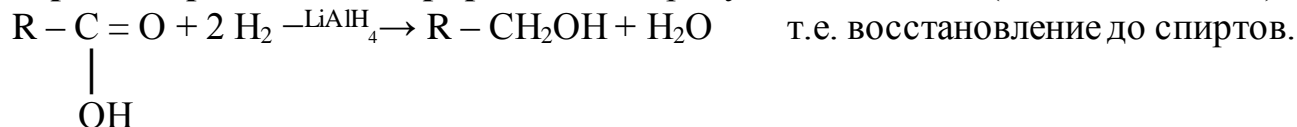
5. **получение амидов** в реакциях с раствором аммиака, при нагревании



6. **р. замещения атома водорода у α-атома (C) на атом брома**, в присутствии P<sub>кр</sub>

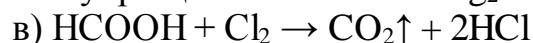
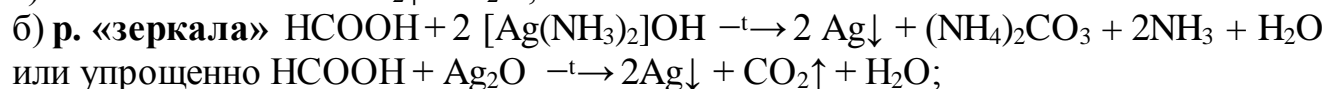
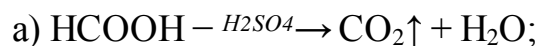


7. **р. дегидратации и гидрирование**, в присутствии LiAlH<sub>4</sub> (см. «альдегиды»)

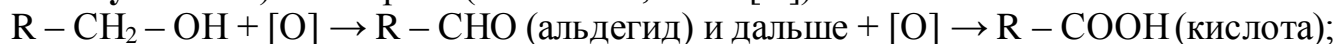


**8. Внимание:** муравьиная кислота – самая сильная из органических кислот и сильный восстановитель,

отсюда следует:



9. **Получение:** а) из спиртов (окисление, т.е. + [O])



б) из альдегидов – **р. «серебряного и медного зеркала»**



б) из реактива Гриньяра ( $R - MgBr$ ) – р. элиминирования и гидратации (последовательное взаимодействие с  $CO_2$  и  $H_2O$ ):



в) из трихлорзамещенного алкана (последовательное замещение атомов хлора на группы  $OH$  из щелочей и дегидратация)



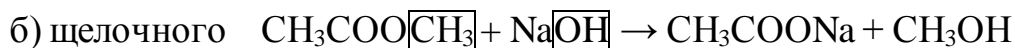
$R - C(OH)_3$  – трёхатомный спирт – вещество очень слабое и нестабильное.

продолжение см. дальше

### 6. Сложные эфиры карбоновых кислот. Общая формула – $R-C=O$

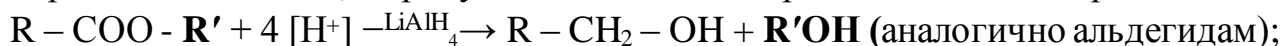


$$M_r(C_nH_{2n+1}COO)(C_nH_{2n+1})' = (14n+46)$$



р. гидролиза с  $H_2O$  идёт медленно, её катализируют (ускоряют) кислоты и щёлочи

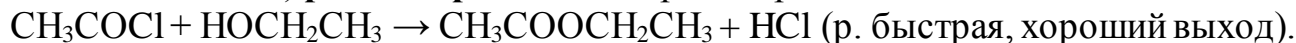
2. р. восстановления, в присутствии  $LiAlH_4$  с образованием 2-х спиртов:



3. Получение: а) р. этерификации  $R - COOH + HO R' \xrightarrow{H_2SO_4} R - COO - R' + H_2O$

**особенность:** медленная реакция, обратимая, с низким выходом.

б) р. ацилирования спирта хлоридом кислоты

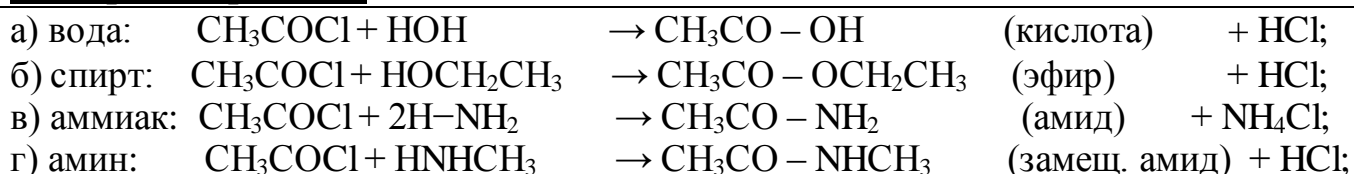


### Хлорангидриды и ангидриды кислот

Эти два вида производных карбоновых кислот химически очень активны.

Хлорангидриды даже более активны, чем ангидриды, и более летучи, что делает обращение с ними очень трудным. Они вступают в *быструю реакцию на холоде* с водой, аммиаком и с их производными, спиртами и аминами. В каждом случае атом водорода реагирующей молекулы замещается ацильной группой – это реакции ацилирования, а хлорангидриды и ангидриды кислот – ацилирующие агенты.

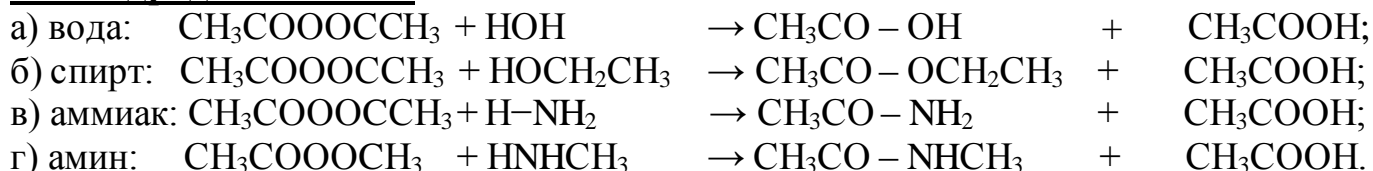
**С хлорангидридами:**



↑

этот атом водорода замещается на ацильную группу.

**С ангидридами кислот:**



### 7. Углеводы. Общая формула – $C_n(H_2O)_m$ .

$$M_r = 12n + 18m.$$



1. Глюкоза – альдегидоспирт  $\text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{CHO}$ , т.е. имеет р. «зеркала»  
 $\text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{CHO} + 2 [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{-\text{t}} \text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{COO} - \text{NH}_4 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Ag}\downarrow$

2. р. восстановления до многоатомных спиртов:



3. синее окрашивание с  $\text{Si}(\text{OH})_2$ , как у многоатомных спиртов;

4. р. межмолекулярной дегидратации со спиртами:  $\rightarrow$  простые эфиры;

5. р. этерификации с альдегидами  $\rightarrow$  сложные эфиры;

6. брожение:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{-дрожжи}} 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2\uparrow$  - спиртовое брожение;

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$  - молочнокислое брожение.

**8. Азотсодержащие соединения – амины. Общая формула –  $\text{R} - \text{NH}_2$ ,  
 $\text{R} - \text{NH} - \text{R}$  или  $\text{N}(\text{R})_3$ .  $M_r(\text{R} - \text{NH}_2) = (14n+17)$**

1. Амины обладают основными свойствами, поэтому, как основания,

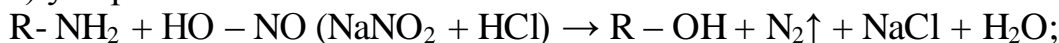
а) реагируют с водой:  $\text{R} - \text{N}:\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{R} - \text{NH}_3]^+ \text{OH}^-$

б) реагируют с кислотами:  $\text{R} - \text{N}:\text{H}_2 + \text{H}^+ \text{Cl}^- \leftrightarrow [\text{R} - \text{NH}_3]^+ \text{Cl}^-$

2. Реакция горения:  $4 \text{C}_2\text{H}_5 + \text{N}:\text{H}_2 + 15\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2\uparrow + 2\text{N}_2\uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$ .

3. Р. нитрирования (с  $\text{HO} - \text{NO}$ ) проходит по-разному:

а) у первичных аминов:

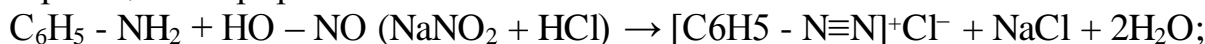


б) у вторичных аминов:

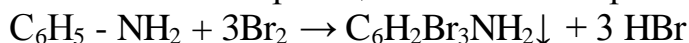


4. Анилин – ароматический амин с формулой  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH}_2$

в реакции нитрирования:



5. Качественная реакция на анилин – реакция с раствором брома:

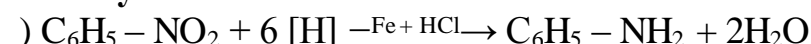


6. Получение аминов:

а)  $\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{-\text{t}} \text{CH}_3 - \text{NH}_2 + \text{HCl};$

б)  $\text{R} - \text{NO}_2 + 4 [\text{H}] \xrightarrow{-\text{LiAlH}_4} \text{R} - \text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

7. Получение анилина:



**9. Азотсодержащие соединения – аминокислоты**

$\dots\beta \quad \alpha$

Общая формула –  $\text{R} - \text{CH} - \text{COOH}$



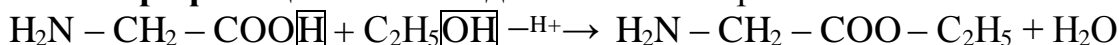
$M_r(\text{к-ты}) = (14n+75)$

1. Аминокислоты обладают амфотерными свойствами, поэтому реагируют:

а) с кислотами  $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl} [\text{NH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}];$

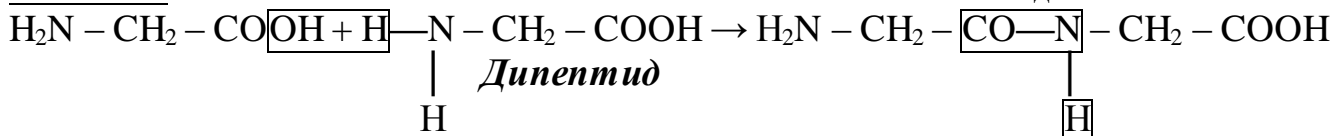
б) с щелочами  $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ .

2. Р. этерификации – взаимодействие со спиртами:

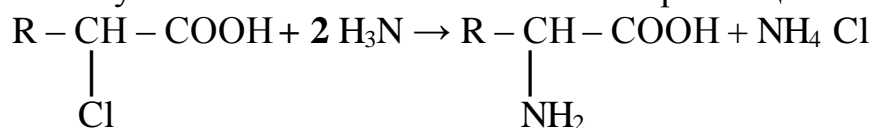


3. Р. поликонденсации - взаимодействие кислот между собой с образованием

пептидов:



4. Получение:  $\alpha$ -аминокислоты из  $\alpha$ -хлорзамещенных карбоновых кислот



**Окислительно – восстановительные реакции в органической химии.**

А. Углеводороды.

1.  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$
2.  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$
5.  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 6.