

**1. Алканы (предельные, насыщенные). Общая формула – C_nH_{2n+2} .
 $M(C_nH_{2n+2}) = (14n+2)$ г/моль, σ -связи, SP^3 -гибридизация, $<109'28''$, тетраэдр.**

- р. галогенирования** (р. замещения по радикальному механизму) проходит на свету:
 $R-H + Br_2 \rightarrow R-Br + HBr$ (галогены только в газообразном состоянии);
- р. нитрования** – **р. Коновалова** (р. замещения, радикал. мех-зм): $R-H + HO-NO_2 \rightarrow R-NO_2 + H_2O$
внимание: замещение атомов водорода у третичного атома (—с—) проходит легче, чем у вторичного атома (—с—) и тем более первичного атома (с—).
- р. изомеризации** (у C_4H_{10} и следующих) в присутствии катализатора – $AlCl_3$:
 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \rightarrow CH_3-CH(CH_3)-CH_3$
- крекинг** (разрыв связей между атомами углеродов, радикал. мех-зм) под действием температуры и катализатора: $C_8H_{18} \rightarrow C_4H_{10} + C_4H_8$
- 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 $t=500^0C-1000^0C$
 $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 \uparrow + 3H_2 \uparrow$ при $t=1000^0C-1500^0C$
 $2CH_4 \rightarrow 2C + 4H_2 \uparrow$ при $t>1500^0C$ (пиролиз)
- р. ароматизации** – получение ароматических углеводородов за счёт отрыва атомов водорода в присутствии катализаторов: $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2 \uparrow$
- р. горения** - (+ O_2) $C_nH_{2n+2} + (3n+1)/2O_2 \rightarrow nCO_2 \uparrow + (n+1)H_2O + Q$ (экзотерм.)
р. окисления метана (+[O]) даёт продукты, в зависимости от условий:
 CH_4 из воздуха $\rightarrow CH_3OH$ или $\rightarrow HCHO$ или $\rightarrow HCOOH$
- р. Вюрца («удвоение»)** $2CH_3Cl + 2Na \rightarrow 2NaCl + C_2H_6$, в кислой среде.
- получение алканов:** а) $C + 2H_2 \rightarrow CH_4 \uparrow$ под действием эл. разряда;
 б) $CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4 \uparrow + Na_2CO_3$ при спекании сухих веществ
 в) $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 3CH_4 \uparrow + 4Al(OH)_3 \downarrow$; 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, σ -связи, SP^3 -гибридизация, $<от 60'$ до $109'$, цикл.

- р. присоединения** (+ H_2 , + Br_2 , + HI) у циклов с 3, 4, 5 атомами углерода $C_3H_6 + Br_2 \rightarrow Br-CH_2-CH_2-CH_2Br$;
- р. замещения** – аналогично алканам (циклы с 6 и > атомами углерода);
- р. элиминирования** (дегидрирования) $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2 \uparrow$ (катализ: Ni, t)
- р. окисления** – на примере циклогексана сильным окислителем: $C_6H_{12} + 4[O] \rightarrow CH_2-CH_2-COOH$

(адипиновая кислота)

$\begin{array}{c} | \\ CH_2-CH_2-COOH \\ | \\ CH_2-CH_2-COOH \end{array}$

3. Алкены (непредельные). Общая формула – C_nH_{2n} . $M(C_nH_{2n}) = 14n$ г/моль, σ - и π -связи, SP^2 -гибридизация, $< 120'$, треугольник.

- р. присоединение** H_2 , HI , G_2 и H_2O (разрыв $C=C$ связи, электрофильный мех-зм)
 - гидрогалогенирование: $CH_2=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-CH_2Br$
 в случае несимметричной π -связи по **правилу Марковникова** (H к CH_2):
 $CH_3-CH=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-CHBr-CH_3$; продолжение см. дальше.
 - гидратация:** $CH_3-C=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_3$ (в присутствии минерал кислот)

$\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}$

$\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}$
 - галогенирование** (обесцвечивание раствора бромной воды – Br_2) – качественная реакция на кратную связь, как и реакция с раствором $KMnO_4$: $CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow BrCH_2-CH_2Br$
 - гидрирование:** $CH_3-CH=CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_3$ (катализатор – Ni, t)
- р. замещения** (радикальный мех-зм) – замещение атома H на соседнем с двойной связью атоме углерода, при $t=500^0C$: $CH_3-CH=CH_2 + Cl_2 \rightarrow ClCH_2-CH=CH_2 + HCl$
- р. окисления:** а) мягкое – **холодным раствором $KMnO_4$ (р. Вагнера)**
 $CH_2=CH_2 + [O] + H_2O \rightarrow CH_2OH-CH_2OH$ (упрощенная запись)
 или $3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_2OH-CH_2OH + 2MnO_2 \downarrow + 2KOH$
 б) жесткое – **кипящим раствором $KMnO_4$ в кислой среде** $CH_3-CH=CH-CH_3 + 4[O] \rightarrow 2CH_3-COOH$
- р. полимеризации:** $nCH_2=CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_n$ в кислой среде.
- получение алкенов:** а) $C_7H_{16} \rightarrow C_4H_{10} + CH_3-CH=CH_2$ (t, Kat);
 б) $CH_3-CH_2-CHBr-CH_3 + KOH \rightarrow CH_3-CH=CH-CH_3 + KBr + H_2O$ (спирт)
 в) $CH_3-CH-CH_3 \rightarrow CH_3-CH=CH_2 + H_2O$ ($t=150^0C$, в кислой среде) по **правилу Зайцева**

$\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}$
- г) $CH_2Br-CHBr-CH_3 + 2K \rightarrow CH_2=CH-CH_3 + 2KBr$ – **синтез Вюрца-Крафтса**
- д) $CH_3-CH_2-CH_3 \rightarrow CH_3-CH=CH_2 + H_2 \uparrow$ в присутствии Кат – Cr_2O_3

4. Алкадиены (непредельные). Общая формула – C_nH_{2n-2} . $M(C_nH_{2n-2}) = (14n-2)$ г/моль, σ - и 2π -связи, sp^2 -гибридизация.

1. р. присоединения: $CH_2=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br-CHBr-CH=CH_2$ (присоединение по 1,2)
 $CH_2=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow [\rightarrow CH_2Br-CH=CH-CH_2Br$ (присоединение по 1,4)
2. р. полимеризации: $nCH_2=CH-CH=CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH=CH-CH_2-)$ в кислоте
3. диеновый синтез – р. Дильса-Альдера – р. циклизации $CH_2=CH-CH=CH_2 + CH_2=CH_2 \rightarrow C_6H_{10}$ при нагревании, под давлением.
4. получение алкадиенов: а) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2 + 2H_2 \uparrow$ при t , Кат – Cr_2O_3 ;
б) $2C_2H_5OH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2 \uparrow + 2H_2O$ при t , Кат – Al_2O_3, ZnO р. Лебедева.


5. Алкины (непредельные). Общая формула – C_nH_{2n-2} . $M(C_nH_{2n-2}) = (14n-2)$ г/моль, σ - и 2π -связи, sp -гибридизация, линейное строение обладают слабыми кислотными свойствами

1. р. электрофильного присоединения (медленнее, чем у алкенов) – Br_2, H_2 и HCl
 $CH \equiv CH + Br_2 \rightarrow CHBr=CHBr$, далее $CHBr=CHBr + Br_2 \rightarrow CHBr_2-CHBr_2$
2. р. гидратации – р. Кучерова, в кислой среде, Кат – Hg^{2+}
любой алкин образует кетон $CH_3-C \equiv CH + HOH \rightarrow CH_3-C(CH_3)=O$,
только ацетилен $CH \equiv CH + HOH \rightarrow CH_3-CHO$ - альдегид
3. р. окисления раствором $KMnO_4$: $R-C \equiv C-R' + 3[O] + HOH \rightarrow R-COOH + R'-COOH$
4. р. гидрирования $CH_3-C \equiv CH + H_2 \rightarrow CH_3-CH=CH_2$, далее $CH_3-CH=CH_2 + H_2 \rightarrow C_3H_8$ при нагревании, в присутствии катализатора – Pt, Pd продолжение см дальше
5. слабые кислотные свойства у алкинов с «концевой» кратной связью:
 $2CH \equiv CH + 2Na \rightarrow 2NaC \equiv CNa + H_2$, с аммиачным раствором оксида серебра
 $CH \equiv CH + [Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow AgC \equiv CAg + 4NH_3 + 2H_2O$
6. р. полимеризации: $CH \equiv CH + CH \equiv CH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2$, катализатор – NH_4Cl или р. Зелинского $3CH \equiv CH \rightarrow C_6H_6$, условия – активир-ый уголь ($C_{акт}, t=600^\circ C$)
7. а) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 \uparrow + Ca(OH)_2 \downarrow$; б) $CaC_2 + 2HCl \rightarrow C_2H_2 \uparrow + CaCl_2$;
в) $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 \uparrow + 3H_2$ при $t=1500^\circ C$

6. Арены (непредельные, циклические, ароматические). Общая формула – C_nH_{2n-6} , $M(C_nH_{2n-6}) = (14n-6)$ г/моль, локализованное π -облако, sp^2 -гибридизация, циклическое строение 

1. Р. электрофильного замещения: а) галогенирование: $C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5Cl + HCl$, катализатор – $AlCl_3$ б) нитрование: $C_6H_6 + HO-NO_2 \rightarrow C_6H_5-NO_2 + H_2O$, в присутствии H_2SO_4
в) алкилирование – р. Фриделя-Крафтса – удлинение цепи атомов углерода
 $C_6H_6 + RCl \rightarrow C_6H_5-R + HCl$, где $R - C_nH_{2n+1}$ (радикалы), катализатор – $AlCl_3$
2. р. присоединения в жёстких условиях – свет, катализатор – Ni (присоединение H_2)
а) $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ б) $C_6H_6 + 3Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6$ на свету
3. для гомологов бензола: а) замещение атомов водорода в цикле _____ (катализаторы $FeBr_3$ и H_2SO_4) $C_6H_5-CH_3 + Br_2 \rightarrow o-C_6H_4(Br)CH_3 + HBr$ в ортоположении, т.е. 1-бром-2-метилбензол
а также $\rightarrow p-C_6H_4(Br)CH_3 + HBr$ 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 $FeBr_3$ и H_2SO_4 .

- б) $C_6H_5-CH_3 + 3HO-NO_2 \rightarrow C_6H_2(NO_2)_3 + 3H_2O$ 1-метил-2,4,6-тринитробензол.
- в) присоединение $2 C_6H_5-CH_3 + 5H_2 \rightarrow 2 C_6H_{11}-CH_3$ или  – CH_3 , метилциклогексан.
- г) радикальное замещение в боковую цепь на свету: $C_6H_5-CH_3 + Br_2 \rightarrow C_6H_5-CH_2Br + HBr$
- д) окисление кислым раствором $KMnO_4$ $C_6H_5-CH_3 + 2[O] \rightarrow C_6H_5-COOH$ - упрощенная запись, полная запись: $5C_6H_5-CH_3 + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_5-COOH + 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 14H_2O$

электронно-ионный баланс:
 $C_6H_5-CH_3^0 + 2H_2O^0 - 6e^- \rightarrow C_6H_5-COOH^0 + 6H^+$ | 5
 $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ | 6

4. получение аренов: а) $C_6H_{14} \rightarrow C_6H_6 + 4H_2 \uparrow$, условия: t, P , катализатор – Cr_2O_3
б) $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2 \uparrow$, условия: t , катализатор – Pd
в) $3CH \equiv CH \rightarrow C_6H_6$, условия – активир-ый уголь ($C_{акт}, t=600^\circ C$)
г) $C_6H_5-COONa + NaOH \rightarrow C_6H_6 + Na_2CO_3$ при спекании сухих веществ.

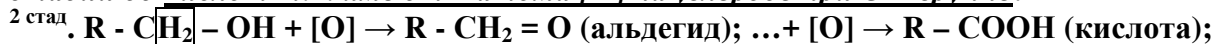
Кислородсодержащие соединения. 1. Одноатомные спирты - алканола (предельные).
Общая формула – $R-OH$ или $C_nH_{2n+2}O$, $M(C_nH_{2n+2}O) = (14n+18)$ г/моль,

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

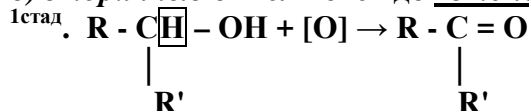
1. проявляют кислотные свойства (только реакции с щелочными Me), убывающие от первичных к третичным спиртам: $2 C_2H_5OH + 2K \rightarrow 2 C_2H_5OK + H_2 \uparrow$;
2. слабые основные свойства, возрастающие от первичных к третичным спиртам:
 $R - [OH + H]Br \rightarrow R - Br + H_2O$
3. р. этерификации – взаимодействие с кислотами и образование сложных эфиров:



4. р. окисления подкисленными растворами KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: а) первичные окисляются в 2 стадии до кислот т.к. имеют 2 атома [H] на углероде при OH-группе: 1 стад.



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

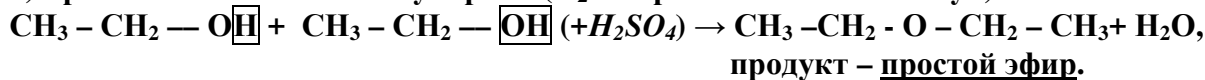


5. р. дегидратации в присутствии раствора H_2SO_4 (Al_2O_3 , H_3PO_4 конц.) зависит от температуры:

а) при $t > 150^\circ\text{C}$ – внутримолекулярная (H_2O отрывается от 1 молекулы):



б) при $t < 150^\circ\text{C}$ – межмолекулярная (H_2O отрывается от 2 молекул):



Различные классы спиртов дегидратируются при различных условиях:

первичные: $\text{CH}_2 - \text{CH}_2$ (конц. H_2SO_4 при нагревании) $\rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2$



вторичные: $\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3$ (конц. H_2SO_4 при подогреве) $\rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$



третичные: $\text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3$ (конц. H_2SO_4 на холоде) $\rightarrow \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3$



6. Галогенирование: в присутствии PCl_5 , SOCl_2 или HCl $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{SOCl}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{SO}_2 + \text{HCl}$

6. Получение: а) $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{HOH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3)\text{H} - \text{OH}$ (из алкенов);

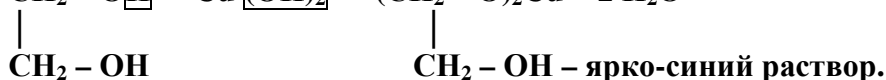
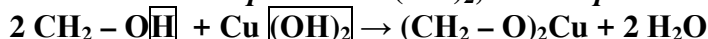
б) $\text{R} - \text{Br} + \text{NaOH}$ (раствор) $\rightarrow \text{R} - \text{OH} + \text{NaBr}$ (щелочной гидролиз галогеналканов); в) $\text{R} - \text{CHO} + 2[\text{H}] \rightarrow \text{R} - \text{CH}_2 - \text{OH}$ (из альдегидов); г) $\text{C}\equiv\text{O} + 2\text{H}_2$ (t, p, ZnO) $\rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ (из синтез-газа);

д) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (брожение) $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2\uparrow$.

7. качественные реакции на: а) предельные одноатомные спирты – CuO , t



б) предельные многоатомные спирты – $\text{Cu}(\text{OH})_2$, свежеприготовленный 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, sp^2 – гибридизация

1. подвижность атома водорода и выраженные кислотные свойства –

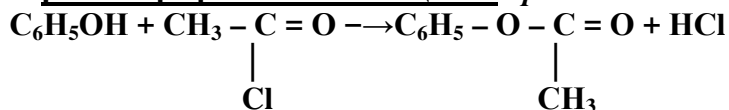
а) реакции с Me: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{K} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OK} + 0,5\text{H}_2\uparrow$;

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

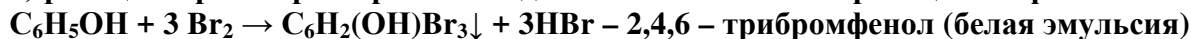
в) реакция с p-ром карбоната натрия (фенол в нём растворяется, но в отличие от обычных кислот не образует диоксида углерода): $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$

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. р. электрофильного замещения протекают легче, чем у аренов:



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



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 H_2SO_4 получается 2,4,6 – тринитрофенол,

в) получение фенолформальдегидной смолы – р. поликонденсации



4. реакция с раствором FeCl_3 – 2-я качественная реакция на фенолы



6. р. замещения атома водорода у α -атома (C) на атом брома, в присутствии P_{кр}
 $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH} + \text{Br}_2 - \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр}}} \text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{COOH} + \text{HBr}$;

7. р. дегидратации и гидрирование, в присутствии LiAlH₄ (см. «альдегиды»)

$\text{R} - \text{C} = \text{O} + 2 \text{H}_2 - \xrightarrow{\text{LiAlH}_4} \text{R} - \text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ т.е. восстановление до спиртов.



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

а) $\text{HCOOH} - \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

б) р. «зеркала» $\text{HCOOH} + 2 [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} - \xrightarrow{\text{t}} 2 \text{Ag}\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 или упрощенно $\text{HCOOH} + \text{Ag}_2\text{O} - \xrightarrow{\text{t}} 2\text{Ag}\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

в) $\text{HCOOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 2\text{HCl}$

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

$\text{R} - \text{CH}_2 - \text{OH} + [\text{O}] \rightarrow \text{R} - \text{CHO}$ (альдегид) и дальше + [O] $\rightarrow \text{R} - \text{COOH}$ (кислота);

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

$\text{R} - \text{CHO} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} - \xrightarrow{\text{t}} \text{Ag}\downarrow + \text{R} - \text{COONH}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$

б) из реактива Гриньяра (R – MgBr) – р. элиминирования и гидратации (последовательное взаимодействие с CO₂ и H₂O): $\text{R} - \text{MgBr} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{R} - \text{COO} - \text{MgBr} \dots + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R} - \text{COOH} + \text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$

в) из трихлорзамещенного алкана (последовательное замещение атомов хлора на группы OH из щелочей и дегидратация) $\text{R} - \text{C}(\text{Cl})_3 + 2 \text{NaOH} \rightarrow 3\text{NaCl} + \text{R} - \text{C}(\text{OH})_3 \dots \rightarrow \text{R} - \text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

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

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



1. р. гидролиза: а) кислотного $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}^+\text{OH} - \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{HOCH}_3$
 (кислота) (спирт)

б) щелочного $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{OH}$

р. гидролиза с H₂O идёт медленно, её катализируют (ускоряют) кислоты и щёлочи

2. р. восстановления, в присутствии LiAlH₄ с образованием 2-х спиртов:

$\text{R} - \text{COO} - \text{R}' + 4 [\text{H}^+] - \xrightarrow{\text{LiAlH}_4} \text{R} - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{R}'\text{OH}$ (аналогично альдегидам);

3. Получение: а) р. этерификации $\text{R} - \text{COOH} + \text{HO R}' - \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{R} - \text{COO} - \text{R}' + \text{H}_2\text{O}$

особенность: медленная реакция, обратимая, с низким выходом.

б) р. ацилирования спирта хлоридом кислоты $\text{CH}_3\text{COCl} + \text{HOCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{HCl}$
 (р. быстрая, хороший выход).

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:

а) вода:	$\text{CH}_3\text{COCl} + \text{HOH}$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{OH}$	(кислота)	+ HCl;
б) спирт:	$\text{CH}_3\text{COCl} + \text{HOCH}_2\text{CH}_3$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{OCH}_2\text{CH}_3$	(эфир)	+ HCl;
в) аммиак:	$\text{CH}_3\text{COCl} + 2\text{H}-\text{NH}_2$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{NH}_2$	(амид)	+ NH ₄ Cl;
г) амин:	$\text{CH}_3\text{COCl} + \text{HNNHCH}_3$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{NHCH}_3$	(замещ. амид)	+ HCl;

↑ этот атом водорода замещается на ацильную группу.

С ангидридами кислот:

а) вода:	$\text{CH}_3\text{COOOCCH}_3 + \text{HOH}$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{OH}$	+	CH_3COOH ;
б) спирт:	$\text{CH}_3\text{COOOCCH}_3 + \text{HOCH}_2\text{CH}_3$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{OCH}_2\text{CH}_3$	+	CH_3COOH ;
в) аммиак:	$\text{CH}_3\text{COOOCCH}_3 + \text{H}-\text{NH}_2$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{NH}_2$	+	CH_3COOH ;
г) амин:	$\text{CH}_3\text{COOOCCH}_3 + \text{HNNHCH}_3$	$\rightarrow \text{CH}_3\text{CO} - \text{NHCH}_3$	+	CH_3COOH .

7. Углеводы. Общая формула – C_n (H₂O)_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:

$\text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{CHO} + 2[\text{H}] \rightarrow \text{CH}_2\text{OH} - (\text{CHOH})_4 - \text{CH}_2\text{OH}$ (сорбит);

3. синее окрашивание с Si(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 – R- NH₂,

