

Решение 33 задания

Открытый вебинар ZnaYou

План на сегодня:

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

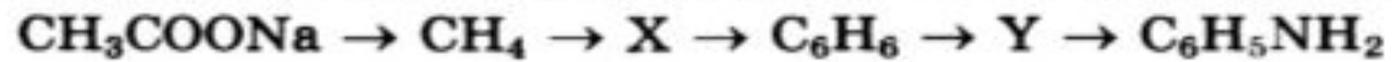
Решение 33 задания

Взаимосвязь классов органических веществ

Оформление

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

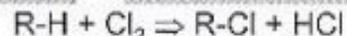
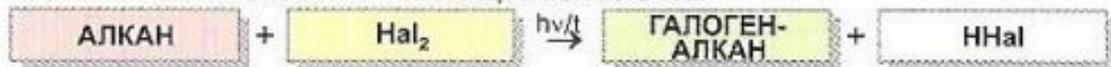
Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.



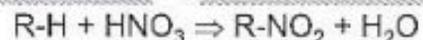
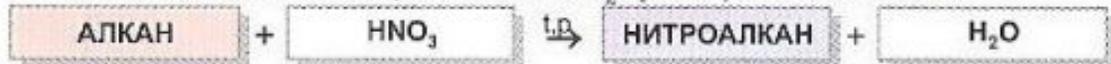
Алканы

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

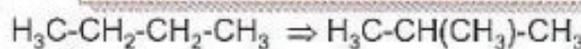
1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal



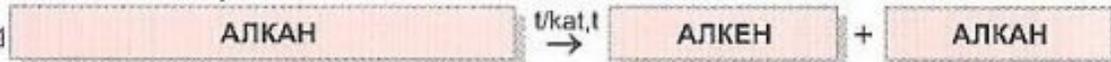
2. НИТРОВАНИЕ - замещение H на NO₂ - реакция Коновалова



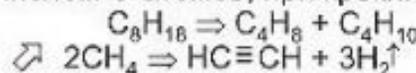
3. ИЗОМЕРИЗАЦИЯ



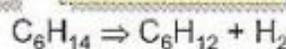
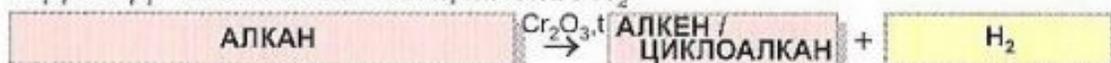
4. КРЕКИНГ - расщепление C-C-связей



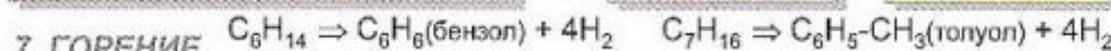
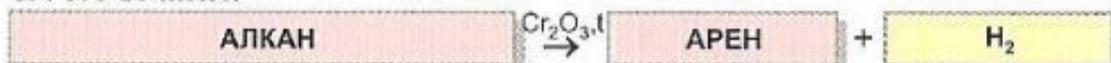
Образуются алкены и алканы с меньшим числом C-атомов, при крекинге CH₄, C₂H₆ и C₃H₈ образуются C₂H₂ и H₂.



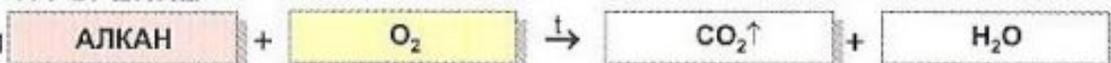
5. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H₂



6. РИФОРМИНГ

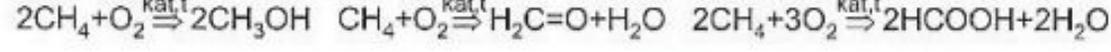


7. ГОРЕНИЕ



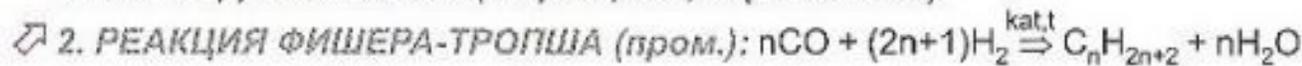
8. КОНВЕРСИЯ, ПИРОЛИЗ метана: CH₄ + H₂O $\xrightarrow{\text{kat}, t}$ CO↑ + 3H₂↑ CH₄ \xrightarrow{t} C + 2H₂↑

9. ОКИСЛЕНИЕ бутана, метана: 2C₄H₁₀ + 5O₂ $\xrightarrow{\text{kat}, t}$ 4CH₃COOH + 2H₂O

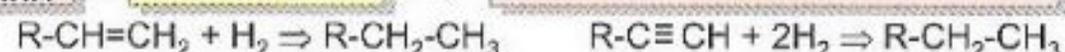
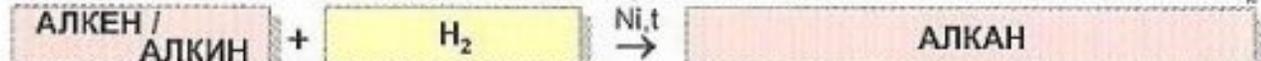


ПОЛУЧЕНИЕ

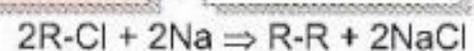
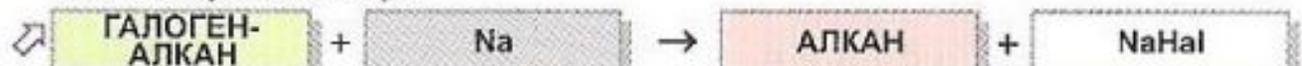
1. ПРИРОДНОЕ СЫРЬЕ (нефть, газ, горный воск)



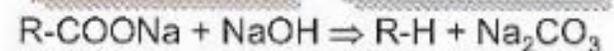
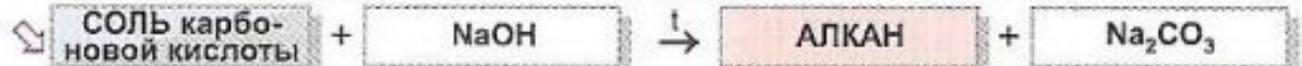
3. ГИДРИРОВАНИЕ непредельных углеводородов - присоединение H₂



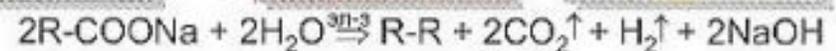
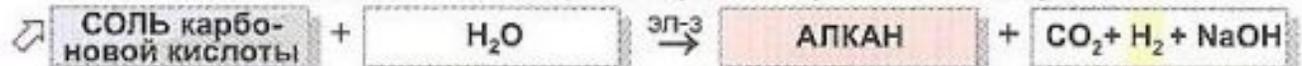
4. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА



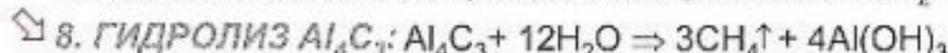
5. РЕАКЦИЯ ДЮМА - декарбосилирование солей карбоновых кислот



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



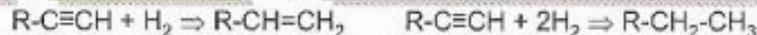
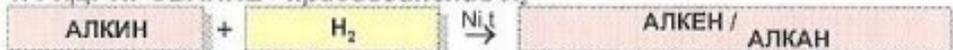
7. СИНТЕЗ метана из простых веществ: C + 2H₂ $\xrightarrow{\text{kat}, t, p}$ CH₄



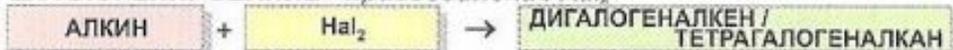
Алкины

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение H_2



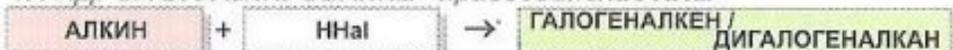
2. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение Hal_2



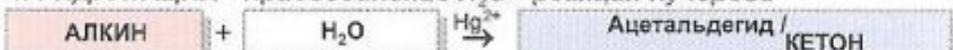
ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА

При присоединении молекул HHal 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 HHal

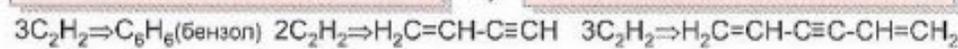
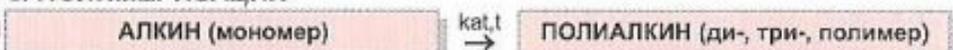


4. ГИДРАТАЦИЯ - присоединение H_2O - реакция Кучерова

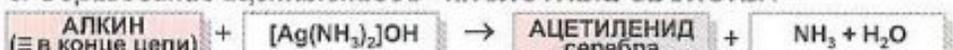


При гидратации C_2H_2 образуется ацетальдегид $\text{CH}_3\text{-CH=O}$, при гидратации других алкинов образуются кетоны. $\text{R-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{R-C(O)-CH}_3$

5. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

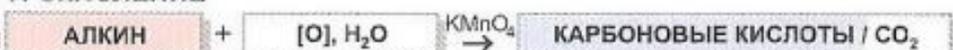


6. Образование ацетиленидов - КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА



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

7. ОКИСЛЕНИЕ

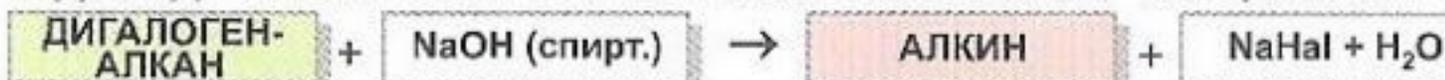
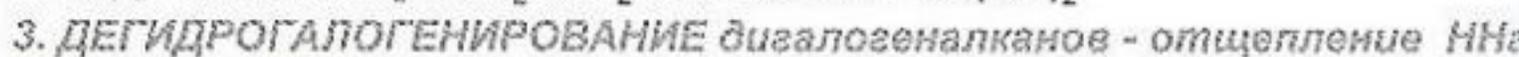
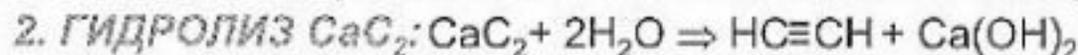
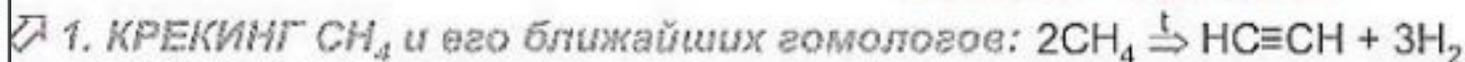


Разрывается тройная связь и образуются карбоновые кислоты или CO_2 (если связь в конце цепи). $\text{R-C}\equiv\text{C-R}' + 3[\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{R-COOH} + \text{R}'\text{-COOH}$

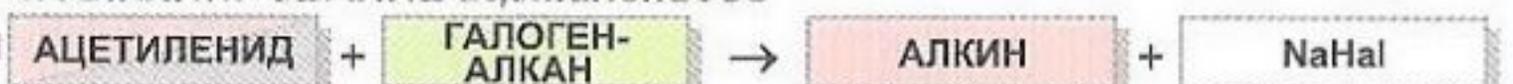
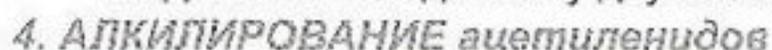
8. ГОРЕНИЕ



ПОЛУЧЕНИЕ



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



Арены

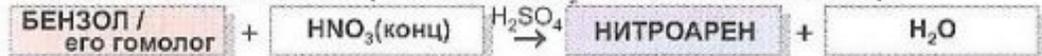
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal в бензольном кольце



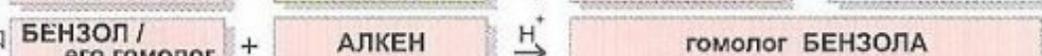
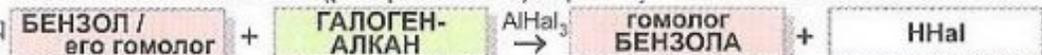
У гомологов бензола замещается H-атом у того C-атома, который находится в орто-(2,6) или пара-(4) положениях по отношению к боковой цепи.
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl} + \text{HCl}$
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3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

2. НИТРОВАНИЕ - замещение H на NO₂ в бензольном кольце



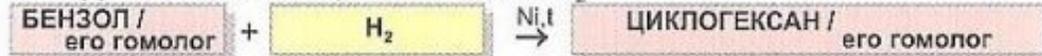
См. описание реакции 1. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

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



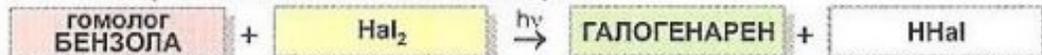
$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{HCl}$
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_3\text{C=CH}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5$
См. описание реакции 1. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(CH}_3)_2$

4. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение H₂



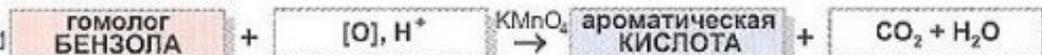
$\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$

5. ЗАМЕЩЕНИЕ H на Hal в боковой цепи



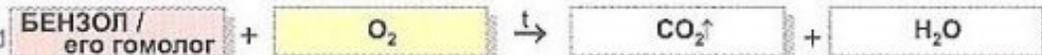
Замещается H-атом у того C-атома, который непосредственно связан с бензольным кольцом.
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CHCl-CH}_3 + \text{HCl}$

6. ОКИСЛЕНИЕ



Гомологи бензола окисляют-ся, если есть хотя бы один атом H у α-C-атома (связанного с кольцом). α-C-атом окисляется до -COOH, а остальная боковая цепь до CO₂ и H₂O (в нейтральной среде образуется соль кислоты и карбонат).
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 + 6[\text{O}] \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

7. ГОРЕНИЕ



8. ПРИСОЕДИНЕНИЕ Cl₂ к бензолу (получение гексахлорциклогексана):

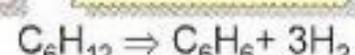
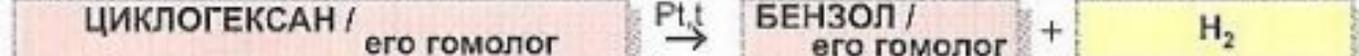


ПОЛУЧЕНИЕ

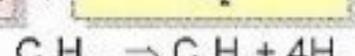
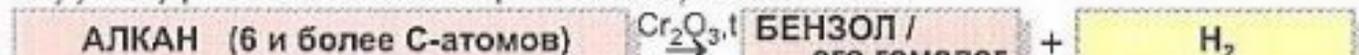
ПОЛУЧЕНИЕ

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

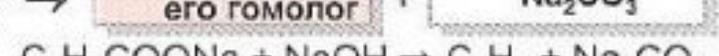
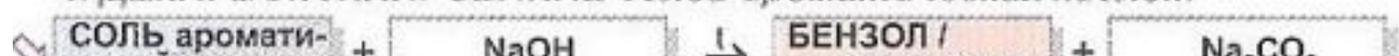
2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ циклических углеводородов - отщепление H₂



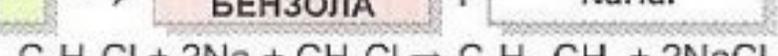
3. ДЕГИДРИРОВАНИЕ и ЦИКЛИЗАЦИЯ алканов



4. ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ солей ароматических кислот



5. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА-ФИТТИГА

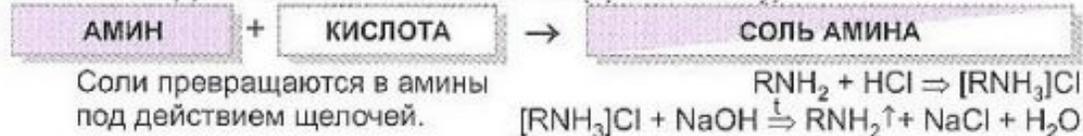


6. АЛКИЛИРОВАНИЕ бензола и его гомологов - см. свойства аренов (3)

Амины

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

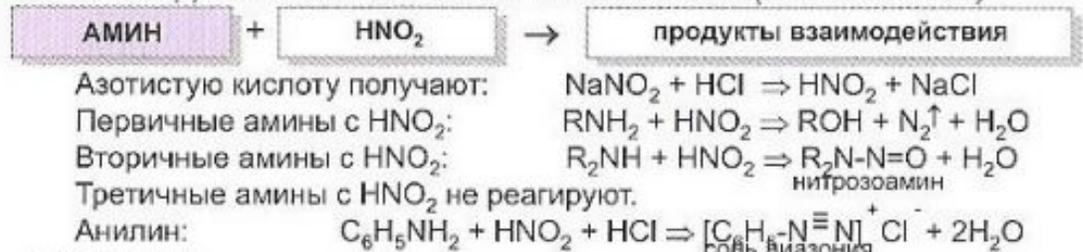
1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КИСЛОТАМИ (кроме HNO_3)



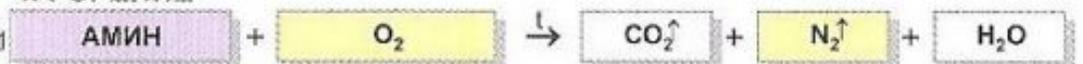
2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аминов



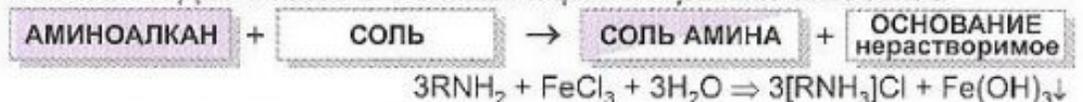
3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ (качественная)



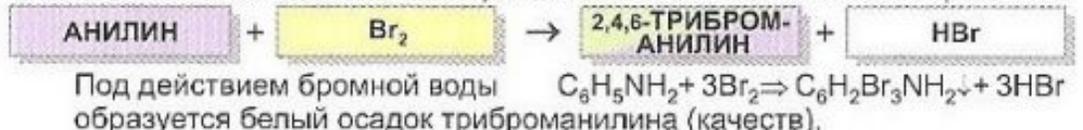
4. ГОРЕНИЕ



5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СОЛЯМИ нерастворимых оснований



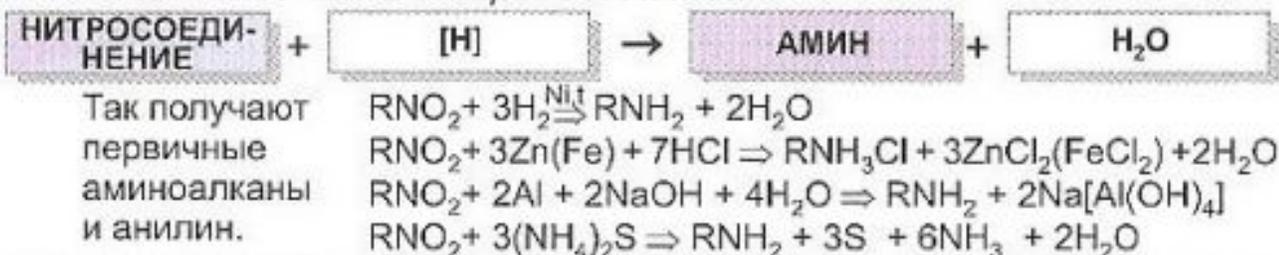
6. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H-ат. бензольного кольца на Hal



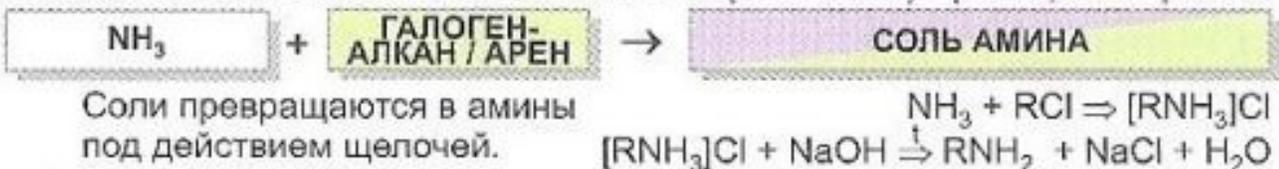
7. ОКИСЛЕНИЕ анилина (кач.): $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CaOCl}_2 \Rightarrow$ фиолетовый раствор

ПОЛУЧЕНИЕ

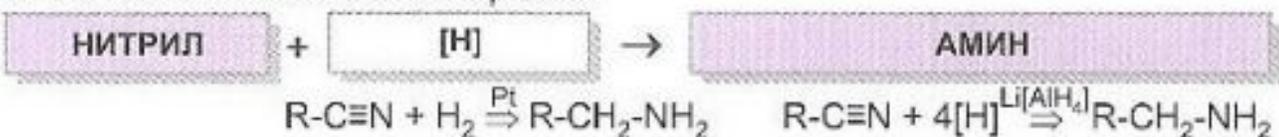
1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитросоединений



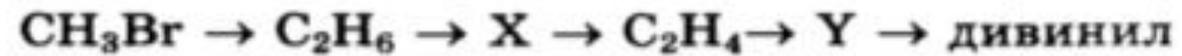
2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аммиака и аминов (см. выше) - реакция Гофмана



3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитрилов



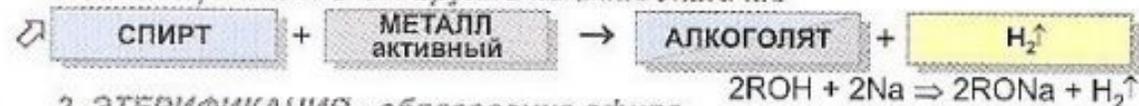
Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.



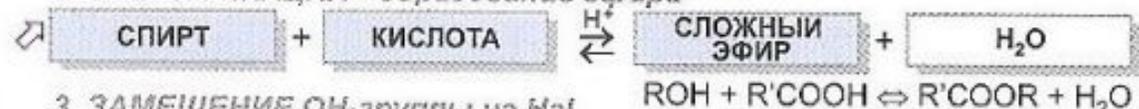
Спирты

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

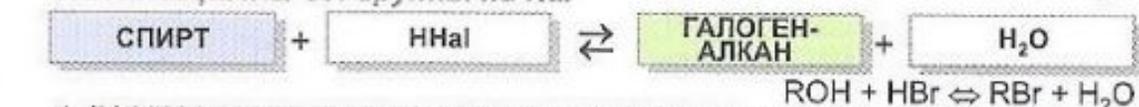
1. ЗАМЕЩЕНИЕ H в OH-группе на активный Me



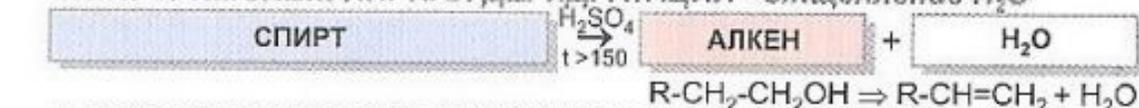
2. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование эфира



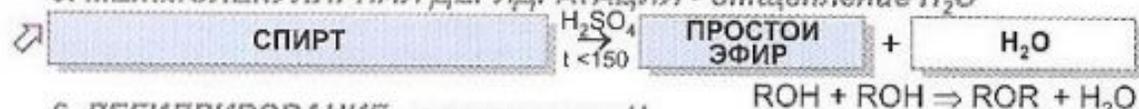
3. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal



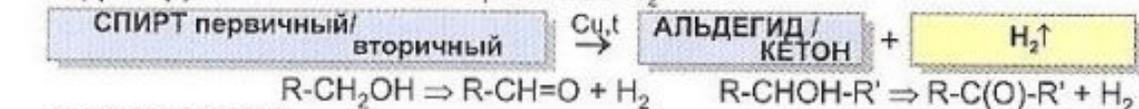
4. ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H₂O



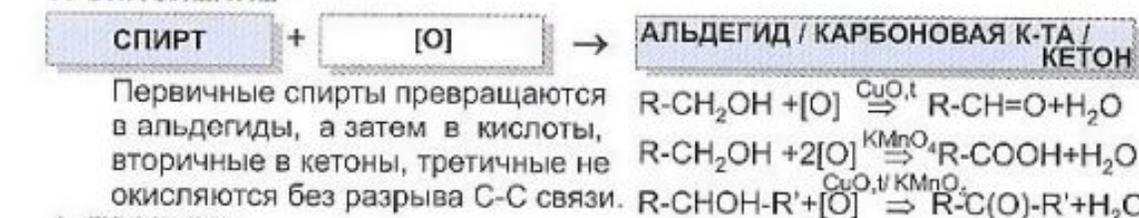
5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H₂O



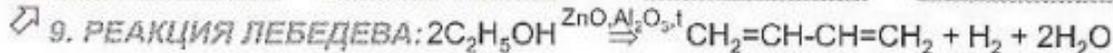
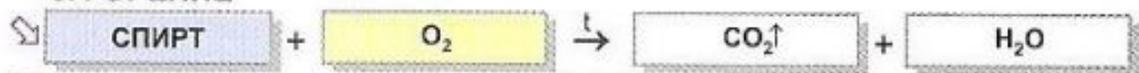
6. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H₂



7. ОКИСЛЕНИЕ



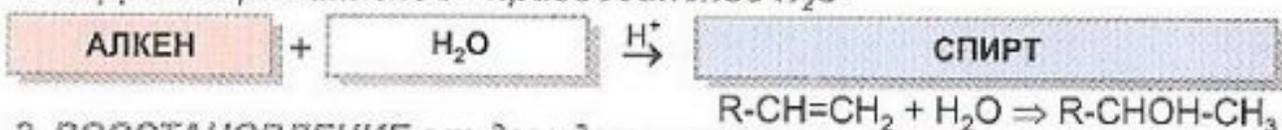
8. ГОРЕНИЕ



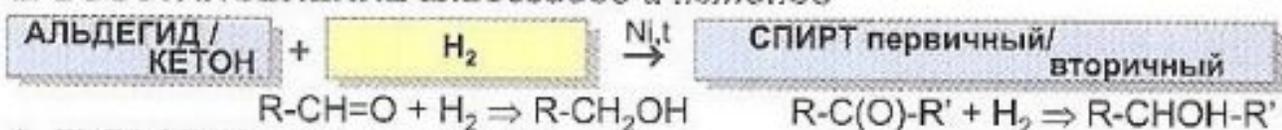
10. КАЧЕСТВЕННАЯ реакция на МНОГОАТОМНЫЕ спирты с OH-группами у соседних C-атомов: $R-CHOH-CHOH-R' + Cu(OH)_2 \Rightarrow$ синий p-p

ПОЛУЧЕНИЕ

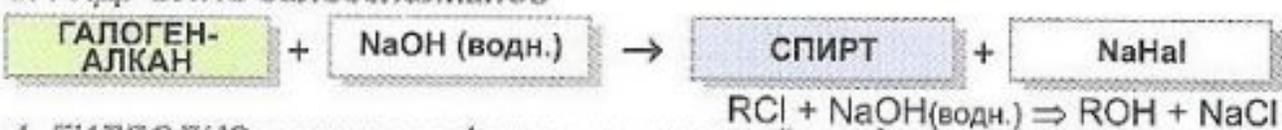
1. ГИДРАТАЦИЯ алкенов - присоединение H₂O



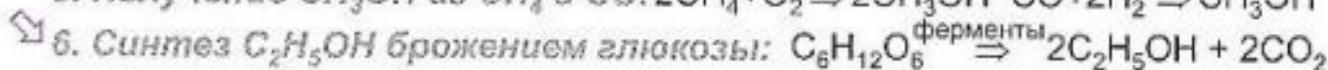
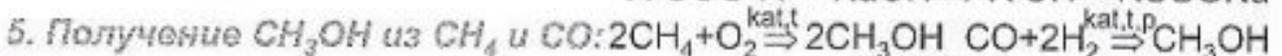
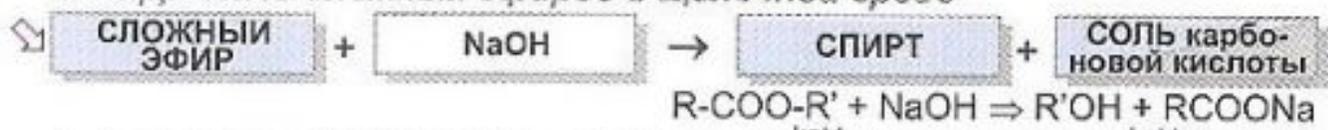
2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ альдегидов и кетонов



3. ГИДРОЛИЗ галогеналканов



4. ГИДРОЛИЗ сложных эфиров в щелочной среде



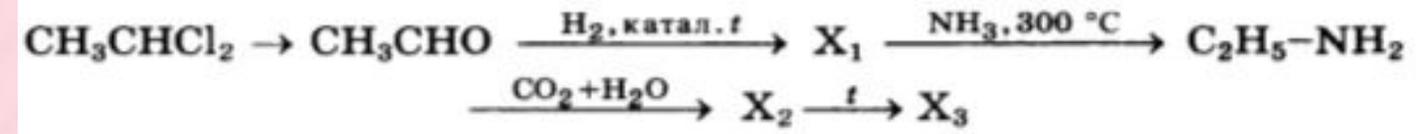
Хим свойства диенов

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

Получение диенов

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

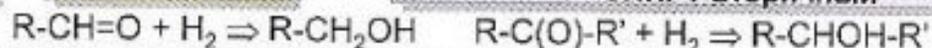
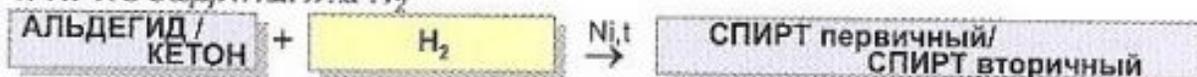
. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



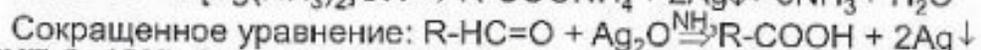
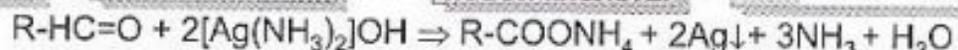
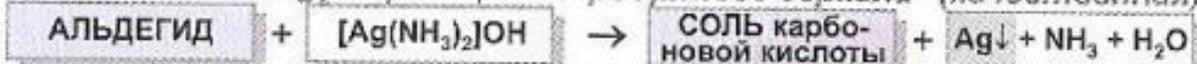
Альдегиды, кетоны

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

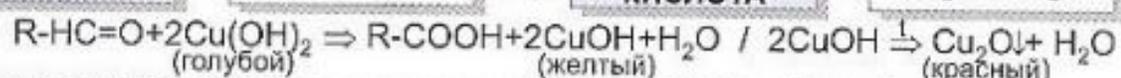
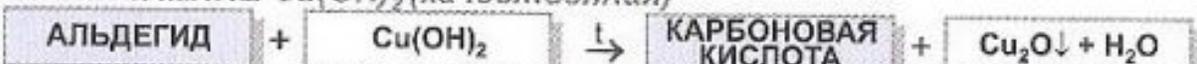
1. ПРИСОЕДИНЕНИЕ H_2



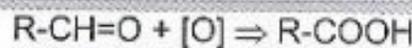
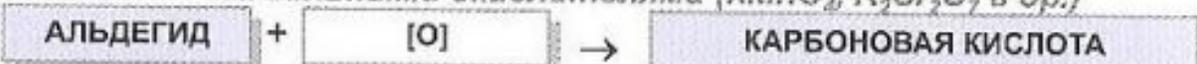
2. ОКИСЛЕНИЕ Ag_2O - реакция "серебряного зеркала" (качественная)



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



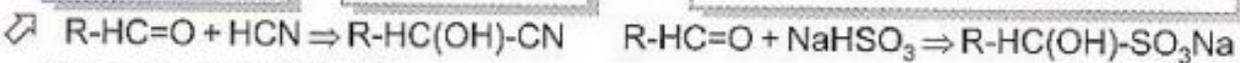
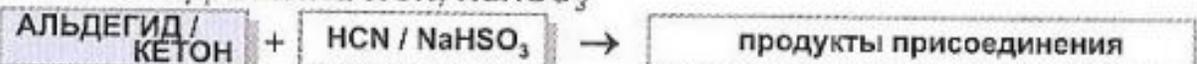
4. ОКИСЛЕНИЕ сильными окислителями ($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ и др.)



5. ЗАМЕЩЕНИЕ O-атома на 2 атома Hal



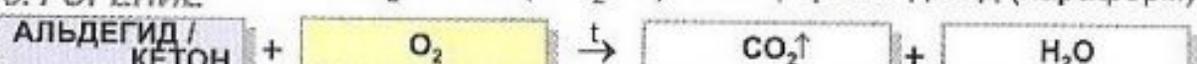
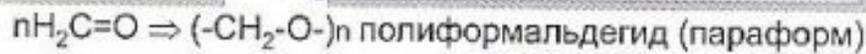
6. ПРИСОЕДИНЕНИЕ HCN , $NaHSO_3$



7. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



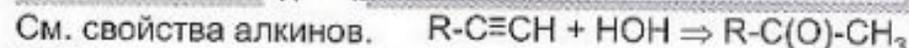
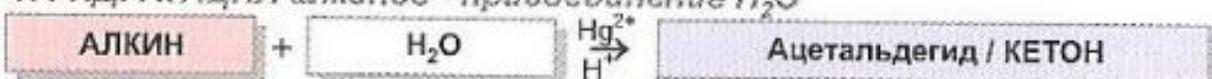
8. ГОРЕНИЕ



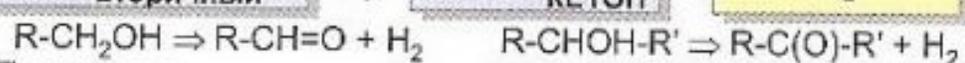
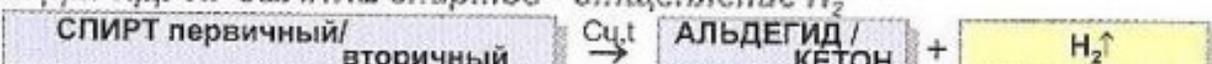
9. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ формальдегида и фенола: см. свойства фенола.

ПОЛУЧЕНИЕ

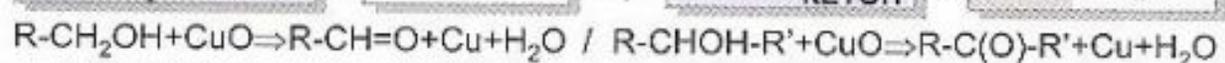
1. ГИДРАТАЦИЯ алкинов - присоединение H_2O



2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ спиртов - отщепление H_2



3. ОКИСЛЕНИЕ спиртов



4. ГИДРОЛИЗ дигалогеналканов



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

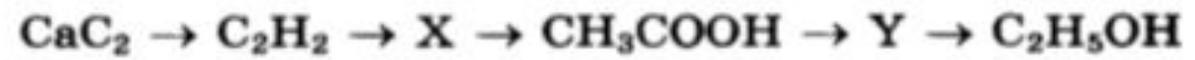
5. ПОЛУЧЕНИЕ $H_2C=O$ окислением CH_4 : $CH_4 + O_2 \xrightarrow{kat, t} H_2C=O + H_2O$

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

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

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

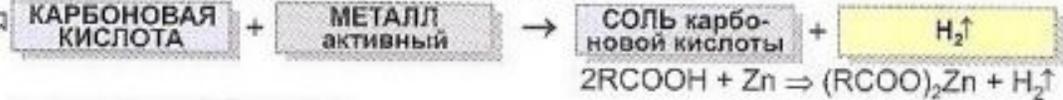
Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.



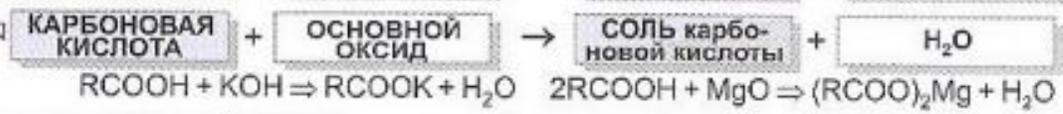
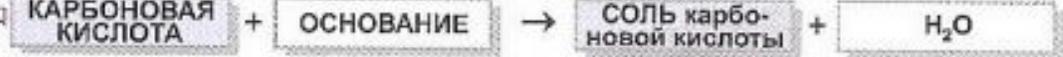
Карбоновые кислоты

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

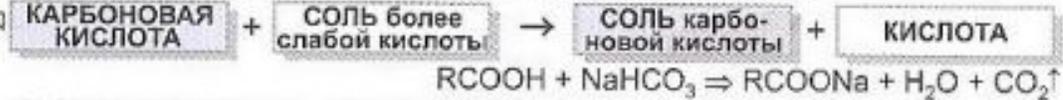
1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с активными Me



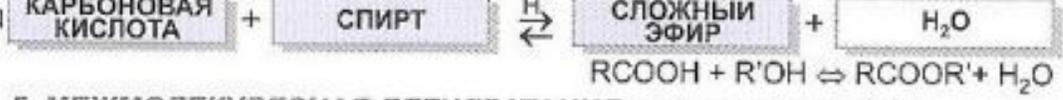
2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с основаниями и основными оксидами



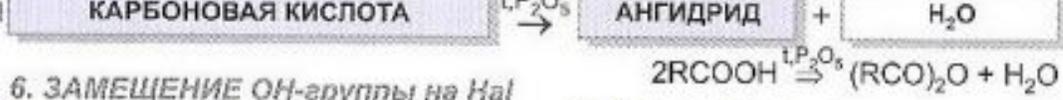
3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с солями более слабых кислот



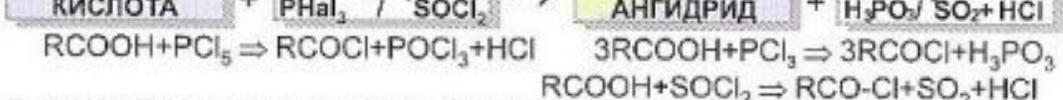
4. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование сложного эфира



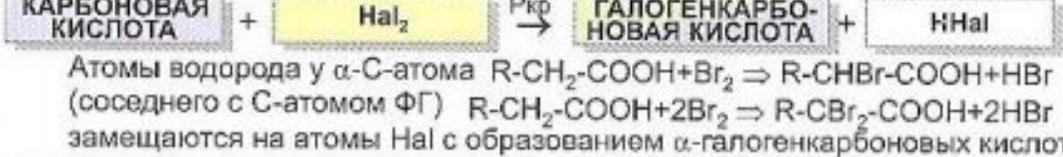
5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H₂O



6. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal



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



8. ГОРЕНИЕ

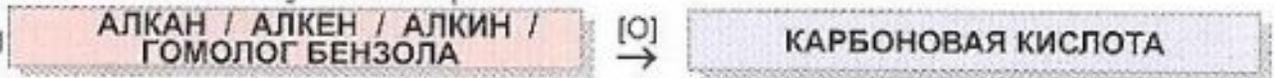


9. ВОССТАНОВЛЕНИЕ: RCOOH + 4[H] $\xrightarrow{Li[AlH_4]}$ RCH₂OH + H₂O

Карбоновые кислоты

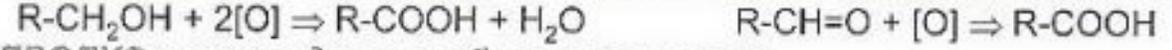
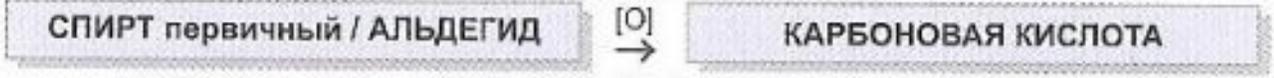
ПОЛУЧЕНИЕ

1. ОКИСЛЕНИЕ углеводов

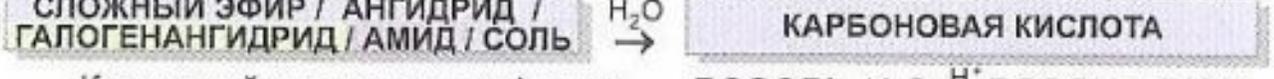


Алканы окисляются с катализаторами с образованием смеси карбоновых кислот. Окисление остальных углеводородов - см. св-ва алкенов, алкинов, аренов.

2. ОКИСЛЕНИЕ первичных спиртов, альдегидов

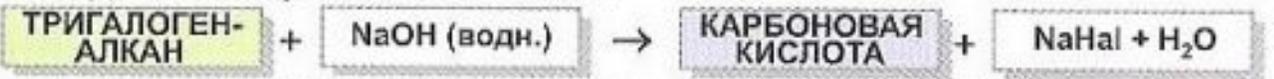


3. ГИДРОЛИЗ производных карбоновых кислот

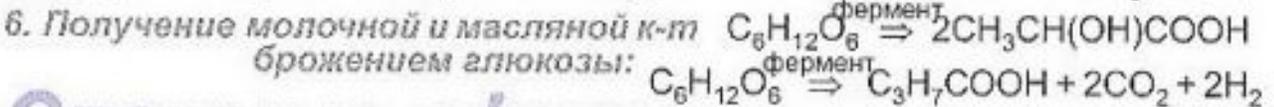
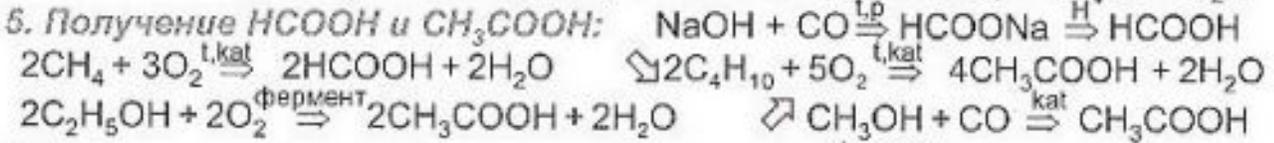


Кислотный гидролиз сл. эфиров: $RCOOR' + H_2O \xrightarrow{H^+} RCOOH + R'OH$
 Щелочной гидролиз сл. эфиров: $RCOOR' + KOH \rightarrow RCOOK + R'OH$
 Гидролиз ангидридов: $(RCO)_2O + H_2O \rightarrow 2RCOOH$
 Гидролиз галогенангидридов: $RC(O)Cl + H_2O \rightarrow RCOOH + HCl$
 Гидролиз амидов: $RC(O)NH_2 + H_2O + HCl \rightarrow RCOOH + NH_4Cl$
 Гидролиз солей карбоновых кислот: $RCOOK + HCl \rightarrow RCOOH + KCl$

4. ГИДРОЛИЗ тригалогеналканов



Тригалогеналкан должен содержать все три атома Hal у одного C-атома.
 $R-CCl_3 + 3NaOH(\text{водн.}) \rightarrow R-COOH (R-COONa) + 3NaCl + H_2O$



Сложные эфиры

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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

Реакция этерификации, взаимодействие:

ПОЛУЧЕНИЕ

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