

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

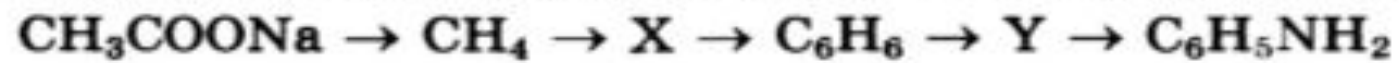
Решение 33 задания

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!

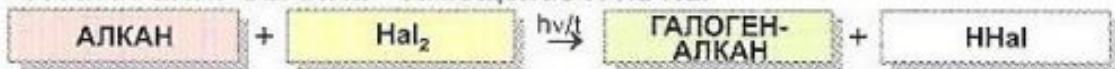
Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.



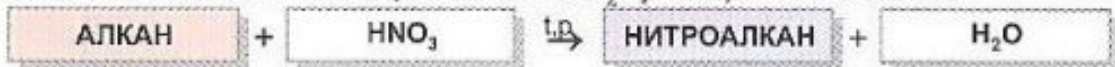
Алканы

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

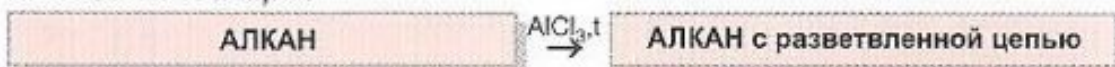
1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal



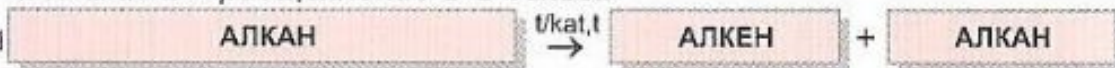
2. НИТРОВАНИЕ - замещение H на NO₂ - реакция Коновалова



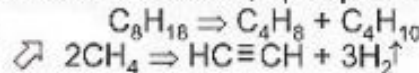
3. ИЗОМЕРИЗАЦИЯ



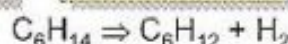
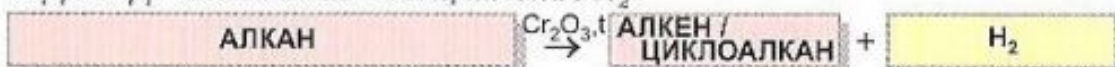
4. КРЕКИНГ - расщепление C-C-связей



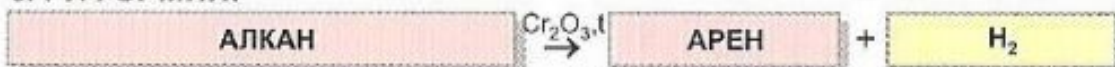
Образуются алкены и алканы с меньшим числом C-атомов, при крекинге CH₄, C₂H₆ и C₃H₈ образуются C₂H₂ и H₂.



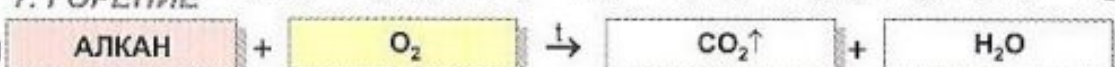
5. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H₂



6. РИФОРМИНГ

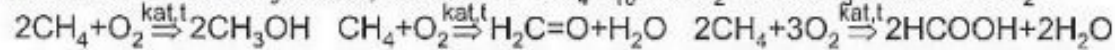


7. ГОРЕНИЕ C₆H₁₄ ⇒ C₆H₆(бензол) + 4H₂ C₇H₁₆ ⇒ C₆H₅-CH₃(толуол) + 4H₂



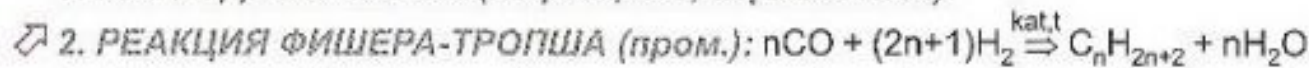
8. КОНВЕРСИЯ, ПИРОЛИЗ метана: CH₄ + H₂O $\xrightarrow{\text{kat}, t}$ CO↑ + 3H₂↑ CH₄ \xrightarrow{t} C + 2H₂↑

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

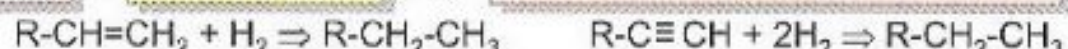
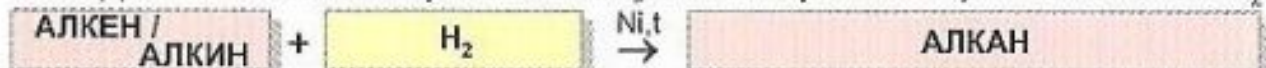


ПОЛУЧЕНИЕ

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



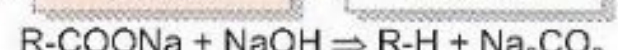
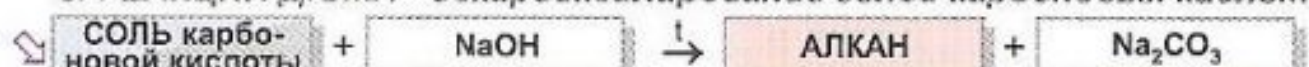
3. ГИДРИРОВАНИЕ непредельных углеводородов - присоединение H₂



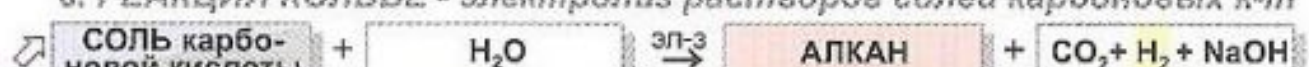
4. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА



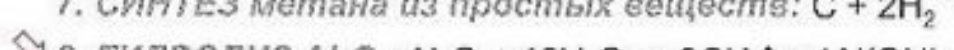
5. РЕАКЦИЯ ДЮМА - декарбосилирование солей карбоновых кислот



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



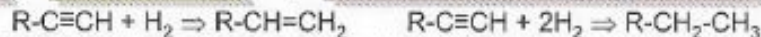
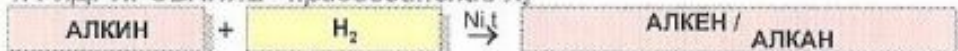
7. СИНТЕЗ метана из простых веществ: C + 2H₂ $\xrightarrow{\text{kat}, t, p}$ CH₄



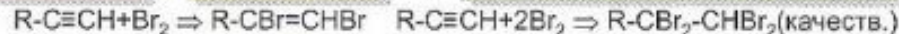
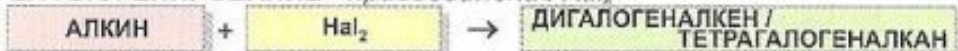
Алкины

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. ГИДРИРОВАНИЕ - присоединение H₂



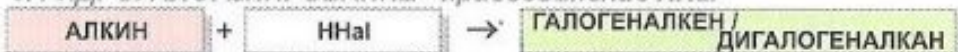
2. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - присоединение Hal₂



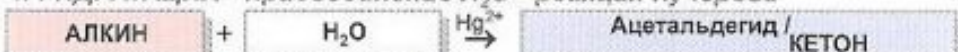
ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА

При присоединении молекул HHal или H₂O 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

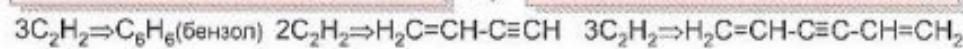


4. ГИДРАТАЦИЯ - присоединение H₂O - реакция Кучерова



При гидратации C₂H₂ образуется ацетальдегид CH₃-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

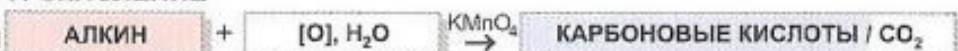


6. Образование ацетиленидов - КИСЛОТНЫЕ СВОЙСТВА



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

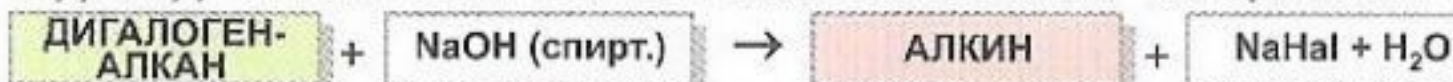
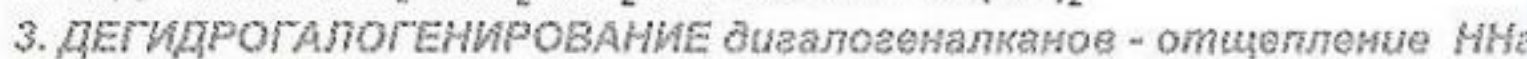
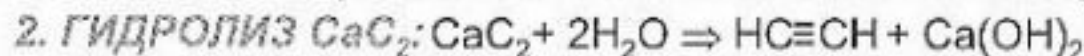
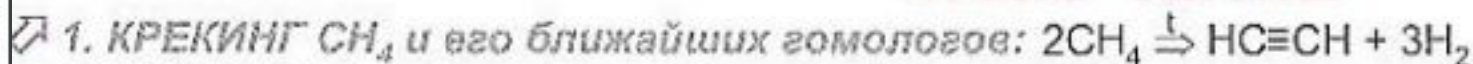


Разрывается тройная связь и образуются карбоновые кислоты или CO₂ (если связь в конце цепи). $\text{R-C}\equiv\text{C-R}' + 3[\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{R-COOH} + \text{R}'\text{-COOH}$

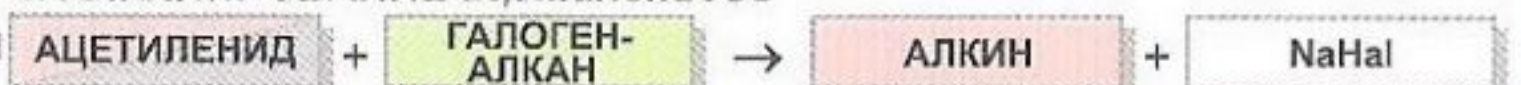
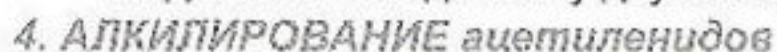
8. ГОРЕНИЕ



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

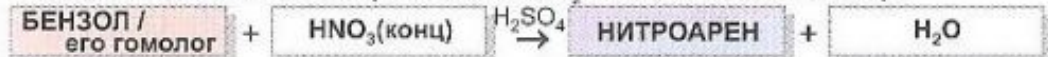
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

1. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H на Hal в бензольном кольце



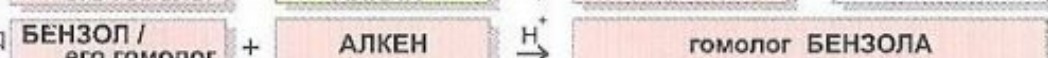
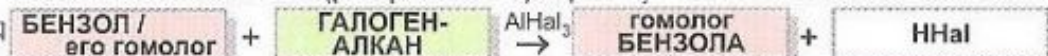
У гомологов бензола замещается H-атом у того C-атома, который находится в орто-(2,6) или пара-(4) положениях по отношению к боковой цепи.
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl} + \text{HCl}$
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3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

2. НИТРОВАНИЕ - замещение H на NO₂ в бензольном кольце



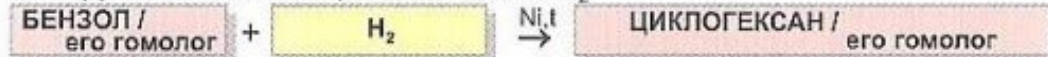
См. описание реакции 1. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

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



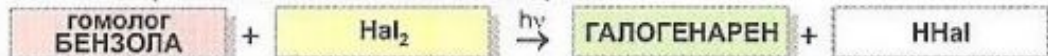
$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{HCl}$
 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_3\text{C=CH}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5$
См. описание реакции 1. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(CH}_3)_2$

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



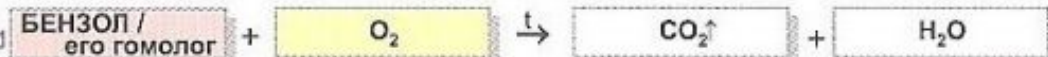
Замещается H-атом у того C-атома, который непосредственно связан с бензольным кольцом.
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CHCl-CH}_3 + \text{HCl}$

6. ОКИСЛЕНИЕ

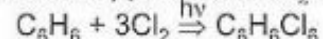


Гомологи бензола окисляют-ся, если есть хотя бы один атом H у α-C-атома (связанного с кольцом). α-C-атом окисляется до -COOH, а остальная боковая цепь до CO₂ и H₂O (в нейтральной среде образуется соль кислоты и карбонат).
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5 + 6[\text{O}] \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}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

7. ГОРЕНИЕ



8. ПРИСОЕДИНЕНИЕ Cl₂ к бензолу (получение гексахлорциклогексана):

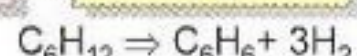
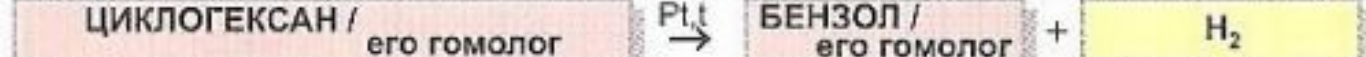


ПОЛУЧЕНИЕ

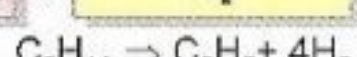
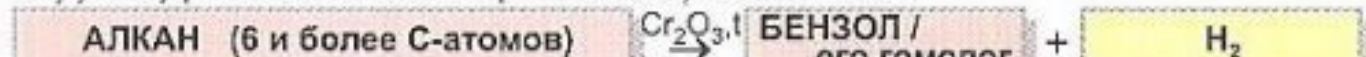
ПОЛУЧЕНИЕ

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

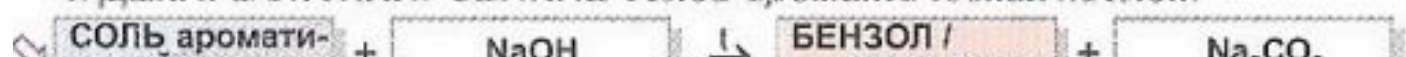
2. ДЕГИДРИРОВАНИЕ циклических углеводородов - отщепление H₂



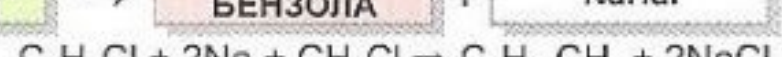
3. ДЕГИДРИРОВАНИЕ и ЦИКЛИЗАЦИЯ алканов



4. ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ солей ароматических кислот



5. РЕАКЦИЯ ВЮРЦА-ФИТТИГА

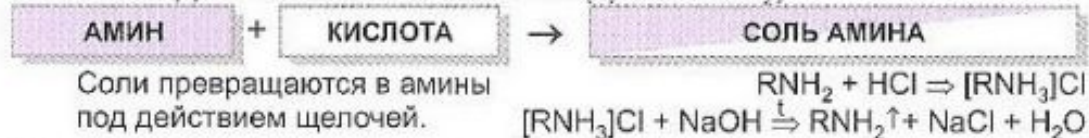


6. АЛКИЛИРОВАНИЕ бензола и его гомологов - см. свойства аренов (3)

Амины

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

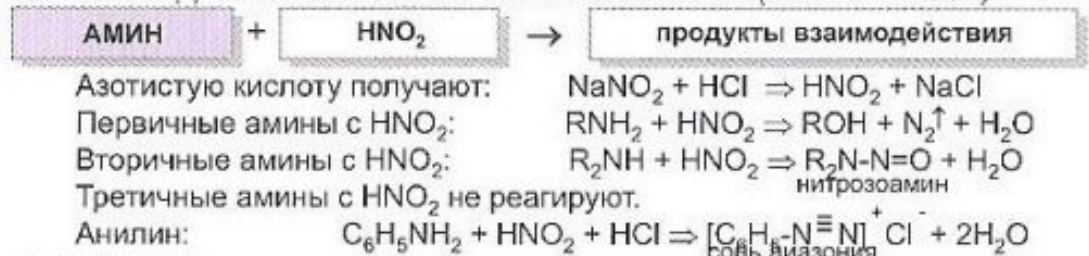
1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КИСЛОТАМИ (кроме HNO_3)



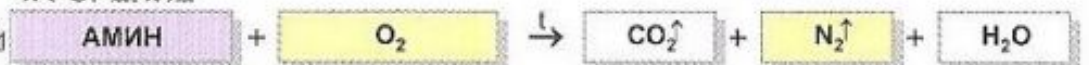
2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аминов



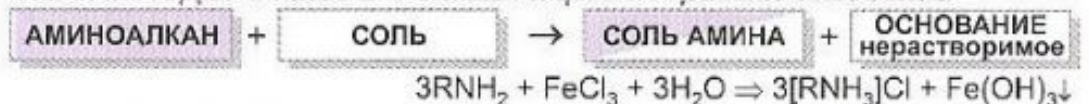
3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С АЗОТИСТОЙ КИСЛОТОЙ (качественная)



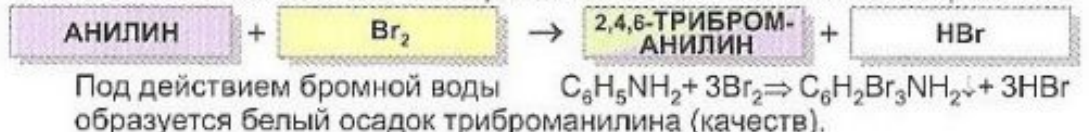
4. ГОРЕНИЕ



5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С СОЛЯМИ нерастворимых оснований



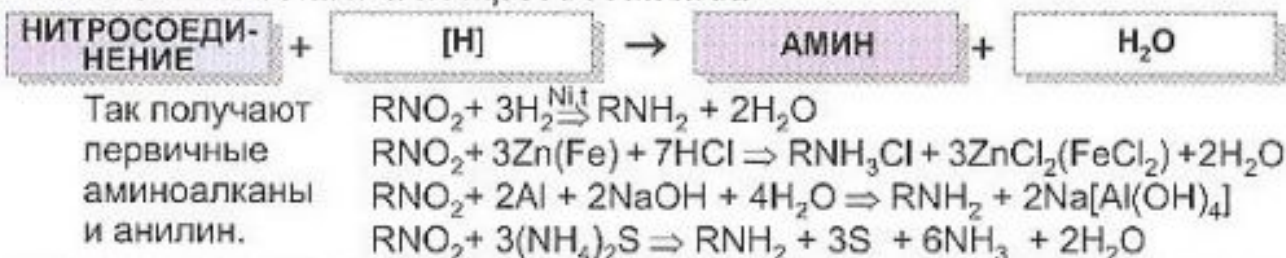
6. ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ - замещение H-ат. бензольного кольца на Hal



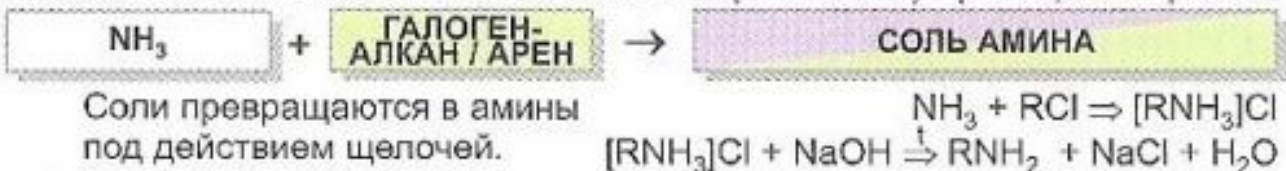
7. ОКИСЛЕНИЕ анилина (кач.): $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CaOCl}_2 \Rightarrow$ фиолетовый раствор

ПОЛУЧЕНИЕ

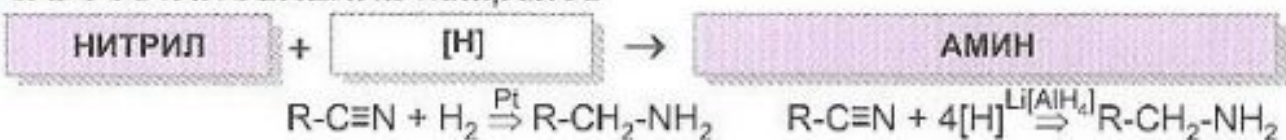
1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитросоединений



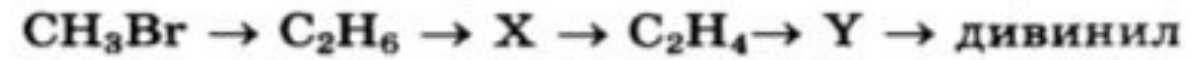
2. АЛКИЛИРОВАНИЕ аммиака и аминов (см. выше) - реакция Гофмана



3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ нитрилов



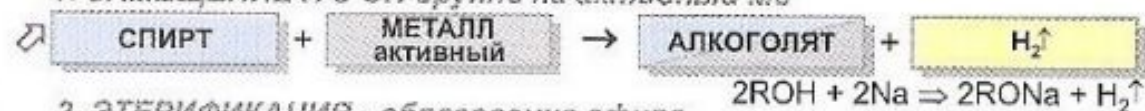
Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.



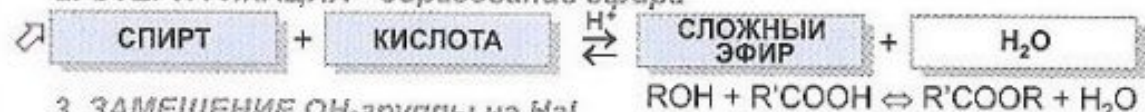
Спирты

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

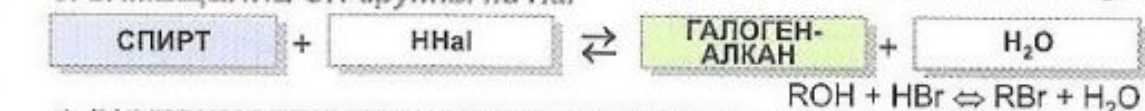
1. ЗАМЕЩЕНИЕ H в OH-группе на активный Me



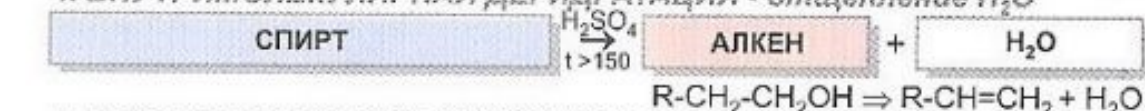
2. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование эфира



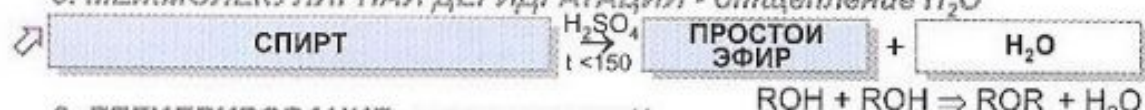
3. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal



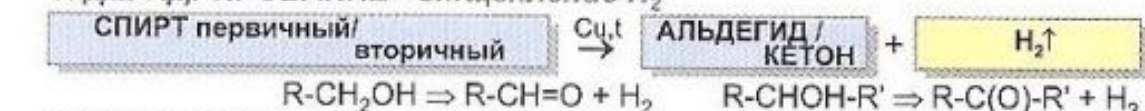
4. ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H₂O



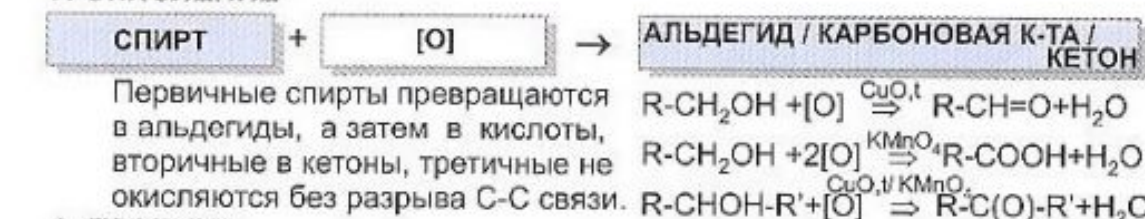
5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H₂O



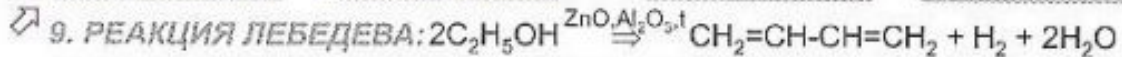
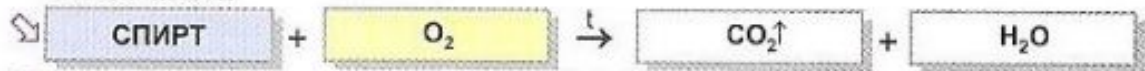
6. ДЕГИДРИРОВАНИЕ - отщепление H₂



7. ОКИСЛЕНИЕ



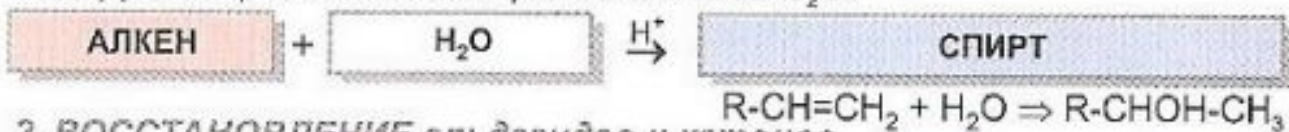
8. ГОРЕНИЕ



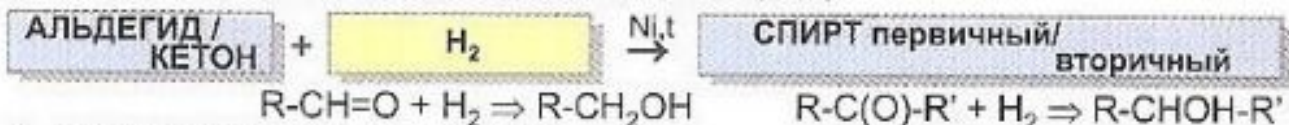
10. КАЧЕСТВЕННАЯ реакция на МНОГОАТОМНЫЕ спирты с OH-группами у соседних C-атомов: $R-CHOH-CHOH-R' + Cu(OH)_2 \Rightarrow$ синий p-p

ПОЛУЧЕНИЕ

1. ГИДРАТАЦИЯ алкенов - присоединение H₂O



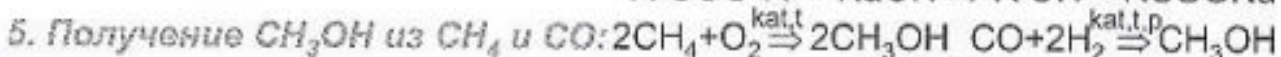
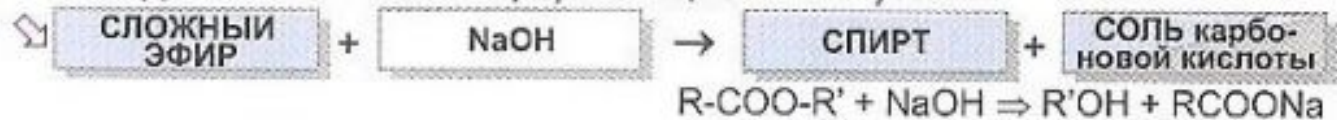
2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ альдегидов и кетонов



3. ГИДРОЛИЗ галогеналканов



4. ГИДРОЛИЗ сложных эфиров в щелочной среде



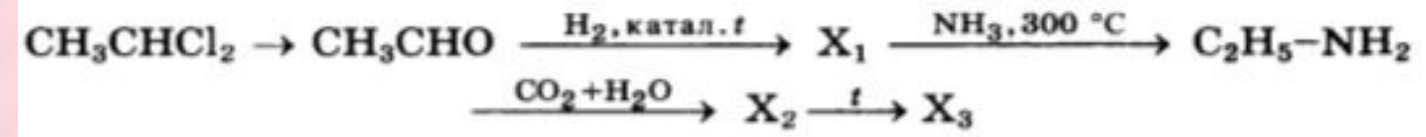
Хим свойства диенов

- 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:



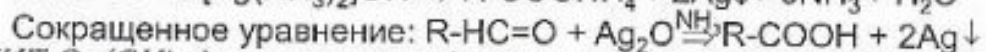
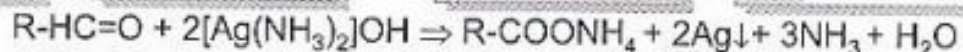
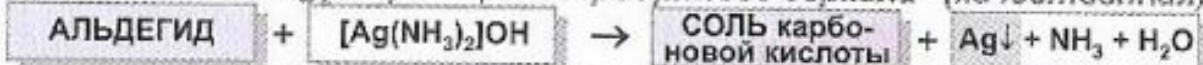
Альдегиды, кетоны

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

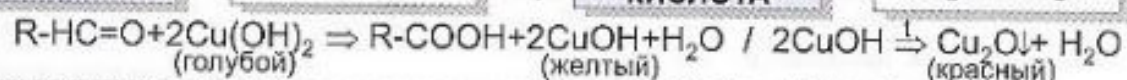
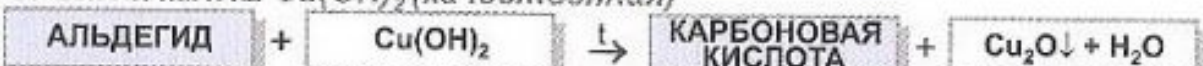
1. ПРИСОЕДИНЕНИЕ H_2



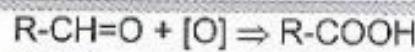
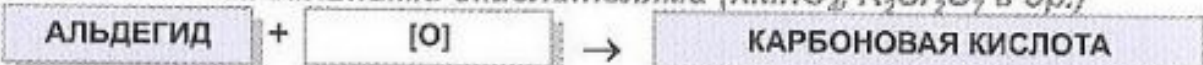
2. ОКИСЛЕНИЕ Ag_2O - реакция "серебряного зеркала" (качественная)



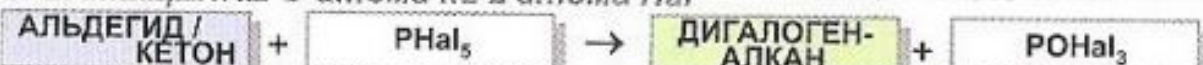
3. ОКИСЛЕНИЕ $Cu(OH)_2$ (качественная)



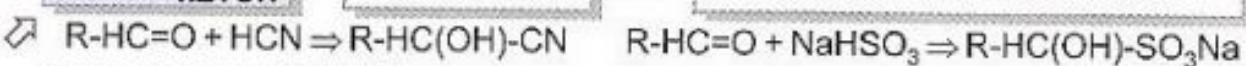
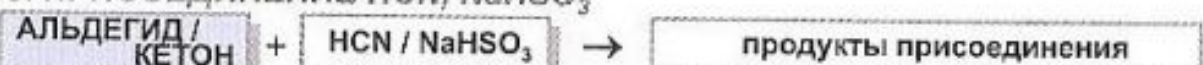
4. ОКИСЛЕНИЕ сильными окислителями ($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ и др.)



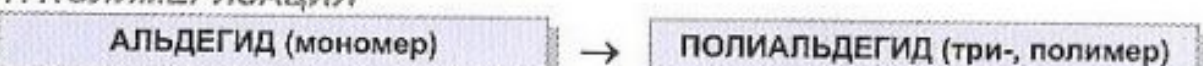
5. ЗАМЕЩЕНИЕ O-атома на 2 атома Hal



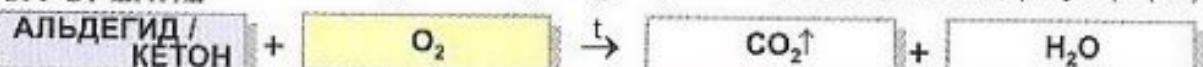
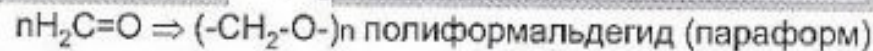
6. ПРИСОЕДИНЕНИЕ HCN , $NaHSO_3$



7. ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



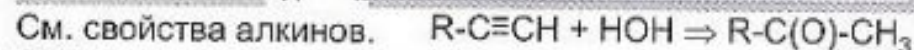
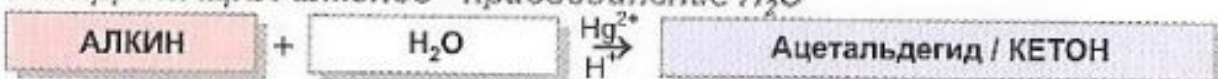
8. ГОРЕНИЕ



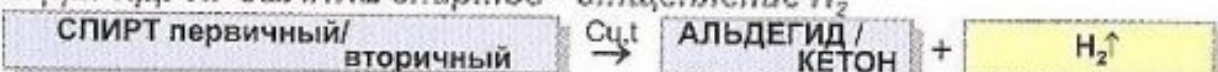
9. ПОЛИКОНДЕНСАЦИЯ формальдегида и фенола: см. свойства фенола.

ПОЛУЧЕНИЕ

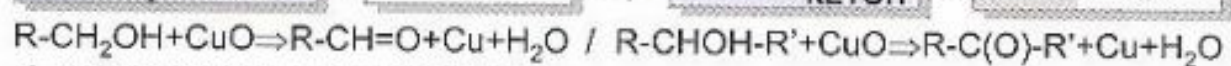
1. ГИДРАТАЦИЯ алкинов - присоединение H_2O



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

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

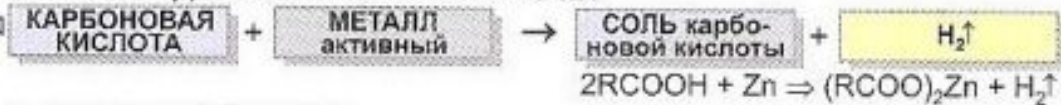
Напишите уравнения реакций следующих последовательных превращений. Укажите условия протекания реакций.



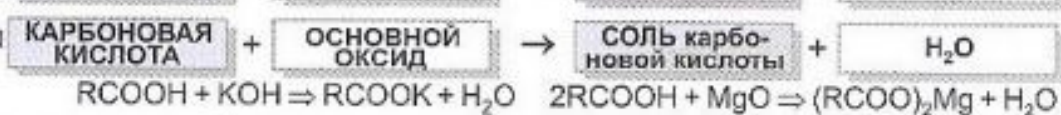
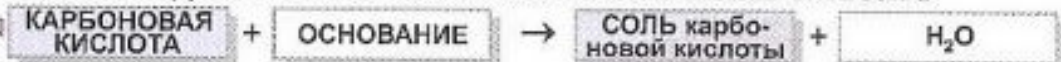
Карбоновые кислоты

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

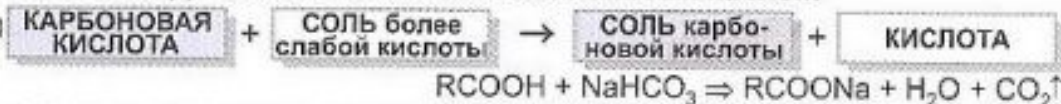
1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с активными Me



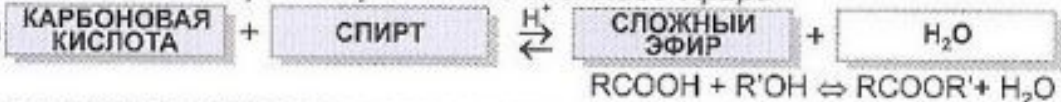
2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с основаниями и основными оксидами



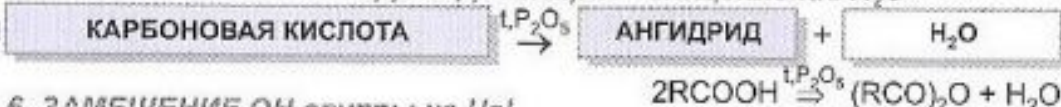
3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ с солями более слабых кислот



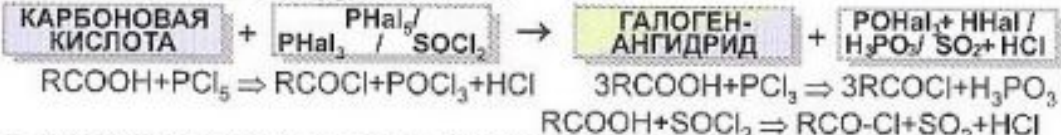
4. ЭТЕРИФИКАЦИЯ - образование сложного эфира



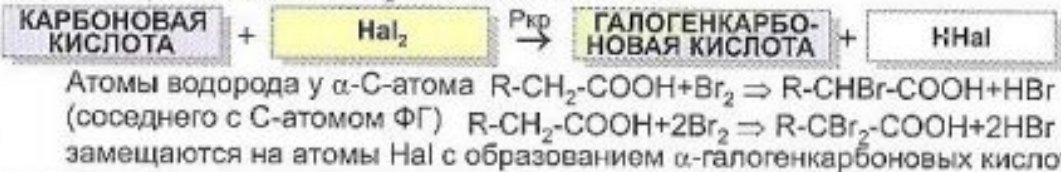
5. МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ - отщепление H₂O



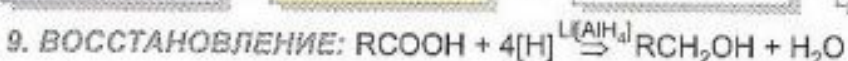
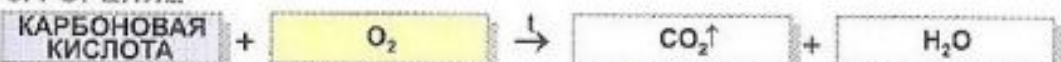
6. ЗАМЕЩЕНИЕ OH-группы на Hal



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



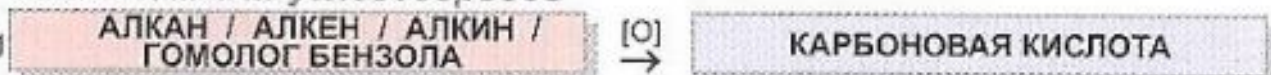
8. ГОРЕНИЕ



Карбоновые кислоты

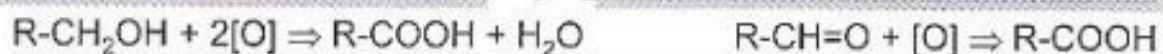
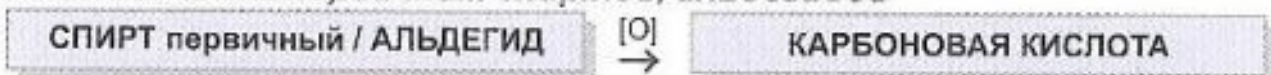
ПОЛУЧЕНИЕ

1. ОКИСЛЕНИЕ углеводов

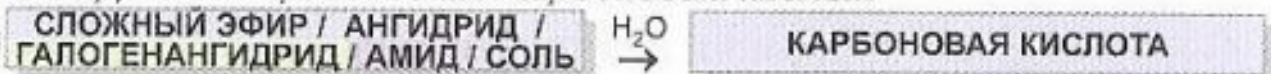


Алканы окисляются с катализаторами с образованием смеси карбоновых кислот. Окисление остальных углеводородов - см. св-ва алкенов, алкинов, аренов.

2. ОКИСЛЕНИЕ первичных спиртов, альдегидов



3. ГИДРОЛИЗ производных карбоновых кислот



Кислотный гидролиз сл. эфиров: $\text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{RCOOH} + \text{R}'\text{OH}$

Щелочной гидролиз сл. эфиров: $\text{RCOOR}' + \text{KOH} \Rightarrow \text{RCOOK} + \text{R}'\text{OH}$

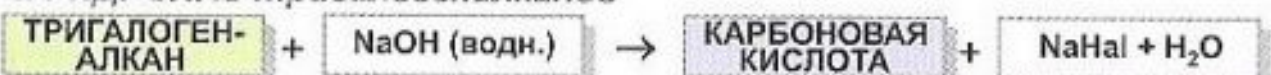
Гидролиз ангидридов: $(\text{RCO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{RCOOH}$

Гидролиз галогенангидридов: $\text{RC(O)Cl} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{RCOOH} + \text{HCl}$

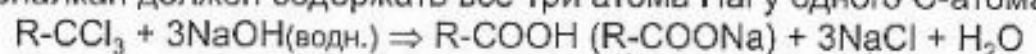
Гидролиз амидов: $\text{RC(O)NH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \Rightarrow \text{RCOOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$

Гидролиз солей карбоновых кислот: $\text{RCOOK} + \text{HCl} \Rightarrow \text{RCOOH} + \text{KCl}$

4. ГИДРОЛИЗ тригалогеналканов



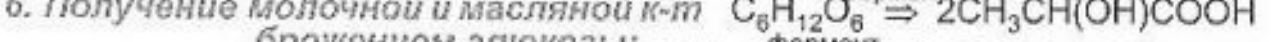
Тригалогеналкан должен содержать все три атома Hal у одного C-атома.



5. Получение HCOOH и CH₃COOH: $\text{NaOH} + \text{CO} \xrightarrow{\text{t, p}} \text{HCOONa} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{HCOOH}$



6. Получение молочной и масляной к-т брожением глюкозы: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{фермент}} 2\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$



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: $R-C(O)-Cl + R'ONa \Rightarrow RCOOR' + NaCl$