
УЧЕБНИК

ПО ХИМИЯ

ЗА КАНДИДАТ-СТУДЕНТИ

ПО МЕДИЦИНА, СТОМАТОЛОГИЯ И ФАРМАЦИЯ

ОРГАНИЧНА ХИМИЯ

Авторски колектив
от катедра „Химия и биохимия“
при Медицински университет – София

РЕГАЛИЯ 6

На вниманието на кандидат-студентите по медицина, стоматология и фармация се предлага учебник за подготовка по органична химия, написан от дългогодишни и опитни преподаватели към Катедра „Химия и биохимия“ в МУ – София. Авторите са събрали на едно място и в достатъчен обем необходимия за конкурсния изпит материал по органична химия, разпръснат иначе в множество учебници. Учебникът ще бъде полезен при решаването на логически задачи. Научният редактор се е постарал, доколкото е възможно, темите да са максимално съобразени с условията на задачите за конкурсния изпит по химия, публикувани в разпространявания от Ректората на МУ – София, „Сборник от задачи за кандидатстудентски изпит по химия“. За целта той е допълвал, където трябва, материала с подходящи примери.

Искрено вярвам, че учебникът ще бъде ценно помагало и за чуждестранните кандидат-студенти в МУ – София, преминаващи подготовка по химия в нашата Катедра.

Проф. д-р *В. Митев*, дбн,
ръководител на Катедра „Химия и биохимия“
към Медицинския факултет при МУ – София

Регалия 6
тел. **979-38-42**
www.regalia6.com
e-mail: **regalia@abv.bg**

Трето преработено издание

Научен редактор Мариан Николов

© Мариан Николов, Радка Томова, Иван Иванов, Цонка Цанова,
Мариана Матова, Мария Георгиева, Стефан Петров, 2004 г., 2016 г., 2022 г.

© „Регалия 6“, 2004 г., 2016 г., 2022 г.

ISBN 978-954-745-356-2

Щастието помага само на подготвения ум.
Луи Пастър

ПРЕДГОВОР КЪМ ТРЕТОТО ИЗДАНИЕТО

През 2022 г. кандидатстудентските изпити за МУ - София се проведоха по нов начин, в съгласие с излезлия през 2021 г. нов „Сборник с примерни тестови въпроси и задачи по химия и биология за кандидат-студенти“ на Медицински университет – София. Това наложи преработка и допълване на изданието с подходящи примери на темите по органична химия.

Целта на учебника е да помогне на кандидат-студентите по медицина, дентална медицина и фармация при решаването на тестовите въпроси от затворен и отворен тип, както и на новия тип задачи.

София, 2022 г.

От редактора

ПРЕДГОВОР

Настоящият учебник е продължение на издадения вече „Учебник по химия за кандидат-студенти. Обща и неорганична химия“. Включва теоретичен материал по органична химия и е предназначен за подготовка на кандидат-студентите по медицина, стоматология и фармация. Написан е въз основа на одобрените от МОН учебници по „Химия и опазване на околната среда“ за гимназиалния курс, като са взети предвид изискванията за кандидатстудентските изпити по химия в медицинските университети в страната. Заедно с вече излезлия „Учебник по химия за кандидат-студенти. Обща и неорганична химия“ заместват многото гимназиални учебници, всеки от които дава необходими, но недостатъчни знания. По този начин авторите желаят да помогнат на кандидат-студентите, като им предлагат всичко необходимо, за да се справят успешно с кандидатстудентския изпит. От тях се изисква да развият тема и да решат няколко сравнително трудни логически задачи върху материал от неорганична и органична химия в изпитна обстановка. Не трябва да се забравя, че строго разграничаване на задачите на чисто неорганични и органични не е възможно. Много често примерите, използвани в общата и неорганична химия, са взети от подходящи места в органичната химия и обратно. Това означава, че подготовката наистина трябва да е всеобхватна и задълбочена.

Друга цел на учебника е да подпомогне чуждестранните кандидат-студенти към МУ – София. В рамките на подготвителния курс те трябва да придобият достатъчно

познания по химия на български език, за да издържат изпитния тест. Тези знания ще са им от полза и като студенти – първокурсници, за да се справят по-лесно с предмета химия, който е основа на други дисциплини, изучавани в Медицинския университет.

Авторският колектив, както и на учебника по обща и неорганична химия, е от преподаватели в Катедра „Химия и биохимия“ в Медицинския факултет на МУ – София, с дългогодишен опит в преподаването и оценяването по химия. Авторите споделят горепосочената мисъл на Луи Пастър – професор по химия, с основополагащ принос в областта на медицината, наречен „благодетел на човечеството“. Ние вярваме, че кандидат-студентите, които подготвят достатъчно ума си, ще се поздравят с успех и впоследствие ще бъдат наши студенти – медици, стоматолози и фармацевти, с които ще поемем заедно по нелекия път на познанието!

София

Авторите

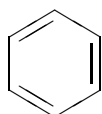
ТЕОРИЯ ЗА СТРОЕЖА НА ХИМИЧНИТЕ СЪЕДИНЕНИЯ. СТРУКТУРНА ТЕОРИЯ

КЛАСИФИКАЦИЯ И НАИМЕНОВАНИЯ НА ОРГАНИЧНИТЕ СЪЕДИНЕНИЯ

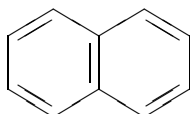


Огромното многообразие на органичните съединения се дължи на способността на въглеродния атом да образува най-разнообразни вериги чрез ковалентни прости σ -връзки и сложни π -връзки.

Според съвременната класификация органичните съединения се делят на две големи групи: **ациклени (алифатни, мастни)** и **циклени (пръстенни)**. В зависимост от съдържанието на прости и сложни връзки в молекулите на тези основни групи съединения те се делят на **наситени** – само с прости връзки, и **ненаситени** – съдържащи и сложни двойни или тройни връзки. Пръстенните съединения от своя страна се делят на **карбоциклени** и **хетероциклени**. Първите съдържат в пръстена само въглеродни атоми, а вторите съдържат още и азотни, серни или кислородни атоми. Карбоциклените съединения се делят на **ароматни**, съдържащи едно или повече бензенови ядра, и **алициклени** – несъдържащи бензенови ядра.

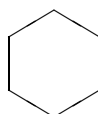


бензен



нафтален

а)



циклохексан



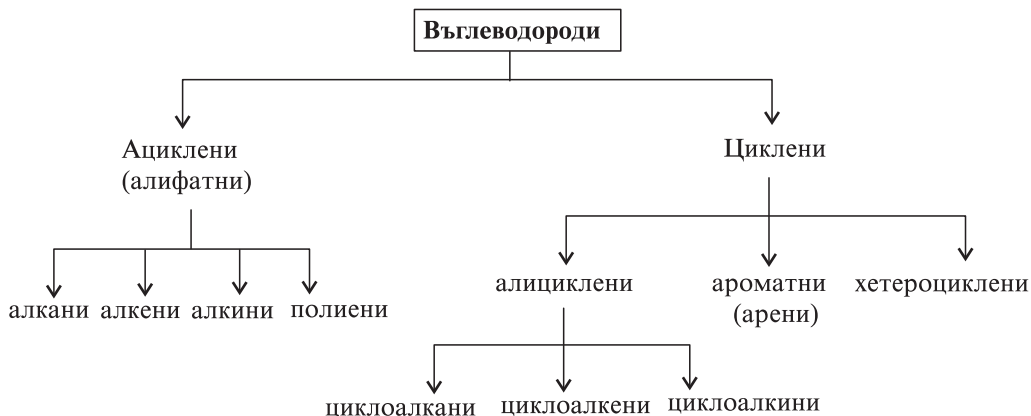
циклопентан

б)

Фиг. 1. Пръстенни съединения: а) ароматни; б) алициклени

Всяка от изброените групи органични съединения се класифицира по-нататък въз основа на съдържащите се специфични атомни групи с определен химичен характер, наречени още **функционални групи**. Най-простите представители на органичните съединения са тези, изградени от въглерод и водород – наречени **въглеводороди**. Те са най-простите по състав органични съединения. Изградени са само от въглеродни и водородни атоми. Всички останали органични съединения могат да се разглеждат като произлезли от тях. Като се заместват водородни атоми със съответни функционални групи, се получават **производни на въглеводородите**. Всички органични съединения могат да бъдат разгледани като съставени от някакъв въглеводороден остатък + функционална група.

Въглеводородите и техните производни с една и съща функционална група образуват **хомоложни редове**. Това са дълги редове от вещества, в които два последователни члена се различават с една метиленова група: >CH_2 . Членовете на един хомоложен ред се наричат **хомолози**. Те имат сходен строеж и химични свойства, а физичните им свойства се променят плавно с нарастване на молекулната им маса.



Класификация на въглеводородите

Алкани

Това са наситени въглеводороди, парафини. При тях всеки С-атом е свързан с четири прости σ -връзки с други атоми. Наименованието **парафини** произлиза от латинското „*parum affinis*“ – малко сродство, т.е. с малка химична активност.

Алканите образуват хомоложен ред с обща формула $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, където $n = 1, 2, 3, \dots$

CH_4 **метан**

C_2H_6 или $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ **етан**

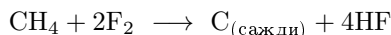
C_3H_8 или $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ **пропан**

C_4H_{10} или $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ **бутан**

C_5H_{12} или $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ **пентан**

C_6H_{14} или $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ **хексан**

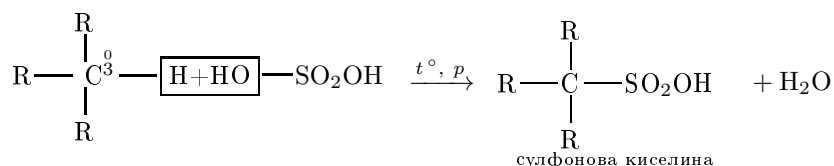
Бромирането протича аналогично, но по-бавно. Флуорни производни не могат да се получат пряко от F_2 и алкан, защото флуорът е много активен и разлага с взрив алканите:



По тази причина за получаване на флуорни производни се използват други методи. Йодни производни не се получават директно, поради слабата активност на йода, а по други методи (виж темата „Халогенопроизводни“).

2. Със сярна киселина (сулфониране)

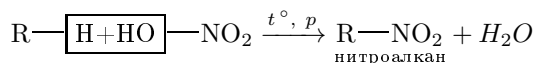
Реакцията се провежда при висока температура с димяща H_2SO_4 . Най-лесно протича при $\overset{0}{3}$ или $\overset{0}{2}$ въглеродни атоми, като водородните атоми се заместват със сулфогрупа ($-SO_2OH$):



Получените съединения се наричат сулфонови киселини. Използват се за получаване на повърхностно активни вещества.

3. С азотна киселина (нитриране)

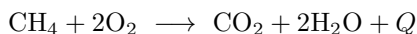
Реакцията се провежда с 12% HNO_3 при нагриване и под налягане.



Заместителните реакции протичат най-лесно при третичен въглероден атом, по-трудно при вторичен и най-трудно при първичен: правило при ВРЗ.

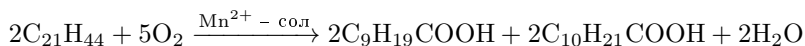
4. С кислород (окисление)

При ниски температури алканите са устойчиви дори и при наличие на силни окислителни. При по-висока температура те се запалват и се получават CO_2 и H_2O .

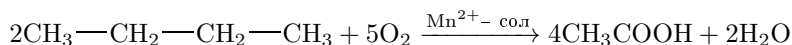


Реакцията е силно екзотермична.

Ако окислението се проведе при сравнително ниска температура и в присъствие на катализатори, се получава смес от карбоксилни киселини (направлявано окисление):



Аналогично при пряко каталитично окисление с Mn^{2+} -соли от бутан може да се получи ценната за практиката оцетна киселина:



5. Крекинг-процеси

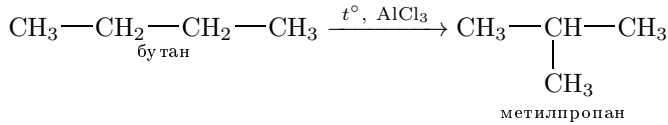
Това са химични процеси, при които от висши алкани при нагриване ($450-650^\circ C$) или наличие на катализатори се разкъсва C-веригата и се получава смес от алкани

и алкени:

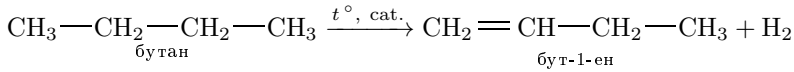


Освен обикновеният *термичен крекинг*, може да се приложи и *каталитичен крекинг* (протича при 400 – 500°C с природни или синтетични алумосиликати), при който протичат и други промени на изходните алкани, като:

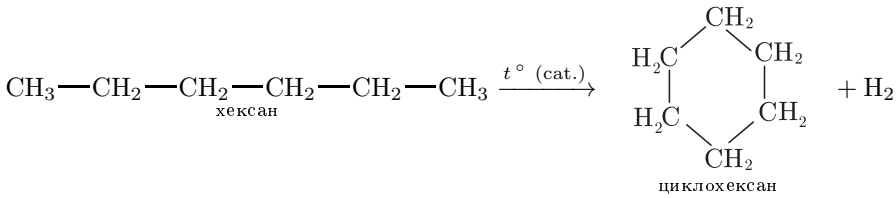
а) изомеризиране при нагряване в присъствие на природни алумосиликати или $AlCl_3$:



б) дехидрогениране:

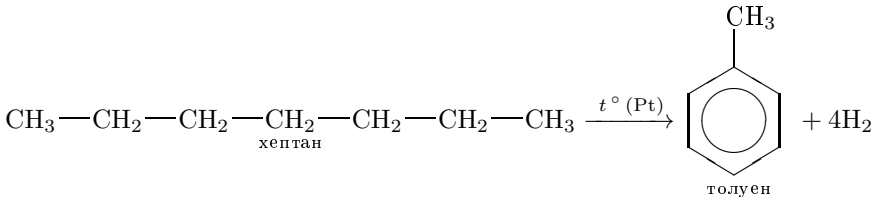
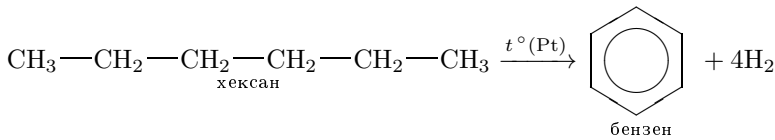


в) циклизация – засяга най-вече алкани с права верига от 6- и 7-въглеродни атома:



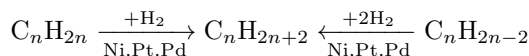
По тази реакция от хептан се получава метилциклохексан.

г) дехидроциклизация (риформинг процес) – много често образуването на шестатомни пръстени е съпроводено с по-дълбоко дехидрогениране до ароматно съединение:



ПОЛУЧАВАНЕ

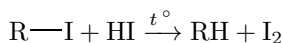
1. От ненаситени въглеводороди (алкени, алкини) с водород при нагриване, под налягане и в присъствие на катализатор (Ni, Pt, Pd):



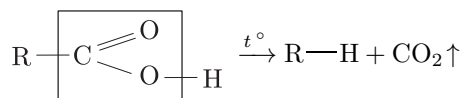
2. Редукция на халогенопроизводни на алканите с водород (в момента на получаване от $Zn + 2HCl$):



или



3. От карбоксилни киселини чрез декарбоксилиране:



4. Синтез на Вюрц

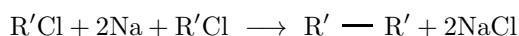
От халогенопроизводни на алкани и метален натрий при слабо загриване ($30-33^\circ\text{C}$) в среда от безводен етер:



Този метод се прилага и при различни халогеноалкани:



При тези случаи винаги се получават странични продукти ($R'-R'$ и $R''-R''$, с което добивът на желания продукт ($R'-R''$) значително намалява. Трите продукта $R'-R''$, $R'-R'$, $R''-R''$ се получават с добив по около една трета.



и

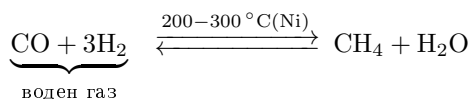
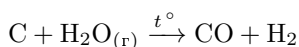


Ако трябва да се получат парафини с нечетен брой въглеродни атоми или с разклонена верига, получаването на странични продукти по метода на Вюрц е неизбежно.

5. При преработка на нефт

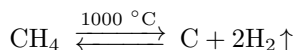
Получават се бензин, керосин, мазут, които са смес от наситени въглеводороди.

Методи за получаване на метан

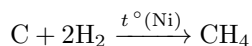


Метан се получава и при директен синтез от въглерод и водород: $C + 2H_2 \xrightleftharpoons{1200\text{ }^\circ\text{C}} CH_4$.

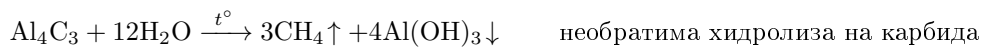
Този метод не се прилага за промишленото получаване на метан, защото при $1000\text{ }^\circ\text{C}$ CH_4 се разлага до сажди и водород и добивът е само 1,25%.



Същият пряк синтез в присъствието на катализатор Ni протича при $500\text{ }^\circ\text{C}$:



За лабораторни цели метан се получава от алуминиев карбид и вода при нагряване:



Алканите се използват в синтетичната органична химия. Намират приложение в медицината, например: течен парафин, вазелин, анестетици (циклоалкани). Съществуват висши алкани, които имат токсичен и канцерогенен ефект.

АЛКЕНИ

Алкените са въглеводороди в чиито молекули два от въглеродните атоми са свързани с двойна връзка. Тяхната обща формула е C_nH_{2n} , т.е. молекулите им съдържат по два водородни атома по-малко от алканите със същия брой въглеродни атоми. Алкените са ненаситени въглеводороди. Наричат се още **олефини** (наименование, дадено от холандския химик Гутри, защото при взаимодействие на етен с хлор се получава масловидна течност, 1,2-дихлороетан, $ClCH_2CH_2Cl$). Самият етен е бил наречен „маслороден газ“ – „gas olefiant“).

ХОМОЛОЖЕН РЕД И НАИМЕНОВАНИЯ

Най-простият алкен е етенът. Хомоложният ред на алкените е следният:

C_2H_4 етен (етилен)

C_3H_6 пропен (пропилен)

C_4H_8 бутен (бутилен)

C_5H_{10} пентен (пентилен)

C_nH_{2n} алкен

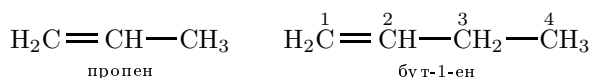
Наименованията на алкените се образуват от тези на алканите със същия брой въглеродни атоми в молекулата, като наставката **-ан** се заменя с **-ен**. Когато е необходимо, с цифра след названието се посочва след кой въглероден атом е двойната връзка. Номерирането на въглеродните атоми във въглеродната верига започва от този край, до който двойната връзка е по-близо. При алкените с разклонена верига най-напред се определя главната верига, която задължително трябва да включва двойната връзка. Заместителите (въглеводородните остатъци) се отбелязват по азбучен ред, като с цифри отпред са посочени местата им в главната верига.

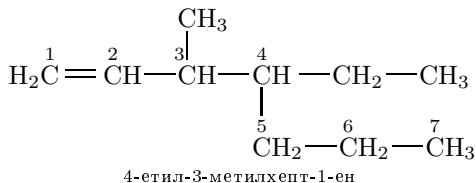
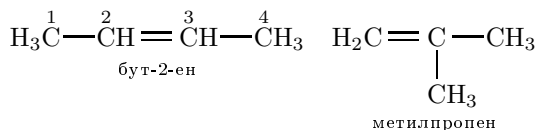
ИЗОМЕРИЯ

Етенът и пропенът нямат изомери. При следващите хомолози може да съществуват два вида *структурна изомерия*:

1. Верижна изомерия

Например 1-бутен и метилпропен са верижни изомери:

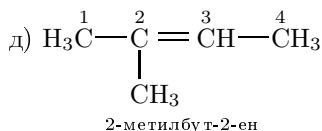
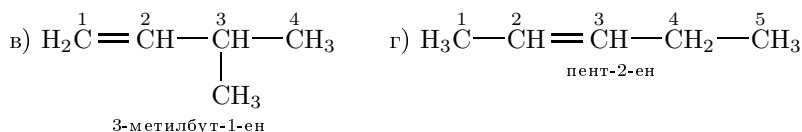
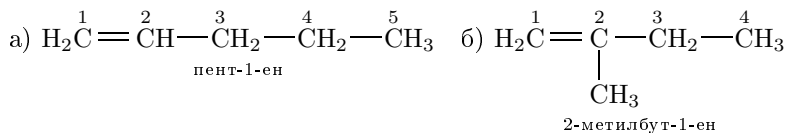




2. Позиционна изомерия (изомерия по място)

В зависимост от мястото на двойната връзка във въглеродната верига (двойната връзка е функционалната група на алкените). Например бут-1-ен и бут-2-ен са позиционни изомери.

Структурни изомери на пентена:



В този пример верижни изомери са а), б) и в), съответно г) и д). Позиционни изомери са а) и г), съответно б) и д).

При алкените може да се реализират и два вида *пространствена изомерия*:

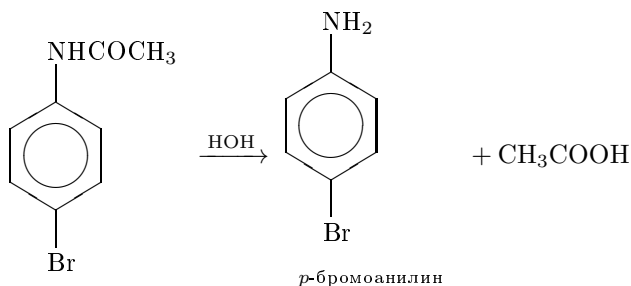
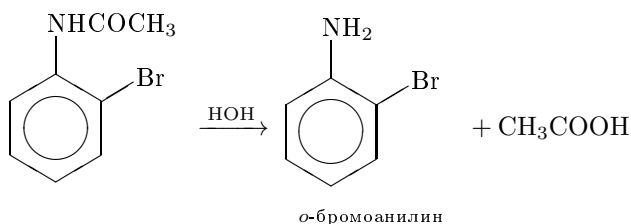
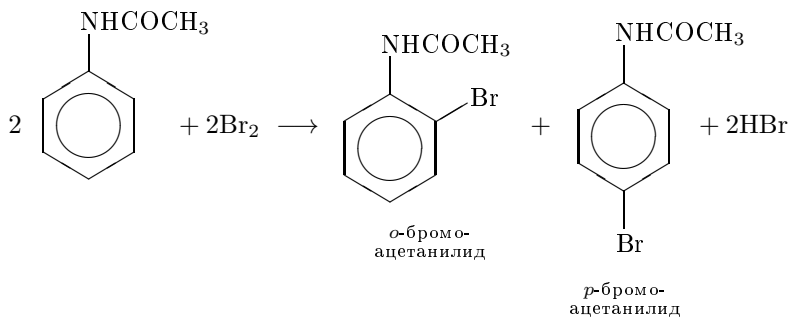
1. Геометрична (цис-транс) изомерия

Тя се определя от различното разположение на заместителите спрямо равнината на двойната връзка (равнината на π -връзката), перпендикулярна на равнината на σ -връзките, например цис-транс изомерия при 2-бутена:



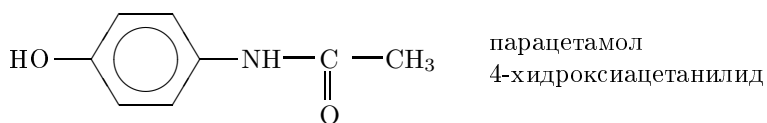
Пунктирът е проекция на двойната връзка (перпендикулярна на равнината на листа). Равнината на сигма-връзките е в равнината на листа.

Ако се действа на ацетанилид с бром, се получават монобромни производни:

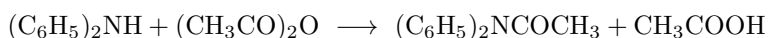
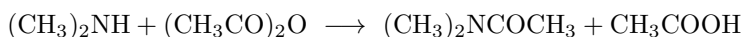
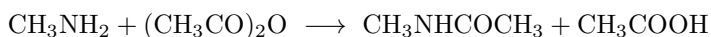


Ацетанилидът някога е използван като антипиретик (за понижаване на температурата) под наименованието антифебрин. Отхвърлен е поради токсичност.

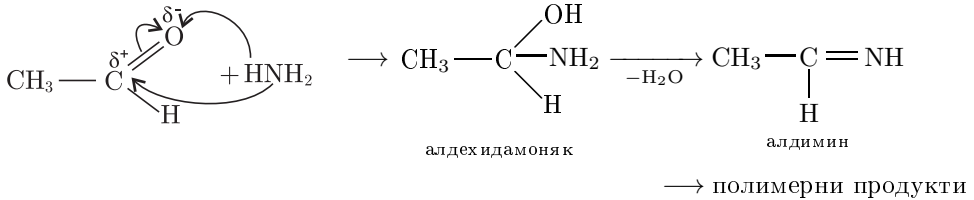
Днес широко се използва следното негово производно:



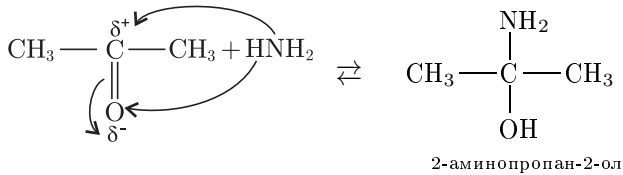
Ацетилиране на други амини:



4. Присъединяване на амоняк

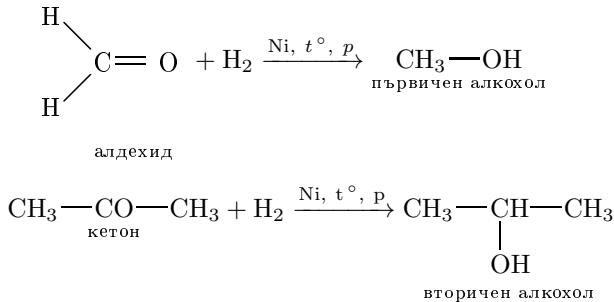


Ацетонът също присъединява амоняк:



5. Редукция (хидрогениране)

Редукцията на алдехиди и кетони като процес на хидриране (присъединяване на молекулен водород) се извършва в присъствие на катализатор Ni и води до получаване на първични и вторични алкохоли:



Окисление

Окислението на алдехиди и кетони води до получаване на карбоксилни киселини. Алдехидите се окисляват много лесно от слаби (меки) окислителни и се получават киселини със същия брой C-атоми. Кетоните се окисляват само от силни окислителни, при което въглеродната верига се разкъсва и се получава смес от карбоксилни киселини с по-малък брой C-атоми.

Ако към мравчен алдехид в епруветка се прибави амонячен разтвор на Ag_2O и сместа се загрее, по стените на епруветката се отделя на тънък слой елементно Ag („сребърно огледало“). Мравченият алдехид се окислява до мравчена киселина, която в условията на реакцията продължава да се окислява (до CO_2 и H_2O):

СЪДЪРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предговор..... | 3 |
| ТЕОРИЯ ЗА СТРОЕЖА НА ХИМИЧНИТЕ СЪЕДИНЕНИЯ. СТРУКТУРНА ТЕОРИЯ (Мариана Матова) | 5 |
| Класификация и наименования на органичните съединения..... | 5 |
| Алкани..... | 6 |
| Алкени..... | 7 |
| Алкини..... | 8 |
| Арени..... | 8 |
| Структурна теория | 10 |
| Стереохимична теория за въглеродния атом | 11 |
| Електронна теория за строежа на органичните съединения – електронно-орбитални модели | 13 |
| Хибридизация на атомните орбитали на въглерода | 14 |
| sp^3 -Хибридизация (тетрагонална)..... | 15 |
| sp^2 -Хибридизация (тригонална)..... | 15 |
| sp -Хибридизация (дигонална)..... | 15 |
| Изомерия на органичните съединения | 16 |
| Структурна изомерия | 16 |
| Пространствена изомерия..... | 18 |
| АЛКАНИ (Мария Иванова)..... | 21 |
| Хомоложен ред и наименования | 21 |
| Изомерия | 22 |
| Строеж..... | 25 |
| Свойства..... | 25 |
| Физични свойства..... | 25 |
| Химични свойства | 26 |
| Заместителни реакции | 26 |
| Получаване..... | 29 |
| Методи за получаване на метан..... | 29 |
| АЛКЕНИ (Мариан Николов)..... | 31 |
| Хомоложен ред и наименования | 31 |
| Изомерия | 31 |
| Строеж..... | 33 |
| Свойства..... | 35 |
| Физични свойства..... | 35 |
| Биологично действие..... | 35 |

| | |
|---|-----------|
| Химични свойства | 35 |
| Присъединителни реакции | 35 |
| Окисление | 38 |
| Каталитично алкилиране на бензен | 40 |
| Получаване | 40 |
| АЛКИНИ (Стефан Петров) | 42 |
| Хомоложен ред и наименования | 42 |
| Изомерия | 43 |
| Строеж | 43 |
| Свойства | 44 |
| Физични свойства | 44 |
| Химични свойства | 45 |
| Присъединителни реакции | 45 |
| Заместителни реакции | 47 |
| Окисление | 48 |
| Разлагане (деструкция) | 48 |
| Получаване | 49 |
| АРЕНИ (АРОМАТНИ ВЪГЛЕВОДОРОДИ) (Мариан Николов) | 51 |
| Хомоложен ред и наименования | 51 |
| Изомерия | 52 |
| Строеж | 53 |
| Свойства | 55 |
| Физични свойства | 55 |
| Биологично действие | 56 |
| Химични свойства | 56 |
| Заместителни реакции | 56 |
| Присъединителни реакции | 59 |
| Окисление | 60 |
| Получаване | 60 |
| Ориентиращо влияние на заместителите в ароматното ядро | 62 |
| Заместители от I род | 62 |
| Алкилови групи | 62 |
| Халогенни елементи | 62 |
| Хидроксилна група | 63 |
| Аминогрупа | 63 |
| Заместители от II род | 63 |
| Нитрогрупа | 63 |
| Сулфогрупа | 64 |
| Алдехидна и кетонна група | 64 |
| Карбоксилна група | 65 |
| ХАЛОГЕНОПРОИЗВОДНИ НА ВЪГЛЕВОДОРОДИТЕ | |
| (Цонка Цанова) | 66 |
| Класификация и наименования | 66 |

| | |
|---|-----|
| Изомерия | 67 |
| Строеж | 68 |
| Свойства | 69 |
| Физични свойства | 69 |
| Биологично действие | 69 |
| Химични свойства | 69 |
| Заместителни реакции | 69 |
| Реакции на елиминирание | 71 |
| Взаимодействие с метали | 71 |
| Горене | 72 |
| Получаване | 72 |
| ХИДРОКСИЛНИ ПРОИЗВОДНИ НА ВЪГЛЕВОДОРОДИТЕ (Мариан Николов) | 74 |
| Класификация и наименования | 74 |
| Изомерия | 77 |
| Строеж и реакционна способност | 78 |
| Свойства | 81 |
| Физични свойства | 81 |
| Химични свойства | 82 |
| Получаване | 89 |
| Получаване на алкохоли | 89 |
| Получаване на фенол | 90 |
| АМИНИ (Цонка Цанова) | 92 |
| Класификация и наименования | 92 |
| Изомерия | 94 |
| Строеж | 94 |
| Свойства | 95 |
| Физични свойства | 95 |
| Химични свойства | 96 |
| Основни свойства на амините | 96 |
| Заместителни реакции в бензеновото ядро на ароматните амини | 98 |
| Окисление | 101 |
| Горене | 101 |
| Получаване | 101 |
| КАРБОНИЛНИ ПРОИЗВОДНИ НА ВЪГЛЕВОДОРОДИТЕ. АЛДЕХИДИ И КЕТОНИ (Мариана Матова) | 104 |
| Класификация и наименования | 104 |
| Изомерия | 106 |
| Строеж | 107 |
| Свойства | 108 |
| Физични свойства | 108 |
| Химични свойства | 108 |

| | |
|---|------------|
| Присъединителни реакции | 109 |
| Окисление | 111 |
| Горене | 113 |
| Полимеризация | 113 |
| Поликондензация | 113 |
| Реакции, засягащи въглеродородния остатък | 114 |
| Получаване | 115 |
| КАРБОКСИЛНИ ПРОИЗВОДНИ. ПРОИЗВОДНИ НА КАРБОКСИЛНИТЕ КИСЕЛИНИ (Иван Иванов) | 118 |
| Карбоксилни киселини | 118 |
| Класификация и наименования | 118 |
| Изомерия | 120 |
| Наситени мастни монокарбоксилни киселини | 121 |
| Строеж | 121 |
| Физични свойства | 123 |
| Химични свойства | 124 |
| Получаване | 128 |
| Ненаситени мастни монокарбоксилни киселини | 129 |
| Ароматни карбоксилни киселини. Бензоена киселина | 130 |
| Строеж | 131 |
| Свойства | 131 |
| Дикарбоксилни киселини | 133 |
| Мастни дикарбоксилни киселини | 134 |
| Ароматни дикарбоксилни киселини | 134 |
| Производни на карбоксилните киселини | 135 |
| Соли | 135 |
| Естери | 135 |
| Киселинни амиди | 137 |
| Нитрили | 138 |
| Хидроксикарбоксилни киселини | 139 |
| Мастни хидроксикарбоксилни киселини | 139 |
| Ароматни хидроксикиселини. Салицилова киселина | 141 |
| АМИНОКАРБОКСИЛНИ КИСЕЛИНИ (Радка Томова) | 145 |
| Класификация и наименования | 145 |
| Изомерия | 147 |
| Свойства | 148 |
| Строеж и физични свойства | 148 |
| Химични свойства | 149 |
| Свойства на карбоксилната група | 150 |
| Свойства на аминогрупата | 151 |
| Получаване | 153 |
| ВЪГЛЕХИДРАТИ (Радка Томова) | 155 |
| Класификация и наименования | 155 |

| | |
|--|-----|
| Монозахариди | 155 |
| Глюкоза | 155 |
| Фруктоза | 157 |
| Рибоза и 2-дезоксирибоза | 158 |
| Свойства | 159 |
| Физични свойства | 159 |
| Химични свойства | 159 |
| Олигозахариди. Дизахариди | 164 |
| Захароза | 164 |
| Малтоза | 165 |
| Полизахариди | 166 |
| Нишесте | 167 |
| Целулоза | 168 |
| Химични свойства на полизахаридите | 168 |