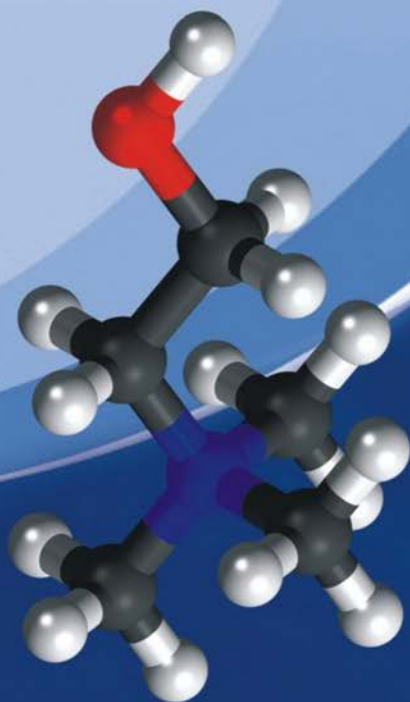


Доц. д-р Н. Господинова

Гл. ас. д-р Ст. Байрямов

ОРГАНИЧНА ХИМИЯ

РЪКОВОДСТВО
ЗА ПРАКТИЧЕСКИ
УПРАЖНЕНИЯ



доц. д-р Н. Господинова, гл. ас. д-р Ст. Байрямов

Ръководство за практически упражнения по
ОРГАНИЧНА ХИМИЯ



Издателство Libra Scorpe

© Ръководство за практически упражнения по органична химия
© Автори: доц. д-р Н. Господинова, гл. ас. д-р Ст. Байрямов

Българска, първо издание
ISBN: 978-954-471-196-2

Издателство ЛИБРА СКОРП

Русе, 2013

Това е откъс от книгата.

**Цялата книга може да намерите в
Библио.бг**

www.biblio.bg



доц. д-р Н. Господинова
гл. ас. д-р Ст. Байрямов

**Ръководство
за практически упражнения
по
органична химия**



Русе, 2013

Книгата се издава с финансовото съдействие на



ПЕТРОЛ КОНТРОЛ ЕООД
ИЗПИТВАТЕЛНА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА ВОДИ, РАЗТВОРИТЕЛИ И НЕФТОПРОДУКТИ

Анотация

Ръководството за практически упражнения по органична химия представлява разширен вариант на ръководството по органична химия със същите автори, предназначено за обучение на студентите от Русенски университет “Ангел Кънчев”, изучаващи дисциплината “Органична химия” в специалността “Екология и техника на опазване на околната среда”. То е построено по такъв начин, че да комбинира теоретичната част с експерименталната постановка, като на места в определени упражнения теорията заема значителна част от обема на представения материал. По този начин би могло да се приеме, че това помагало представлява един своеобразен “хибрид” между учебник и ръководство, предназначено в максимална степен да помогне на студентите в изясняване на основните закономерности, както и да им спомогне да се сдобият те с допълнителна информация по отношение на свойствата и приложението на някои представители от основните класове органични съединения. Ръководството включва широк теоретичен материал и примери върху номенклатурата на органичните съединения. Основната част на учебното пособие представлява лабораторни упражнения върху свойствата, качествените и някои количествени реакции, както и методите за получаване на основните видове органични съединения, целящи затвърждаване на знанията при студентите, както и създаване и трениране на умения за експериментална работа в лабораторни условия. Съвсем накратко са представени въглехидратите, мазнините и белтъците, като едни от основните биомолекули, срещащи се в живата природа. По-подробното им разглеждане ще бъде реализирано в ръководството по биохимия, подготвяно от същите автори.

Настоящото помагало се основава на професионалната компетентност на авторите, както и на дългогодишния опит на катедра “Химия и химични технологии”, понастоящем – направление Химия, в катедра РНММЛХТ.

Ръководството за практически упражнения е предназначено за обучение на студентите от химични, биологични, химикотехнологични и други специалности в съответните университети в България, изучаващи дисциплината “Органична химия”, докторан-

тите и специалистите в тази област, както и за тези, които се интересуват от проблемите на тази фундаментална наука.

Материалът е подготвен за печат както следва:

Н. Господинова – лаб. упр. с номера 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14 и 15 и номенклатура на орг. съединения; Ст. Байрямов – лаб. упр. с номера 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 и 16.

Авторският колектив благодари на инж. Красимира Замфирова – управител на фирма “Петрол Контрол” ЕООД за финансирането, както и помощта, оказана при издаването на настоящото ръководство.

За в бъдеще авторите ще приемат всички препоръки, целящи подобряването на настоящото учебно помагало.

От авторите

Лабораторно упражнение № 1 ВЪГЛЕВОДОРОДИ

Въгледородите са органични съединения чиито молекули са изградени само от атоми на елементите въглерод (C) и водород (H). Въгледородите и разнообразните им производни спадат към органичните съединения. Като цяло органичната химия е химия на съединенията на въглерода.

Въгледородите се разделят на: алкани, или наситени въгледороди с обща формула C_nH_{2n+2} ; алкени или олефини с обща формула C_nH_{2n} ; алкини или ацетиленови въгледороди с обща формула C_nH_{2n-2} ; алкадиени, с обща формула C_nH_{2n-2} . Всички тези и други подобни въгледороди, чиято въглеродна верига е отворена, се наричат ациклени (алифатни) съединения.

Към въгледородите спадат и циклоалканите (обща формула C_nH_{2n}) и ненаситените им производни. Молекулите на тези съединения съдържат затворени цикли от въглеродни атоми. Тези вещества се наричат още алициклени съединения.

Особен клас въгледороди образуват бензенът и неговите производни (обща формула C_nH_{2n-6}), които по исторически причини се наричат ароматни съединения. Арените или ароматните въгледороди, които включват бензен и неговите производни, както и други полициклени асени с кондензирани и некондензирани бензенови ядра съдържат в своите ядра завършен π -електронен секстет, оформящ характерната им структура, както и определящ специфичните им физични и химични свойства.

Въгледородите образуват хомоложни редове т.е. съвкупност от вещества с близки химични свойства и структура, при които всеки следващ член се различава от предишния с едно звено, наречено метиленова група CH_2 (хомоложна разлика).

В химично отношение отделните класове въгледороди може съществено да се различават един от друг. Например алканите са склонни да участват в реакции на радикалово заместване (радикалови реакции протичащи по верижно-радикалов механизъм), а алкените и алкините в реакции на присъединяване.

Въгледородите са разпространени в природата главно като

основни компоненти на нефта и природния газ. Те се използват широко в промишлеността и в бита.

Наситените въглеводороди съдържат само прости връзки. Наситените въглеводороди с отворена верига се наричат алкани. Примери за алкани:

CH_4 метан, $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ етан, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ пентан.

В техните молекули всички въглеродни атоми се намират в sp^3 -хибридно състояние. При наситените въглеводороди съществува верижна изомерия, конфигурационна и конформационна изомерия (пространствена изомерия), които включват и стереоизомерия – енантиомерия и σ -диастереоизомерия (σ -диастереомерия), съотв. при наличието на един, два или повече асиметрични въглеродни атоми. За алканите са характерни заместителните реакции по радикалов механизъм, що се отнася до окислението – те се окисляват сравнително трудно. Както беше споменато по-горе, наситените въглеводороди са клас въглеводороди, в чиито молекули въглеродните атоми са свързани помежду си само с прости връзки. Всички валентни връзки на въглеродните атоми в тях са наситени с водородни атоми до краен предел, поради което те се наричат още предельни въглеводороди. Наричат се също така парафини, но най-често алкани.

Най-простият наситен въглеводород е метанът CH_4 . Метанът и неговите хомолози етан, пропан, бутан, а също и изобутан при стайна температура са газове. Въглеводородите с по-голяма молекулна маса са течности или твърди вещества.

Химичните връзки в молекулите на наситените въглеводороди имат малка полярност. По тази причина тези съединения не взаимодействат с полярни реагенти, но влизат в реакции, които протичат по верижно-радикалов механизъм. Така те се хлорират, бромират, окисляват, нитрират с азотна киселина, сулфонират със сярна киселина и др.

Наситените въглеводороди се поглъщат от някои най-прости организми и под действието на техните ензими се превръщат в белтъци. Такъв синтез на белтък е много ефективен и поради това се използва в микробиологичната промишленост.

При нагряване в присъствието на метални и на оксидни катализатори наситените въглеводороди образуват алкени, диени и дори ароматни съединения. Високотемпературното нагряване на наситените въглеводороди или третирането им в присъствие на катализа-

тори е процес на разкъсване на C-C и C-H връзки в молекулите на тези въглеводороди, което води до разпадането им на наситени и ненаситени въглеводороди с по-малка молекулна маса. Този процес, наречен крекинг (крекиране), намира широко приложение в нефтохимията и конкретно за получаване на най-важните мономери етилен и пропилен. Когато е осъществен при висока температура (500-600°C), той се нарича термичен крекинг или пиролиза (от гр. *pyr*-огън и *lysis*-разпадане). Той обикновено се съпътства и от дехидрогениране. Термичният крекинг се осъществява по верижно-радикалов механизъм. Когато той протича в присъствие на водород (хидрокрекинг) се получават почти само низши наситени въглеводороди (алкани), тъй като новообразуваните алкени присъединяват водород към C=C-връзката си. Каталитичният крекинг се провежда в присъствие на твърди катализатори, най-често алуминосиликати, при по-ниски температури (около 450-500°C) и определено налягане. Механизмът на този крекинг е карбениево-йонен, подобно на изомеризацията на алканите. Крекингът има важно промишлено значение, тъй като благодарение на него от нефта и по-точно от повисококипящите му фракции се получават по-леснолетливи и по-качествени горива.

За получаване на по-качествени горива, а също така и за синтез на ароматни въглеводороди в промишлени условия, алканите се подлагат на друг широко разпространен процес – каталитичен риформинг. Той се провежда в присъствие на катализатори (Al_2O_3 и Pt) и H_2 , като в хода на този процес протичат последователни и конкурентни реакции: дехидроциклизация (получаване на бензенови въглеводороди), хидрокрекинг, изомеризация и др.

Наситените въглеводороди са важна суровина за химическата промишленост, а също така се използват и като гориво за двигателите с вътрешно горене и за други енергийни съоръжения.

Ненаситените въглеводороди съдържат сложни връзки (двойна или тройна). Алкените имат в молекулата си една двойна връзка, въглеродните атоми при която са в sp^2 -хибридно състояние. Примери за алкени:

етилен (етен) $CH_2=CH_2$ 1-бутен $CH_2=CH-CH_2-CH_3$

Наименованията на видовете алкени завършват на -ен, например етен, пропен, бутен. Алкените още се наричат олефини (постарял синоним, широко използван в петролната промишленост). За алкените са характерни следните видове изомерия: верижна, по-

зиционна (определяща се от различната позиция на двойната връзка). Освен тези типове изомерия за алкените е характерна и т. нар. *π*-диастереомерия: цис- и транс- изомерия, при наличието на две двойки еднакви заместители при всеки С-атом; съответно *E*- и *Z*- изомери (от немски *E-entgegen* (насреща) и *Z-zusammen* (заедно)), при наличие общо на четири различни заместителя при двата С-атома и при определяне старшинството на заместителите съгласно системата на Кан-Инголд-Прелог. Химичните свойства на алкените се определят главно от наличието на двойна връзка. Алкените са въглеводороди с висока реактивоспособност. За тях са характерни присъединителните реакции по електрофилен механизъм, те лесно се окисляват и могат да полимеризират. Например при висока температура, налягане и катализатор те присъединяват H_2 , Br_2 и полярни молекули като HBr , H_2O , H_2SO_4 , H_3PO_4 и др. При полимеризирането на алкени под действието на катализатори се получават важни полимери, намиращи широко приложение в промишлеността и бита: напр. полиетилен, полипропилен и др.

Алкините също са мастни ненаситени въглеводороди с обща формула C_nH_{2n-2} . Съдържат една тройна връзка между два от въглеродните атоми в молекулата си. Наименованията на видовете алкини завършват на -ин, например етин: $H-C\equiv C-H$.

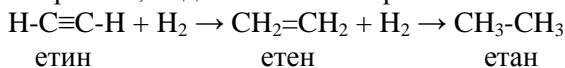
Алкините съдържат една тройна връзка, с въглеродни атоми в *sp*-хибридно състояние. Примери за алкини:

ацетилен (етин) $H-C\equiv C-H$ пропин $H-C\equiv C-CH_3$

2-бутин $CH_3-C\equiv C-CH_3$ 3-метил-1-бутин $H-C\equiv C-CH(CH_3)_2$

Подобно на алкените и алкините участват в присъединителни реакции, но на два етапа, горят и полимеризират.

Например хидрирането на етин (присъединяване на водород) протича при нагряване, под налягане и в присъствие на катализатор:

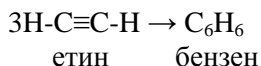


етин

етен

етан

При нагряване, под налягане и в присъствие на катализатор (Ni) протича полимеризация и циклизация на три молекули ацетилен (тримеризация), при което се получава ароматния въглеводород бензен:

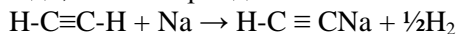


етин

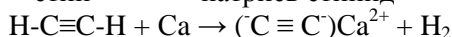
бензен

Когато тройната връзка е в края на въглеродната верига, те могат да участват и в заместителни реакции с метали, при което се по-

лучават ацетилениди, съотв. карбиди:

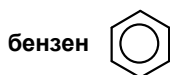


етин натриев етинид



етин калциев карбид

Въглеводородите, които съдържат едно или няколко бензенови ядра, се наричат ароматни. Бензеновите въглеводороди са ароматни въглеводороди с едно бензеново ядро. Примери за бензенови въглеводороди:



За тях са характерни заместителните реакции по електрофилен механизъм, макар и по-трудно участват и в присъединителни реакции. Бензенът е устойчив на обикновените окислителни, а неговите хомолози се окисляват по-лесно.

Ароматните въглеводороди могат да бъдат моноциклични или полициклични.

В арениите въглеродните и водородните атоми, образуващи бензеновото ядро, са свързани помежду си чрез сигма връзка (σ -връзка) и делокализирана π -връзка (π -връзка). Въглеродният атом в молекулата на арениите се намира в sp^2 -хибридно състояние. Арениите биват няколко вида, според броя на бензеновите ядра, които изграждат тяхната структура:

1) Моноядрени арени

Моноядрените арени са изградени от едно бензеново ядро. Това са бензенът (старо име – бензол) и неговите хомолози.

2) Полиядрени арени

Полиядрени арени има в два случая:

– когато две ядра са свързани помежду си чрез сигма- (σ) връзка между два въглеродни атома (бифенил).

– когато две ядра са свързани помежду си чрез два общи въглеродни атома (арени с кондензирани ядра).

Някои небензенови производни съединения, наречени хетероарени, които отговарят на правилото на Хюкел, също са ароматни съединения. В тези съединения най-малко един въглероден атом е заменен с един от хетероатомите: кислород, азот или сяра. Пример за небензеново хетеросъединение с ароматни свойства е фуранът – хетероциклено съединение с петчленен пръстен, който включва един кислороден атом, както и пиридин – хетероциклено съединение

с шестчленен пръстен, съдържащ един азотен атом. Тези съединения се отнасят към отделен клас съединения (хетероциклени) и ще бъдат разгледани в **Лабораторно упражнение № 10**.

Бензеновите производни биха могли да имат между един и шест заместители, свързани с ароматното бензеново ядро. Примери на бензенови производни само с един заместител е фенолът, който носи хидроксилна група и толуенът – с метилова група. При монопроизводните на бензена, в резултат на съчетаването на различните по вид и сила електронни ефекти (индукционен и мезомерен), заместителите играят ролята на различни ориентанти при участието на производните на бензена в електрофилните заместителни реакции. В тази връзка заместителите се разделят на

1) заместители от I-ви род (*o*- и *p*-ориентанти):

- силно активиращи заместители, при които отрицателният индукционен ефект е в много по-малка степен изразен, в сравнение с положителния мезомерен ефект ($-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{OR}$)

- слабо активиращи заместители, при които положителният индукционен ефект преобладава над положителния мезомерен ефект ($-\text{CH}_3$, $-\text{C}_6\text{H}_5$)

- слабо дезактивиращи заместители, при които отрицателният индукционен ефект преобладава над положителния мезомерен ефект ($-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$)

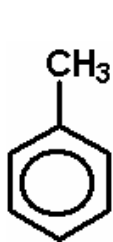
2) заместители от II-ри род (*m*-ориентанти):

- силно дезактивиращи заместители, с ясно изразени отрицателен индукционен ефект и отрицателен мезомерен ефект ($-\text{NO}_2$, $-\text{NO}$, $-\text{COOH}$, COOR , CONH_2 , $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{C}\equiv\text{N}$, $-\text{CH}=\text{O}$, $-\text{CR}=\text{O}$).

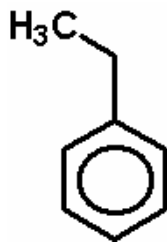
Тези заместители ориентират постъпването на молекулата на реагента (синтетичния еквивалент) и съответната функционална група (синтон) в електрофилните заместителни реакции, като халогениране (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), нитриране (HNO_2), сулфониране (H_2SO_4) и др.

Когато има повече от един заместител в пръстена, тяхното взаимно разположение в ядрото става важен белег, по който те се разделят на орто-, мета-, и пара- изомери със съответните места на взаимно разположение на заместителите. Така например при трите изомера на крезол метиловата група и хидроксилната група могат да бъдат разположени в непосредствена близост една до друга (орто), през една позиция (мета) или една срещу друга (пара). Ксиленолът има две метилови групи в допълнение към хидроксилната група и за тази структура съществуват 6 изомера.

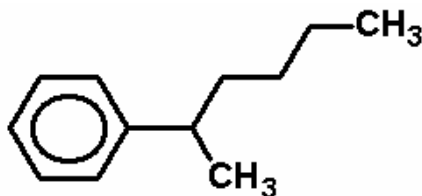
Основни бензенови производни



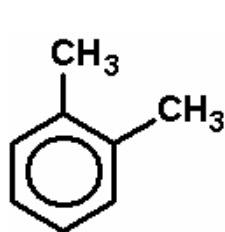
Толуен



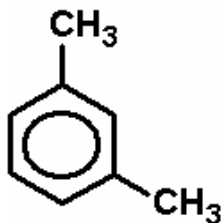
Етилбензен



2-Фенилхексан



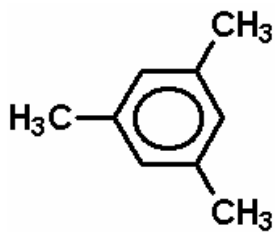
o-Ксилен



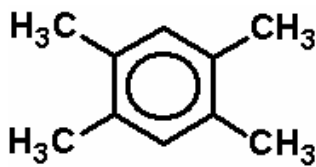
m-Ксилен



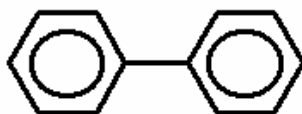
p-Ксилен



Мезитилен



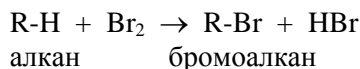
Дурен



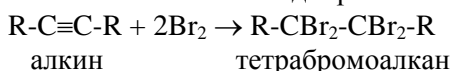
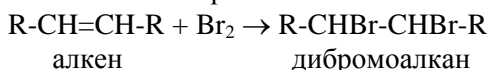
Бифенил

- ✓ Примери за реакции на халогениране на въглеводороди (разгледано в Опит № 2):

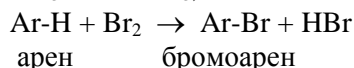
Между наситените въглеводороди (алкани) и халогените реакцията е заместителна, протича с малка скорост и се ускорява от ултравиолетова светлина:



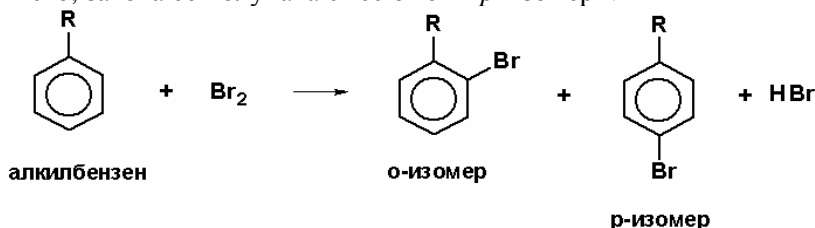
При ненаситените въглеводороди реакцията е присъединителна, извършва се с по-голяма скорост:



Между ароматните въглеводороди (арени) и халогените се извършва също заместителна реакция, която за разлика от тази при алканите се катализира от халогениди на Fe и Al (напр., за следващата реакция – FeBr₃ или AlBr₃):



При хомолозите на бензена наличието на алкилов заместител ускорява реакцията и ориентира новите заместители на орто- и пара-място, затова се получава смес от *o*- и *p*-изомери:



- ✓ Примери за окисление на въглеводороди с KMnO₄ (разгледано в Опит № 3):

Наситените въглеводороди при обикновени условия не се окисляват от KMnO₄.

Ненаситените въглеводороди се окисляват лесно, както в кисел, така и в алкален разтвор на KMnO₄ – получават се диоли:

**Библио.бг - платформа за електронни книги и
списания**

Чети каквото обичаш!

www.biblio.bg

