

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ა.ფორჩხიძე

ორგანული ქიმია

დამხმარე სახელმძღვანელო

ქუთაისი 2018

ა. ფორჩხიძე. ორგანული ქიმია, ქუთაისი. აწსუ, 2018წ.

წინამდებარე სახელმძღვანელოში მეტნაკლები სიღრმით და მოცულობით თანამედროვე დონეზე განხილულია ყველა ის საკითხი, რომელიც გათვალისწინებულია ორგანული ქიმიის სასწავლო პროგრამებში უნივერსიტეტის ქიმიის, ქიმიურ-ტექნოლოგიური, აგრა-რული და სხვა სპეციალობებისათვის.

მასში გაშუქებულია ქიმიურ ბმებზე კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები. განხილულია ნუკლეოფილური და ელექტროფილური ჩანაცვლების, აგრეთვე ელიმინირების რეაქციების მექანიზმები. მოცემულია ორგანულ ნაერთთა აგებულების საკითხები, მათი მიღების მეთოდები და თვისებები, გამოყენების სფეროები. განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დათმობილი ორგანული ნაერთების გამოყენებას მსუბუქ მრეწველობაში, მედიცინაში, სოფლის მეურნეობაში.

სახელმძღვანელოში შეტანილია მე-19 და მე-20 საუკუნის იმ გამოჩენილი მეცნიერების მონაცემები, რომლებმაც უდიდესი წვლილი შეიტანეს ორგანული ქიმიის ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში.

ნაშრომი შესრულებულია ლექციათა კონსპექტის ფორმით და წარმოადგენს სახელმძღვანელოს შიგასაუნივერსიტეტო სარგებლობისათვის ბაკალავრიატის კურსის ზემოთ დასახელებული სპეციალობების სტუდენტებისათვის.

წიგნი სარგებლობას მოუტანს იმ უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებს, სადაც ორგანული ქიმია ისწავლება.

რეცენზენტი: ქ.მ.კ. ასოც. პროფესორი ნ. კახიძე

რედაქტორი: ქ.მ.კ. ასოც. პროფესორი ა. ჩუბინიძე

დამტკიცებულია აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საგამომცემლო საბჭოს მიერ.

ISBN 978 9941 – 417 – 21- 4

© აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა

თავი I

1.1. ორგანული ქიმიის საგანი და მისი განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა

ორგანული ქიმიის განვითარების გარიჟრაჟზე. ე.ი. მე-19 საუკუნის პირველ ნახევარში ორგანულ ქიმიას უწოდებდნენ მეცნიერებას, რომელიც შეისწავლიდა მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებში წარმოქმნილ ნივთიერებებს, სიტყვიდან «ორგანიზმი» წარმოიშვა სახელწოდება «ორგანული ქიმია», მეცნიერების განვითარებასთან ერთად ეს ისტორიული სახელწოდება შენარჩუნებული იქნა და მოაღწია ჩვენამდე, თუმცა მისი არსი ძირფესვიანად შეიცვალა.

ორგანული ქიმიის შესწავლის ობიექტს წარმოადგენს ნახშირბადის ნაერთები, რომლებსაც ორგანულ ნივთიერებებს უწოდებენ. მაგრამ მხედველობაშია მისაღები, რომ ნახშირბადის ზოგიერთი უმარტივესი ნაერთები როგორცაა პოტაში, მარმარილო, კირქვა. CO_2 , CO და ა.შ. იმდენად ემსგავსებიან ტიპიურ არაორგანულ ნივთიერებებს, რომ მათ ჩვეულებრივ არაორგანული ქიმიის კურსში განიხილავენ.

შორლემერმა განმარტა ორგანული ქიმია, როგორც ნახშირწყალბადების და მათი ნაწარმების ქიმია. მართალია ასეთი განმარტება საკმაოდ სწორია, იგი მთლიანად მაინც ვერ მოიცავს სხვა ელემენტების (ქანგბადი, აზოტი, ფოსფორი და სხვ.) შემცველ რთულ ორგანულ ნაერთებს. დღეისათვის საყოველთაოდაა მიღებული განმარტება ორგანული ქიმიისა, როგორც ნახშირბადის ნაერთების ქიმია.

ორგანული ქიმიის გამოყოფა დამოუკიდებელი მეცნიერების სახით განაპირობა რამდენიმე მიზეზმა. პირველ რიგში ეს დაკავშირებულია ორგანული ნივთიერებების მრავალრიცხოვნობასთან. დღეისათვის ცნობილია შვიდ მილიონზე მეტი ორგანული ნივთიერება, მაშინ, როცა არაორგანული ნივთიერებები 800 000-მდეა. მეორე მიზეზი მდგომარეობს ორგანული ნივთიერებების სირთულესა და მრავალფეროვნებაში. ორგანულ ნივთიერებებში შემავალ ნახშირ-

ბადს აქვს განსაკუთრებული უნარი, შეუერთდეს არამარტო რამდენიმე ნახშირბადატომს, არამედ პერიოდული სისტემის თითქმის ყველა ელემენტს.

ორგანული ქიმიის დამოუკიდებელი მეცნიერების სახით გამოყოფის მესამე მიზეზი მდგომარეობს მასში, რომ მრავალი ორგანული ნივთიერება ასრულებს უაღრესად მნიშვნელოვან როლს ადამიანის ცხოვრებაში. მათ მრავალმხრივი პრაქტიკული გამოყენება აქვთ (პოლიმერული მასალები, სამკურნალო ნივთიერებები. ხელოვნური ქსოვილები, კაუჩუკი, საღებრები და სხვ.)

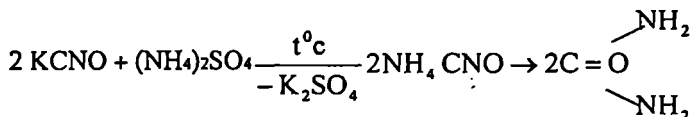
მეცნიერებათა სისტემაში ორგანული ქიმიის განსაკუთრებული მდგომარეობა განპირობებულია იმითაც, რომ იგი შეისწავლის გაცილებით მაღალორგანიზებულ მატერიას, ვიდრე არაორგანული ქიმია და მჭიდროდაა დაკავშირებული ბიოლოგიასთან.

ორგანული ქიმიის დაბადების, განვითარების და აყვავების ისტორია უკვე საუკუნენახევარზე მეტს ითვლის, თუმცა ადამიანი გაცილებით ადრე გაეცნო მრავალ ორგანულ ნივთიერებას და მათ გარდაქმნებს. ჯერ კიდევ ცივილიზაციის გარიჟრაჟზე მან ისწავლა თაფლიდან მათრობელა სასმელების მიღება, ხოლო ღვინიდან ძმრის, ასევე შეძლო ტყავის დამუშავება მთრიმლავი ნივთიერებებით. ამზადებდა სამკურნალო ნივთიერებებს, სხვადასხვა საღებრებს და ა.შ.

მაგრამ ადამიანებს მაშინ ჯერ კიდევ არ შეეძლოთ ორგანული ნივთიერებების სუფთა სახით გამოყოფა და სარგებლობდნენ მათი ბუნებრივი ნარევებით. მხოლოდ მე-XVIII საუკუნის ბოლოს იქნა მიღებული ისეთი ნვთიერებები, როგორიცაა: შარდოვანა, ღვინის, ლიმონის და ვაშლის მჟავები და მრავალი სხვ. ამავე დროს გაირკვა ორგანული ნივთიერებების თავისებურება და მათი განსხვავება არაორგანული ნივთიერებებიდან. ამან მისცა საბაზი მე-XIX საუკუნის ცნობილ შვედ ქიმიკოსს ი.ბერცელიუსს გამოეთქვა მცდარი მოსაზრება, რომ «ცოცხალ ბუნებაში ელემენტები ემორჩილებიან სხვა კანონებს, ვიდრე არაცოცხალში» და რომ ორგანული ნივთიერებები შეიძლება მიღებული იქნან მხოლოდ განსაკუთრებული «სასიცოცხლო ძა-

ლის» ზეგავლენით. ასე წარმოიშვა თეორია რომელმაც მიიღო «ვიტალისტურის» სახელწოდება (ლათინურად Vita - სიცოცხლე).

1824 წელს ბერცელიუსის მოწაფემ გერმანელმა ქიმიკოსმა ველერმა დიციანის ჰიდროლიზით, რომელსაც მინერალურ ნივთიერებებს აკუთვნებდნენ მიიღო ორგანული ნივთიერება მჟაუნმჟავა. მაგრამ გადამწვეტ თარიღად ითვლება 1828 წელი, როცა იმავე ველერმა კალიუმის ციანატისა და ამონიუმის სულფატის წყალხსნარის აორთქლებით მიიღო შარდოვანა:



ამის შემდეგ ასეთი ექსპერიმენტები გახშირდა. 1842 წელს რუსმა მეცნიერმა ზინინმა ნიტრობენზოლის აღდგენით მიიღო ანილინი. 1845 წელს გერმანელმა კოლბემ სინთეზურად მიიღო ძმარმჟავა. ამას მოყვა ცხიმების სინთეზი, რომელიც ფრანგმა ბერთლომ განახორციელა 1854 წელს. 1861 წელს გამოჩენილმა რუსმა ქიმიკოსმა ა.მ. ბუტლეროვმა მიიღო პირველი შაქარმაგვარი ნივთიერებები. ასეთმა ექსპერიმენტებმა ჩაუყარა საფუძველი ორგანული სინთეზის განვითარებას. ამგვარად, დამტკიცებული იქნა, რომ ცოდნით და გამოცდილებით შეიარაღებულ ქიმიკოსს შეუძლია მიიღოს ყველაზე რთული ქიმიური ნივთიერებები - როგორც არაორგანული, ისე ორგანული ყოველგვარი «სასიცოცხლო ძალის» დახმარების გარეშე. ვიტალისტურმა თეორიამ კრაზი განიცადა.

1.2. პირველი თეორიული შეხედულებები ორგანულ ქიმიაში ორგანულ ნაერთთა აგებულების ბუტლეროვის თეორია

ორგანულ ქიმიაში დიდი ექსპერიმენტული მასალის დაგროვებამ მოითხოვა ერთიანი თეორიის შექმნა, რომელიც შეძლებდა არამარტო აეხსნა, არამედ ეწინასწარმეტყველებინა ახალი ფაქტები.

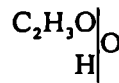
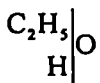
პირველი ასეთი თეორია იყო «რადიკალების თეორია (ბერცელიუსი, ლიბიხი, ველერი, გეი ლუსაკი) მას საფუძვლად ედო, ის რომ მრავალი ქიმიური რეაქციის დროს რამდენიმე ატომისაგან შედგენილი ჯგუფი - ორგანული რადიკალი გადადის უცვლელად ერთი მოლეკულიდან (საწყისი ნივთიერება) მეორეში (რეაქციის პროდუქტი). ამ თეორიის მომხრეები განიხილავდნენ რადიკალს. როგორც აბსოლუტურად მდგრად და მოლეკულის უცვლელ ნაწილს. სწორედ ამაში იყო მათი შეცდომა, რაც დაადასტურა შემდგომმა გამოკვლევებმა და რადიკალების თეორია უარყოფილი იქნა.

მე-19 საუკუნის 40-იან წლებში წარმოიშვა ახალი ე.წ. «ტიპების» თეორია (ჟერარი, ლორანი, დიუმა). რადიკალების თეორიისაგან განსხვავებით იგი განიხილავდა მოლეკულის ნაწილს, როგორც ცვლადს ქიმიური რეაქციის პროცესში. ამ თეორიის თანახმად იმ დროისათვის ცნობილი ყველა ორგანული ნივთიერებები მათი ქიმიური გარდაქმნების ხასიათის მიხედვით მიკუთვნებული იქნა ოთხ ტიპს არაორგანული ნივთიერებისა. წყალბადის ტიპში აერთიანებდნენ ნახშირწყალბადებს, ქლორწყალბადის ტიპს მიაკუთვნებდნენ ჰალოგენნაერთებს, წყლის ტიპს უკავშირებდნენ სპირტებს, მარტივ ეთერებს და სხვ, ამიაკის ტიპს ამინებს:



წყალბადის ნახშირწყალბადი ტიპი

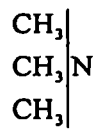
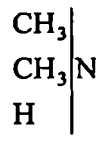
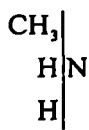
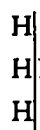
ქლორწყალბადის ჰალოგენნაერთი ტიპი



წყლის ტიპი ეთილის სპირტი

ეთილის ეთერი

ბმარმევა



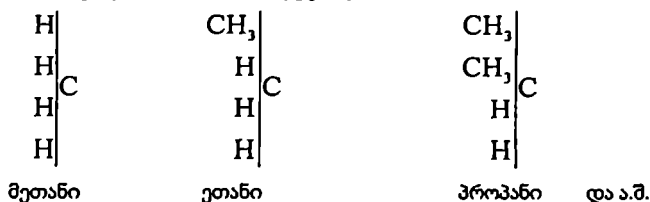
ამიაკის ტიპი

მეთილამინი

დიმეთილამინი

ტრიმეთილამინი

შემდეგ მოწოდებული იქნა სხვა ტიპებიც. მაგალითად, აკეკულემ შემოიღო მეთანის ტიპი, რომელიც ყველა უჯერი ნახშირწყალბადის საფუძველს წარმოადგენდა



ქიმიური ექსპერიმენტების შედეგად მიიღეს ისეთი ორგანული ნაერთები, რომლებიც აღარ თავსდებოდა ტიპების თეორიის ჩარჩოებში. ტიპების თეორია უძლური აღმოჩნდა დაგროვილი მასალის თეორიული განზოგადების საქმეში. საჭირო და აუცილებელი გახდა ისეთი განზოგადებული თეორიის შექმნა, რომელიც ქიმიკოსებს გამოიყვანდა შექმნილი მდგომარეობიდან.

ეს დიდი მეცნიერული მნიშვნელობის ამოცანა 1861 წელს გადაჭრა ცნობილმა რუსმა მეცნიერმა ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუტლეროვმა. მან შექმნა თეორია, რომელიც ცნობილია ორგანულ ნაერთთა აგებულების ბუტლეროვის თეორიის სახელწოდებით.

ა.მ. ბუტლეროვის ნაერთთა აგებულების თეორიის არსის ფორმულირება შეიძლება შემდეგი დებულებების სახით:

1. მოლეკულებში ატომები შეერთებულია ერთმანეთთან განსაზღვრული თანმიმდევრობით მათი ვალენტობის შესაბამისად, რითაც განპირობებულია თითოეული მოლეკულის განსაზღვრული აგებულება.
2. ნივთიერებათა თვისებები დამოკიდებულია არა მხოლოდ იმაზე თუ რომელი ატომები რა რაოდენობით შედის მოლეკულის შედგენილობაში, არამედ იმაზედაც, თუ როგორი თანმიმდევრობითაა შეერთებული ეს ატომები და როგორია მათი ურთიერთგავლენა.
3. მოლეკულის ერთნაირი ელემენტური შედგენილობისას სხვადას-

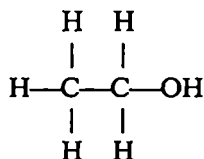
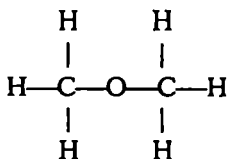
ხვა თვისებების არსებობა იზომერიითაა განპირობებული.

4. მოცემული ნივთიერების მოლეკულის ჭეშმარიტი აგებულება შეიძლება გამოიხატოს ერთადერთი განსაზღვრული ფორმულით.

ბუტლეროვისა და სხვა ქიმიკოსების შემდგომმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა დაადასტურა ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის ჭეშმარიტება.

ორგანულ ნაერთთა აღნაგობის თეორიის თანახმად ყოველ ნივთიერებას გარკვეული სტრუქტურა შეესაბამება. მოლეკულური ფორმულა გვიჩვენებს თუ რა სახის ატომებია და რა რაოდენობით ნაერთში. მაგალითად ფორმულა C_2H_6O არავითარ ცნობას არ გვაძლევს ნივთიერების აღნაგობის შესახებ. ამისათვის საჭიროა სტრუქტურული ფორმულები. ქიმიურ ფორმულებს, რომლებიც გამოსახავენ ატომების შეერთების მიმდევრობას მოლეკულაში, სტრუქტურული ფორმულები ეწოდება.

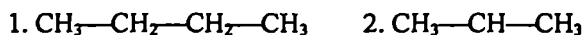
ნივთიერებებს. რომლებსაც აქვთ ერთნაირი მოლეკულური ფორმულები, მაგრამ განსხვავდებიან აღნაგობით იზომერები ეწოდებათ. ამ მოვლენას კი იზომერია. იზომერიის მოვლენის დროს შეიძლება ნივთიერების კლასი შეიცვალოს, ან იგივე დარჩეს. მაგ. მოლეკულურ ფორმულას C_2H_6O შეესაბამება ორი სტრუქტურული ფორმულა ანუ ორი იზომერი.



მარტივი ეთერი

ეთილის სპირტი

ნახშირწყალბადების მაგალითზე იზომერია ასე გამოისახება



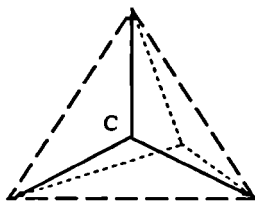
ნ - ბუტანი

იზობუტანი

ორივე ბუთანის იზომერებია, რომლის მოლეკულური ფორმულაა C_4H_{10} არსებობს იზომერიის რამდენიმე სახე:

1. სტრუქტურული იზომერია:
2. გეომეტრიული იზომერია:
3. მდებარეობის იზომერია:
4. ოპტიკური იზომერია და სხვ.

ქიმიური აგებულების თეორიის შემდგომ საფეხურს წარმოადგენს სტერეოქიმიური თეორიის შექმნა, რომელიც 1874 წელს ჩამოაყალიბეს ჰოლანდიელმა მეცნიერმა ვანტ-ჰოფმა და ფრანგმა ლე-ბელმა. ამ თეორიის თანახმად ნაჯერ ნახშირწყალბადებს სიბრტყითი გამოსახულება კი არ გააჩნიათ, არამედ ისინი წარმოადგენენ სივრცითი აგებულების ტეტრაედრებს მაგალითად მეთანის მოლეკულის ტეტრაედრული მოდელი ასე გამოისახება:



ატომიდან გამავალი ოთხი ცალმაგი ბმა ერთმანეთთან ტეტრაედრულ კუთხეებს ქმნის, რომელიც ტოლია $109^{\circ}28'$. ცენტრში C-ს ატომი იმყოფება, ხოლო წვეროებში წყალბადის ატომები. უკანასკნელი ასწლეულების მანძილზე ქიმიამ, ისე როგორც არცერთმა სხვა მეცნიერებამ, შეიძინა წონა და მნიშვნელობა. ამას ხელი შეუწვევს ისეთმა ქიმიკოსებმა, როგორებიც იყვნენ ლიბიხი, ველერი, კეკულე, ბუტლეროვი და სხვები მათ მიერ ჩატარებული გამოკვლევების შედეგების პრაქტიკაში გამოყენებამ ღრმა კვალი დაატყო ადამიანთა ცხოვრებას. ამით არის განპირობებული ჩვენს დროში ინტერესი ქიმიის ისტორიისადმი და აგრეთვე დიდი ქიმიკოსების ცხოვრებისა და შემოქმედებისადმი.

1.3. ცნობილი მეცნიერების როლი ორგანული ქიმიის განვითარებაში

სხვა საზღვარგარეთელ მეცნიერებთან ერთად განუზომელია რუსი და საბჭოთა ქიმიკოსების როლი მსოფლიო ქიმიური მეცნიერების და განსაკუთრებით ორგანული ქიმიის განვითარების საქმეში.

იენს იაკობ ბერცელიუსი (1779-1848) გამოჩენილი შვედი ქიმიკოსი, რომლის მოღვაწეობას მსოფლიო ქიმიური მეცნიერების ისტორიაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ბერცელიუსის ლაბორატორია სტოკჰოლმში წარმოადგენდა თავისი დროის უმნიშვნელოვანეს სამეცნიერო ცენტრს, სადაც იგი ზრდიდა მომავალ ქიმიკოსებს ევროპის სხვადასხვა ქვეყნიდან. ყველაზე გამოჩენილები მისი მოწაფეებიდან იყვნენ გ.გმელინი, გ.როზე, ე. მიჩერლიხი და ფ.ველერი.

ი.ბერცელიუსი იყო შვეციის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი, შემდეგ მისი პრეზიდენტი. ბერცელიუსის უმნიშვნელოვანეს წვლილს ქიმიის განვითარებაში წარმოადგენს მის მიერ დალტონის ატომისტიკური თეორიის დამუშავება. შექმნა მრავალრიცხოვანი ქიმიური აპარატურა. უმნიშვნელოვანესია მის მიერ ატომური მასების ცხრილის შექმნა. აგრეთვე ბერცელიუსმა სრულყო ქიმიური ნომენკლატურა და სიმბოლიკა. მისი წინადადებით შემოვიდა ხმარებაში ქიმიური ელემენტების აღსანიშნავად მათი ლათინური სახელების პირველი ასოები. ბერცელიუსმა აღმოაჩინა დაახლოებით რვა ელემენტი. მან სრულყო ორგანული ანალიზის განვითარებისათვის აუცილებელი რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდი. ბერცელიუსმა შემოიტანა ცნებები იზომერიისა და პოლიმერიის შესახებ. მან გამოაქვეყნა დაახლოებით 250-მდე ნაშრომი, მათ შორის დიდი მრავალტომეული სახელმძღვანელო ქიმიაში, რომელმაც გაუძლო რამდენიმე გამოცემას. მისმა შრომებმა არსებითი გავლენა მოახდინეს თანამედროვე ქიმიის განვითარებაზე

კარლ შორლემერი (1834-1892). გერმანელი პროფესორი შორ-

ლემერი იყო მარტივი ნახშირწყალბადების ფუძემდებელი, კერძოდ, ნაჯერი ნახშირწყალბადების ალკანების, რომელთა შესახებ იმ დროს ცოტა იყო ცნობილი. მან ისინი შეისწავლა საფუძვლიანად, ხოლო ზოგი მათგანი მიიღო პირველად სუფთა სახით. ამგვარად, შორლემერმა გარდაქმნა ორგანული ქიმიის მთელი სისტემა და პირველად აჩვენა ეს თავის კლასიკურ სახელმძღვანელოში.

თავისი მოღვაწეობის დროს შორლემერი მივიდა ორგანული ქიმიის განმარტებამდე, რომელიც მას მიაჩნდა «ნახშირწყალბადების და მათი ნაწარმების ქიმიად».

ფრიდრიხ ველერი (1800-1882). ფ.ველერი ითვლება თანამედროვე ორგანული ქიმიის ერთ-ერთ ფუძემდებლად. სწორედ მისი მოღვაწეობის დროს მოხდა ორგანული ქიმიის გამოყოფა დამოუკიდებელი მეცნიერების სახით.

ველერმა თავისი ქიმიური განათლების მიღება დაასრულა სტოკჰოლმში ბერცელიუსთან. გერმანიაში დაბრუნების შემდეგ თვითონ შექმნა უძლიერესი სკოლა. ველერის ყველაზე გამოჩენილი მოწაფეები იყვნენ გ.კოლბე, რ. ფიტიგი, ფ.ბეილშტეინი.

ველერმა ლიბიხთან ერთად შეისწავლა ბენზომჟავის რადიკალი. ამ ნაშრომმა ხელი შეუწყო რადიკალების თეორიის შექმნას და ორგანული ნაერთების კლასიფიკაციას 1824 წელს ველერმა დიციანის ჰიდროლიზით მიიღო მჟაუნმჟავა. სიახლეს ამ ნაშრომში წარმოადგენდა ის, რომ ნაერთი პირველად იყო მიღებული საწყისი არაორგანული ნივთიერებიდან. ორგანული ქიმიის განვითარებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა 1828 წელს ციანმჟავა ამონიუმის გადაჯგუფებით შარდოვანას სინთეზს, რამაც შეურყია საფუძველი იმ დროისათვის გაბატონებულ ვიტალისტურ თეორიას ფ.ველერმა პირველმა მიიღო აცეტილენი კალციუმის კარბიდზე წყლის მოქმედებით. მან ასევე დიდი სამუშაოები ჩაატარა არაორგანულ ქიმიაში. ასევე დიდია მისი წვლილი ქიმიის განვითარებაში შეტანილი შესანიშნავი და მრავალფეროვანი ლიტერატურული მოღვაწეობით.

იუსტუს ფონ ლიბიხი (1803-1873). გამოჩენილმა გერმანელმა

ქიმიკოსმა უმაღლესი განათლება მიიღო პარიზში, სადაც მისი მასწავლებლები იყვნენ ჟ.გეი-ლუსაკი, ლ. ტენარი, ჟ.ლამარკი, დ.არაგო, პ.დიულონგი, გადამწყვეტი გავლენა ლიბიხის სამეცნიერო განვითარებაზე იქონია ა.ჰუმბოლტმა 21 წლის ლიბიხი დანიშნული იქნა პროფესორად ჰესენის უნივერსიტეტში, სადაც მან მოაწყო ლაბორატორია, რომელიც სამაგალითო იყო გერმანიის უნივერსიტეტებს შორის. აქ დაიწყო ჩამოსვლა ქიმიკოსებმა სხვადასხვა ქვეყნიდან. ლიბიხის ყველაზე გამოჩენილ მოწაფეებს შორის იყვნენ ა.გოფმანი, ა.კეკულე, ერლენმეიერი, ჟერარი, ვიურცი, ზინინი, ვოსკრესენსკი.

ი.ლიბიხი არჩეული იყო ბავარიის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტად. ლიბიხის წვლილი ორგანული ქიმიის განვითარებაში შეიძლება შევადაროთ ბერცელიუსის წვლილს არაორგანულ ქიმიაში. მან სრულყო მანამდე არსებული ორგანული ნივთიერებების ანალიზის მეთოდები და აპარატურა. ლიბიხი იყო ერთ-ერთი ავტორი ორგანულ ქიმიაში პირველი «რადიკალების თეორიის». მის მიერ ჩატარებული იყო უმნიშვნელოვანესი ექსპერიმენტული გამოკვლევები ისეთი ორგანული ნაერთების, როგორიცაა გოგირდმჟავის მონოეთილის ეთერი, აცეტალდეჰიდი, აცეტალი, ქლორალი და ა.შ. ლიბიხს ძალზე მნიშვნელოვანი ნაშრომები აქვს აგროქიმიაში, მისი მოღვაწეობით იქნა დანერგილი გერმანიის სოფლის მეურნეობაში ქიმიური სასუქების გამოყენება, ლიბიხი ეწეოდა ნაყოფიერ სამეცნიერო - ლიტერატურულ მუშაობას.

დიდი მნიშვნელობისაა მისი ჟურნალი «ქიმიის ანალები». ლიბიხმა აჩვენა, თუ როგორ შეიძლება ქიმიის შესახებ წერა ერთლდროულად როგორც მეცნიერულად ისე პოპულარულად.

ნიკოლოზ ნიკოლოზის ძე ზინინი (1812-1880) ნ. ზინინი დაიბადა ქ. შუშაში, დღევანდელი აზერბაიჯანის რესპუბლიკის ტერიტორიაზე. საშუალო განათლების მიღების შემდეგ 1830 წელს იგი შევიდა ყაზანის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკურ ფაკულტეტზე. უნივერსიტეტის რექტორმა მათემატიკოსმა ლობაჩევსკიმ სათანადოთ შეაფასა მისი მრავალმხრივი ნიჭი. უნივერსიტეტის დამთავრე-

ბის შემდეგ იგი მექანიკის, ჰიდროსტატიკის და ჰიდრავლიკის დოცენტია. მოგვიანებით იგი ასწავლიდა ასტრონომიას და ქიმიას. სამაგისტრო დისერტაცია ზინინმა დაიცვა ქიმიაში. იგი სხვა ახალგაზრდა მეცნიერებთან ერთად გაგზავნილი იქნა საზღვარგარეთ, კერძოდ ზინინი მუშაობდა დიდი ხნის განმავლობაში გერმანიის ქ. ჰესენში ცნობილი ქიმიკოსის ლიბიხის ლაბორატორიაში. იყო აგრეთვე საფრანგეთში, ინგლისში და დასავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებში. უცხოეთიდან დაბრუნების შემდეგ ზინინი იცავს დისერტაციას და იგი ყაზანის უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის კათედრის პროფესორია. მისი სამეცნიერო ინტერესების ყველაზე მნიშვნელოვან მიმართულებას წარმოადგენდა ორგანული ნაერთების, კერძოდ ნიტრონაერთების აღდგენის შესწავლა. ზინინის მიერ დამუშავებულმა მეთოდებმა დიდი გამოყენება ჰპოვა ორგანულ ქიმიაში და საფუძვლად დაედო სინთეზური საღებავების სამრეწველო მიღების პროცესს. ცნობილმა გერმანელმა ქიმიკოსმა ა. ჰოფმანმა მაღალი შეფასება მისცა ზინინის აღმოჩენას, როცა 1880 წელს გერმანიის ქიმიკოსთა საზოგადოების სხდომაზე განაცხადა: « ნ. ზინინს ნიტრობენზოლის ანილინად აღდგენის გარდა სხვა რომ არაფერი გაეკეთებინა, მისი სახელი მაინც ოქროს ასოებით შევიდოდა ქიმიის ისტორიაში ». ზინინს ეკუთვნის აგრეთვე აღმოჩენა ისეთი დიდი მნიშვნელობის შიგამოლეკულური რეაქციისა, როგორიცაა ბენზიდინური გადაჯგუფება. მას ეკუთვნის აზონაერთების კლასის და შემდეგ აზოსაღებრების მიღება და სხვ.

ნ. ზინინი არჩეული იყო პეტებურგის მეცნიერებათა აკადემიის წევრად. ზინინი იყო რუსეთის ქიმიური საზოგადოების ერთ-ერთი დამაარსებელი და მისი პრეზიდენტი ათი წლის განმავლობაში. მან დაარსა თავისი სკოლა რუსეთში. მისი მოწაფეები იყვნენ გამოჩენილი რუსი ქიმიკოსები: ნ. ბეკეტოვი, ა. ბოროდინი, ლ. შიშკოვი და უპირველეს ყოვლისა ა. ბუტლეროვი.

მარსელ ბერთლო (1827-1907). ფრანგი მ. ბერთლო იყო მრავალმხრივ ერუდირებული ქიმიკოსი. მისმა ნაშრომებმა დიდად შეუწყო

ვს ხელი ორგანული ქიმიის დამოუკიდებელ მეცნიერებად ჩამოყალიბებას. ბერთლო ორგანული სინთეზის ერთ-ერთი ფუძემდებელია. მან იპოვა მარტივი ნახშირწყალბადების მიღების ხერხები. აჩვენა მმარმჟავის და ჭიანჭველის მჟავის მიღების გზები ნახშირბადის ოქსიდიდან და კალციუმის ჰიდროქსიდიდან. ბერთლომ აქტიური მონაწილეობა მიიღო ეთილენიდან ეთილის სპირტის სინთეზის მეთოდის დამუშავებაში. უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა ბერთლოს მიერ ცხიმების სინთეზის განხორციელებას. მანვე საბოლოოდ დაამტკიცა გლიცერინის სამატომიანობა. მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტებით ბერთლომ შემლო მიეღო აცეტილენი, ხოლო შემდეგ დაამტკიცა, რომ ეს ნივთიერება ტრიმერიზდება ბენზოლად. გარდა ორგანული ქიმიისა ბერთლოს აქვს უმნიშვნელოვანესი ნაშრომები ფიზიკურ ქიმიაში, ფიზიოლოგიურ ქიმიაში და აგროქიმიაში, სიცოცხლის ბოლო წლებში მუშაობდა ქიმიის ისტორიაში.

მ. ბერთლო სარგებლობდა უდიდესი პატივისცემით მთელ მსოფლიოში. იგი იყო საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი. არჩეული იყო ბავარიის მეცნიერებათა აკადემიის საპატიო წევრად, გერმანიის ქიმიკოსთა საზოგადოების საპატიო წევრად. ბერთლოს ყველაზე ცნობილი მოწაფე იყო გამოჩენილი ფრანგი ქიმიკოსი პოლ საბატიე, რომელიც დაჯილდოებული იყო ნობელის პრემიით.

ავგუსტ კეკულე (1829-1896). გამოჩენილი გერმანელი ქიმიკოსი ა. კეკულე დაიბადა ქ. დარმშტადტში. მან დაამთავრა ჰესენის უნივერსიტეტი, სადაც ისმენდა ლიბიხის ლექციებს. ამის შემდეგ იგი დიდი ხნით იმყოფებოდა პარიზში, სადაც მუშაობდა ჟ. დიუმას, ა. ვიურცის და შ. ჟერარის ლაბორატორიებში. სამეცნიერო ხარისხის მოპოვების შემდეგ იგი სამუშაოდ მიემგზავრება ინგლისში. ამ დროისათვის კეკულეს უკვე გააჩნია მნიშვნელოვანი ნაშრომები ორგანულ ქიმიაში. მან სრულყო დიუმასა და ჟერარის ტიპების თეორია, როცა შეიტანა მასში მეთანის ტიპი, როგორც საფუძველი მრავალრიცხოვანი ორგანული ნაერთებისათვის. თუმცა კეკულეს ესმოდა ამ

თეორიის არასაკმარისობა. 1859 წელს ა. კეკულემ გამოსცა მოსაზრება ნახშირბადის ატომის ოთხვალენტოვნობის შესახებ. სულ მალე კეკულემ ამ მოსაზრებას დაუკავშირა იდეა იმის შესახებ, რომ ნახშირბადის ატომებს აქვთ უნარი წარმოქმნან გრძელი ჯაჭვები. შემდეგ ეს მოსაზრებები დაედო საფუძვლად ქიმიური აღნაგობის თეორიას.

უდიდესია კეკულეს დამსახურება ბენზოლის აგებულების დადგენაში. 1866 წელს მან გამოთქვა ჰიპოთეზა ბენზოლის აგებულებაზე, რომლის მიხედვით ბენზოლის მოლეკულაში მონაცვლეობენ მარტივი და ორმაგი კავშირები, რამაც მიიღო ოსცილიაციის მოვლენის სახელწოდება. კეკულეს ეკუთვნის პირველად გამოთქმული მოსაზრება ნივთიერებათა სივრცითი აღნაგობის შესახებ, რაც საბოლოოდ იქნა დამტკიცებული მისი მოწაფის ვანტ-ჰოფის და მისგან დამოუკიდებლად ლე ბელის მიერ. მათ მიერ შემოთავაზებული იქნა მეთანის ტეტრაედრული მოდელი, რომელიც დღესაც გამოიყენება. ა. კეკულე ორგანული ქიმიის კლასიკოსია იგი წლების განმავლობაში იყო ბონის უნივერსიტეტის პროფესორი. მისმა ცნობილმა მოწაფეებმა, როგორც იყო მაგ. ა. ბაიერი გააგრძელეს მისი საქმე.

ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუტლეროვი (1828-1886) გამოჩენილი რუსი ქიმიკოსი ა. ბუტლეროვი დაიბადა ყაზანის გუბერნიის ქ.ჩისტოპოლში. დაამთავრა ყაზანის უნივერსიტეტი. მისი მასწავლებლები იყვნენ პროფესორები კ. კლაუსი და ნ. ზინინი. პროფესორი ბუტლეროვი წლების განმავლობაში ასწავლიდა ყაზანის უნივერსიტეტში, რომლის რექტორიც შემდეგ გახდა. 1861 წელს მორიგი სამეცნიერო მივლინების დროს ქ. შპეიერში გერმანელი ბუნებისმეტყველებისა და ექიმების ყრილობაზე გამოვიდა თავისი ცნობილი მოხსენებით "ნივთიერებების ქიმიური აგებულების შესახებ", რომელშიც გადმოსცა ორგანული ნაერთების აგებულების თავისი თეორიის ძირითადი დებულებები. ა. ბუტლეროვი მიწვეული იქნა პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად. არამარტო სტუდენტები, არამედ მრავალი პროფესორი გაჰყვებოდა აუდიტორი-

ებში ისმენდა მის ლექციებს.

ბუტლეროვი იყო დიდი ექსპერიმენტატორი. მან დაამუშავა სინთეზის ახალი მეთოდები და მიიღო მრავალი ახალი ორგანული ნივთიერება. მაგ. მეთანდიოლი, ძმარმჟავის ეთერები, პარაფორმალდეჰიდი, ჰექსამეთილენტეტრაამინი (უროტროპინი), პირველი შაქარმაგვარი ნივთიერება და სხვ. უდიდესია ბუტლეროვის დამსახურება იზომერიის მოვლენის შესწავლაში. მისი მოწაფეები იყვნენ ვ. მარკოვნიკოვი, ა. ზაიცევი, ლ. პოპოვი.

ნიკოლოზ დიმიტრის ძე ზელინსკი (1861-1953). ნ.ზელინსკი დაიბადა ქ. ტირასპოლში. დაამთავრა ოდესის უნივერსიტეტი, სადაც ისმენდა ცნობილი პროფესორების მეჩნიკოვის და სერგოვის ლექციებს. ზელინსკის სამაგისტრო და სადოქტორო დისერტაციები იყო პირველი დიდი ნაშრომი სტერეოქიმიაში რუსულ ენაზე. ზელინსკი მიწვეული იქნა პროფესორად მოსკოვის უნივერსიტეტში. ზელინსკის სამეცნიერო მუშაობა მრავალმხრივი იყო. იგი იკვლევდა რეაქტივების მიმდინარეობას წნევის ქვეშ, პოლიმერიზაციის პროცესებს, ნავთობქიმიის პრაქტიკულ საკითხებს, ცილების თვისებებს, უდიდესი მნიშვნელობისაა ზელინსკის ნაშრომები კატალიზში.

1929 წელს ზელინსკი არჩეული იყო საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად. მისი მეცნიერული მიღწევები არაერთგზის იქნა აღნიშნული მაღალი ჯილდოებით და პრემიებით. ზელინსკის მიერ შექმნილი სკოლის მრავალრიცხოვანი მოწაფეებიდან ყველაზე ცნობილი მეცნიერები არიან ლ. ჩუგაევი, ს. ნამიოტკინი და ა. ნესმეიანოვი.

ვლადიმერ ვასილის ძე მარკოვნიკოვი (1832-1904). ვ. მარკოვნიკოვი იყო ყაზანის უნივერსიტეტის პროფესორი და ა. ბუტლეროვის სახელგანთქმული მოწაფე, რომელიც შემდეგ გახდა მისი კოლეგა და თანამოაზრე ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის გაღრმავების საქმეში. მარკოვნიკოვი ზუსტი ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მოლეკულაში ატომები ერთმანეთზე ახდენენ გავლენას. ვ. მარკოვნიკოვმა შეისწავლა რა

უჯერ ნახშირწყალბადებზე ჰალოგენწყალბადებების მოქმედება, აღმოაჩინა უაღრესად დიდი მნიშვნელობის ქიმიური მოვლენა, რომელიც ცნობილია მარკოვნიკოვის წესის სახელწოდებით. კავკასიის ნავთობების გამოკვლევით მან მათში აღმოაჩინა ციკლოპარაფინები, რომლებმაც მისი წინადადებით მიიღეს ნაფტენების სახელწოდება.

ემილ ფიშერი (1852-1919). ემილ ფიშერი კლასიკური ორგანული ქიმიის ერთ-ერთი გამოჩენილი წარმომადგენელია. ასევე ფიშერმა ჩაუყარა საფუძველი ბიოქიმიას. ე. ფიშერი დაიბადა გერმანიის ქ. ეისკირჰენში. მან ქიმიის შესწავლა დაიწყო ა. კეკულესთან ბონში, ხოლო შემდეგ გააგრძელა სტრასბურგში. კეკულეს მოწაფე ა. ბაიერთან. ფიშერის მეცნიერული ინტერესების სფეროში შედიოდა ცილები, შაქრები, პურინის ნაწარმები, საღებრები. იგი წლების განმავლობაში დაკავებული იყო ცილების სინთეზით. მან პირველმა დაადგინა, რომ ამინომჟავები წარმოადგენენ იმ «აგურაკებს» რომელთაგან შედგებიან ცილები. ფიშერმა მალე დაასინთეზა დიჰეპტიდი, ხოლო 1907 წელს მიიღო სინთეზური ოქტადეკაპეტიდი, აგებული სხვადასხვა ამინომჟავების 18 მოლეკულისაგან. ე. ფიშერის მიერ დადგენილი იქნა საქარიდების აგებულება, თავის მასწავლებლის ა. ბაიერის რჩევით ფიშერმა ჩაატარა დიდი გამოკვლევები საღებრების სფეროში. 1902 წელს შაქრების და პურინის ნაწარმების კვლევისათვის მიენიჭა ნობელის პრემია ქიმიაში.

სერგი ვასილის ძე ლეხედევი (1874-1934). დაამთავრა პეტერბურგის უნივერსიტეტი. იყო ლენინგრადის სამხედრო-სამედიცინო აკადემიის პროფესორი. დაწვრილებით შეისწავლა შეუღლებულ ორმაგკავშირიანი ნაერთების ჰიდრირება. ს. ლეხედევი არის სინთეზური კაუჩუკის საბჭოთა მრეწველობის შემქმნელი. მან პირველმა ეთილის სპირტიდან საწარმოო მასშტაბით მიიღო დივინილი და ამ უკანასკნელიდან კი სინთეზური კაუჩუკი. მის სახელთან დაკავშირებულია უჯერი ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაციის ორიგინალური მეთოდების შემუშავება და პოლიმერიზაციის პროცესების შესწავლა.

ჰერმან შტაუდინგერი (1881-1965). ბერცელიუსის მიერ 1837 წელს «პოლიმერიის» ცნების შემოტანის შემდეგ განვლო საუკუნის ნახევარმა, სანამ პოლიმერულმა პროდუქტებმა ისევ არ მიიპყრეს ქიმიკოსების ყურადღება. 1860 წელს უილიამსმა აღწერა იზოპრენის წარმოქმნა, ხოლო რამოდენიმე წლის შემდეგ ბაიერმა აღმოაჩინა ფენოლის ალდეჰიდთან კონდენსაციით წარმოქმნილი ქელატინის მსგავსი კონსისტენციის პროდუქტი.

მაღალმოლეკულური ნაერთების ქიმიის თეორიის საფუძვლების შექმნა დაკავშირებულია ჰერმან შტაუდინგერის მეცნიერულ ნაშრომებთან, რომელიც თავისი გამოკვლევებისათვის ამ სფეროში 1953 წელს დაჯილდოებული იქნა ნობელის პრემიით ქიმიაში.

ჰ.შტაუდინგერი დაიბადა გერმანიის ქ. ვორმსში. დაამთავრა ჰალეს უნივერსიტეტი. 1903 წელს დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე «მალონმჟეას ეთერის უჯერ ნაერთებთან მიერთების შესახებ». იგი მუშაობდა სტრასბურგის უნივერსიტეტში, საიდანაც მიიღო მიწვევა კარლსრუეს უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებელში პროფესორის ადგილზე. 1912 წელს შტაუდინგერი მიწვეულ იქნა შვეიცარიის უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებელში ციურიხში, სადაც მან დაიწყო ბუნებრივი და სინთეზური მაღალმოლეკულური ნივთიერებების კვლევა. შტაუდინგერმა ახსნა მრავალი ასეთი ნივთიერების აგებულება, დასახა მათი კვლევის და სინთეზის გზები. მან დაამტკიცა, რომ კაუჩუკი და სხვა კოლოიდური ნივთიერებები წარმოადგენენ ნაერთებს, რომელთა მოლეკულები შედგებიან უზარმაზარი რიცხვი ატომებისაგან (ათასიდან მილიონამდე) და ისინი დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან ჩვეულებრივი სავალენტო ძალებით. შტაუდინგერმა მსგავსი მოლეკულების სახელწოდებათ შემოიტანა ტერმინი «მაკრომოლეკულები». ყველა თავისი მოსაზრების დასამტკიცებლად შტაუდინგერმა შექმნა კვლევის სრულიად ახალი მეთოდები, მან შემოიღო მრავალი სინთეზური მაღალმოლეკულური ნივთიერება. მრავალწლიანი პოლემიკის შემდეგ მის მოწინააღმდეგე მეცნიერებთან, შტაუდინგერს მისმა შრომებმა საერთაშორისო აღი-

რება მოუტანეს.

ალექსანდრე ნიკოლოზის ძე ნესმეიანოვი (1899-1980). დაიბადა მოსკოვში. სსრკ-ს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი. დაამთავრა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. 1932 წ. მუშაობა დაიწყო იქვე. 1935 წლიდან პროფესორი. 1944 წლიდან არა-ორგანული ქიმიის კათედრის გამგე. 1944-48 წწ-ში ქიმიური ფაკულტეტის დეკანი. 1948-51 წწ-ში რექტორი. 1951-61 წწ-ში სსრკ-ს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტი. 1954 წლიდან ელემენტორგანული ნაერთების ინსტიტუტის დირექტორი. იყო საზღვარგარეთის მრავალი აკადემიის წევრი. სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი.

ა.ნ. ნესმეიანოვის სახელთან დაკავშირებულია საერთოდ ელემენტორგანული და განსაკუთრებით ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთების მიღება და მათი ქიმიური ბუნების ფუნდამენტალური შესწავლა. ა.ნ.ნესმეიანოვმა დაადგინა სხვადასხვა ელემენტებისაგან ელემენტორგანული ნაერთების წარმოქმნის ზოგადი კანონზომიერება. დიაზომეთილის სინთეზით მან მიიღო ვერცხლისწყლის არომატული ნაერთები. ა.ნ.ნესმეიანოვმა თანამშრომლებთან ერთად დაამუშავა უჯერი ნახშირწყალბადების მეტალური ნაწარმების ქიმია. მანვე ახსნა ტაუტომერიის მოვლენა და დაადგინა მთელი რიგი კანონზომიერებანი ჩანაცვლების სტერეო-ქიმიაში.

ნიკოლოზ ნიკოლოზის ძე სემიონოვი (1896-1987). ნ. სემიონოვი დაიბადა რუსეთის ქ. სარატოვში. 1917 წელს დაამთავრა პეტერბურგის უნივერსიტეტი. იგი იყო გამოჩენილი საბჭოთა ფიზიკოსის ა. იოფეს მოწაფე და თანამშრომელი. სემიონოვი იყო ლენინგრადის ქიმიური ფიზიკის ინსტიტუტის დირექტორი, რომელიც 1944 წელს მოსკოვში იქნა გადატანილი და მისი დირექტორი ნ. სემიონოვი გახდა მოსკოვის ლომონოსოვის სახელობის უნივერსიტეტის პროფესორი. სემიონოვი იყო სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი და მისი ვიცე-პრეზიდენტი.

ნ. სემიონოვის მეცნიერული შრომები მიძღვნილია რეაქციების კინეტიკის და ჯაჭვური რეაქციების თეორიის კვლევისადმი. 1956

წელს მას და ინგლისელ მეცნიერს ს. ხინშელვუდს ქიმიური რეაქციების მექანიზმების გამოკვლევისათვის მიენიჭათ ნობელის პრემია ქიმიაში.

ლაინუს პოლინგი (1901-1994). ლაინუს პოლინგი დაიბადა აშშ-ის ქ. პორტლენდში. დაამთავრა კალიფორნიის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი. დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია და ხელმძღვანელობდა ქიმიის კათედრას. ამის შემდეგ მან მიღო სტიპენდია და გაემგზავრა ევროპაში სამეცნიერო მუშაობისათვის. მუშაობდა მიუნხენში, ციურიხში და კოპენჰაგენში ზომერფელდის, შრედინგერის და ბორის ხელმძღვანელობით. პოლინგი კვანტური მექანიკის დახმარებით შეისწავლიდა ქიმიური კავშირის პრობლემებს. მან შეიტანა უდიდესი წვლილი ქიმიაში სტრუქტურული თეორიის განვითარებაში. პოლინგმა შემოიღო ცნება ქიმიური კავშირის ჰიბრიდიზაციის შესახებ. კლასიკური სტრუქტურული თეორიის ნაცვლად პოლინგმა დაამუშავა ე.წ. «რეზონანსის თეორია», ყველა იმ გამოკვლევისათვის რომლებმაც დასახეს გზები ფიზიკის და ქიმიის უახლესი მიღწევების გამოყენებისა ბიოლოგიასა და მედიცინაში პოლინგი 1954 წელს დაჯილდოებულ იქნა ნობელის პრემიით ქიმიაში. მისი მეცნიერული მიღწევების აღიარებას წარმოადგენდა ის. რომ იგი არჩეული იყო 15 აკადემიის საპატიო წევრად, მათ შორის სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის. იგი ავტორია 250 უდიდესი მნიშვნელობის სამეცნიერო პუბლიკაციისა. პოლინგი იყო უდიდესი წარმომადგენელი მოძრაობისა მშვიდობისათვის აშშ-ში. უდიდესი დამსახურების აღსანიშნავად 1963 წელს პოლინგი დაჯილდოებული იქნა ნობელის პრემიით მშვიდობისათვის.

ალექსანდრე პორფირის ძე ბოროდინი (1838-1887). ა.ბოროდინი დაიბადა პეტერბურგში. საქართველოში არ ივიწყებენ, რომ ბოროდინი ქართველია, იგი იმერელი თავადის ლუკა გედევანიშვილის ვაჟია. 2004 წლის იანვარში თბილისში აღინიშნა გენიალური კომპოზიტორის, რუსული სიმფონიზმის მამამთავრის ალექსანდრე ბოროდინის 170 წლის იუბილე. სანამ ბოროდინს უდიდეს კომპოზი-

ტორად გაიცნობდა მსოფლიო, იგი იყო თავისი დროის დიდი ქიმიკოსი, ექიმი, გენერალი, პედაგოგი, საზოგადო მოღვაწე, რუსეთის ქიმიკოსთა საზოგადოების დამფუძნებელი. ა. ბოროდინი იყო პეტერბურგის უნივერსიტეტის პროფესორი და პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი. ა. ბოროდინის მასწავლებელი იყო გამოჩენილი რუსი ქიმიკოსი ნ. ზინინი. ბოროდინს ორგანულ ქიმიაში ეკუთვნის მრავალი გამოკვლევა. განსაკუთრებით საინტერესოა მის მიერ ახსნილი ალდოლური კონდენსაცია, რომელიც ბოროდინის რეაქციის სახელითაა ცნობილი. ბოროდინის შესახებ თავიანთ შეხედულებებს ასე გამოხატავენ გამოჩენილი ადამიანები: მენდელეევი ამბობდა, ბოროდინი უფრო მეტს გააკეთებდა ქიმიაში, მუსიკას რომ არ მოეცდინაო, ხოლო ჩაიკოვსკი სინანულით დასძენდა, ბოროდინი ტალანტია, თანაც ძლიერი, მაგრამ ბრმა ბედისწერის მსხვერპლია, იგი დაღუპა იღბალმა, რომელმაც ცოცხალი მუსიკა-ლური შემოქმედების ნაცვლად, ქიმიის კათედრაზე მოიყვანაო!!! უიღბლობაა ისიც, რომ ძალიან ადრე, 53 წლის ასაკში გარდაიცვალა.

ამ საყვედურების მიუხედავად მი.: სახელს სიმაყით წარმოთქვამენ მუსიკოსებიც და ქიმიკოსებიც.

ვასილ მოსეს ძე პეტრიაშვილი (1842-1908). ვასილ პეტრიაშვილი დაიბადა თბილისიდან ათიოდე კილომეტრის დაშორებით სოფ. წალასყურში. მომავალი დიდი ქართველი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე დაიბადა მღვდლის ოჯახში. მას ძნელი ბავშვობა ჰქონდა. დაამთავრა სასულიერო სემინარია, შემდეგ გიმნაზია და მამის წინააღმდეგობის მიუხედავად სწავლა გააგრძელა ოდესის უნივერსიტეტში საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტზე. ვ.პეტრიაშვილ-მა თავიდანვე გამოიჩინა თავი და იგი უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ დატოვეს კათედრაზე სამუშაოდ. მისი მასწავლებლები იყვნენ პროფესორები: ი.სერენოვი, ი.მეჩნიკოვი, ნ. კოვა-ლევსკი, ნ. უმოვი.

ვ. პეტრიაშვილი მალე იცავს საკანდიდატო დისერტაციას თემაზე «ზოზენზილის ჯგუფის შესწავლის მასალები» და ხდება დოცენტი. შემდეგ მიემგზავრება მივლინებით გერმანიაში და იქ მუშა-

ოზს აკეკულებს ლაბორატორიაში. ოდესაში დაბრუნების შემდეგ საჯაროდ ბრწყინვალედ იცავს სადოქტორო დისერტაციას «მონო და დიოქსიმალონმჟავების შესახებ». მას ირჩევენ პროფესორად. ვ. პეტრიაშვილი კიდეც მრავალჯერ იმყოფებოდა საზღვარგარეთ სამეცნიერო მივლინებით, მათ შორის პარიზში, სადაც ისმენდა ბერთლოს, ვიურცის და სენკლერდევლის ლექციებს. პროფ. პეტრიაშვილის გამოკვლევებს დიდ შეფასებას აძლევდნენ ცნობილი საზღვარგარეთელი მეცნიერები. მისი მოწაფე იყო შემდგომ გამოჩენილი აკადემიკოსი ნ. ზელინსკი. ვ. პეტრიაშვილი 40 წლის განმავლობაში მოღვაწეობდა უნივერსიტეტში იყო ჯერ დეკანი, ხოლო სიცოცხლის ბოლო წლებში ასრულებდა რექტორის მოვალეობას. პეტრიაშვილი ვერ მოესწრო საქართველოში უნივერსიტეტის გახსნას მისი ნეშტი 1961 წელს გადმოსვენებული იქნა და დაკრძალულია ვაკის ქართველ მოღვაწეთა პანთეონში.

პეტრე გრიგოლის ძე მელიქიშვილი (1850-1927). პ.მელიქიშვილი დაიბადა თბილისში დიდი მეცენატის და საზოგადო მოღვაწის ოჯახში. გიმნაზიის დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა ოდესის უნივერსიტეტში, რომლის დამთავრების შემდეგ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე «აზო და აზოქსიბენზილის იზომერული ნაერთების შესახებ». ამის შემდეგ მიემგზავრება საზღვარგარეთ, სადაც ისმენს ცნობილი გერმანელი ქიმიკოსების ი. ვისლიცენუსის, ლ. მაიერის და კ. იუსტუსის ლექციებს. ოდესაში დაბრუნებული მელიქიშვილი იცავს სამაგისტრო დისერტაციას თემაზე "პურილმჟავას ნაწარმთა შესახებ". შემდეგ ისევ მიემგზავრება საზღვარგარეთ, ჯერ პარიზში ისმენს ცნობილი ფრანგი მეცნიერის ბერთოლეს, ხოლო შემდეგ მიუნხენში გერმანელი ბაიერის ლექციებს. ოდესაში დაბრუნებული მელიქიშვილი ამზადებს სადოქტორო დისერტაციას თემაზე «იზომერული კროტონმჟავების ნაწარმთა შესახებ», რომელიც დაიცვა წარმატებით და გახდა პროფესორი. იგი 40 წლის განმავლობაში მუშაობდა ოდესის უნივერსიტეტში. მისი ყველაზე გამოჩენილი მოწაფეები იყვნენ აკადემიკოსები: ნ. ზელინსკი, ა. ფერ-

სმანი, ვ. პისარევესკი.

პ. მელიქიშვილი და მისი მოწაფე ვ.პისარევესკი ზეჟანგების და ზემჟავების სფეროში უმნიშვნელოვანესი გამოკვლევებისთვის დაჯილდოებული იყვნენ ლომონოსოვის სახელობის დიდი პრემიით.

პ. მელიქიშვილი განსხვავებით ვასილ პეტრიაშვილისაგან მოესწრო საქართველოში უნივერსიტეტის გახსნას. 1918 წელს იგი მიიწვიეს თბილისში გახსნილ უნივერსიტეტში სამუშაოდ, რომლის პირველ რექტორად იმუშავა. სიცოცხლის უკანასკნელ დღეებამდე. პ. მელიქიშვილი 1921 წელს არჩეული იყო სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპოდენტად.

ორგანული ქიმია მჭიდრო კავშირში იმყოფება საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან, რომელთაგან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ფიზიკა. ფარმაცოლოგია, ფიზიოლოგია, ორგანული ქიმიის პირმშოა ბიოქიმია, რომელიც სწავლობს ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებს. უკანასკნელ ხანებში გარკვეულია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის დამახასიათებელი ნივთიერებების სტრუქტურა. ამან განაპირობა ის რომ შეესწავლათ მოლეკულურ დონეზე რიგი ქიმიური პროცესები, რის საფუძველზეც ჩამოყალიბდა ისეთი დიდი მნიშვნელობის მეცნიერული დარგი, როგორიცაა მოლეკულური ბიოლოგია.

უკანასკნელ ხანებში ქიმიკოს-ორგანიკოსები გაძლიერებულ კვლევით მუშაობას აწარმოებენ, ერთი მხრივ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა სტრუქტურის დადგენასა და მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების სრულყოფილად შესწავლის მიმართულებით, მეორე მხრივ მუშაობა მიმდინარეობს ისეთ ორგანულ ნაერთთა სინთეზში, რომელიც საყურადღებოა თეორიული და პრაქტიკული თვალსაზრისით. ამასთან განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ნივთიერების მოლეკულურ სტრუქტურას და ფიზიოლოგიურ აქტივობას შორის არსებული დამოკიდებულების შესწავლას.

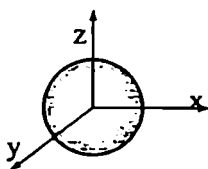
1.4. კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები ორგანულ ქიმიაში. ქიმიური ბმების ელექტრონული თეორია.

ატომი წარმოადგენს რთულ სისტემას, რომელიც შედგება ატომგულისა და ელექტრონული გარსისაგან.

ატომგულის ირგვლივ ელექტრონების განლაგება და მათი ძვრადობა კვანტური ანუ ტალღური მექანიკის კანონებით განისაზღვრება. კვანტური თეორიის თანახმად ელექტრონები, რომლებიც მოძრაობენ ატომგულის ირგვლივ, შეიძლება მისგან სხვადასხვა მანძილზე იმყოფებოდნენ. ე.ი. შეიძლება მოძრაობდნენ სხვადასხვა ენერგეტიკულ შრეზე (ორბიტალზე). ყოველ ორბიტალს შეესაბამება განსაზღვრული ენერგეტიკული დონე და განსაზღვრული მანძილი ატომგულიდან.

ორბიტალი წარმოადგენს ატომბირთვის გარშემო სივრცის იმ ნაწილს, რომელშიდაც ელექტრონის ყოფნის ალბათობა მაქსიმალურია (ორბიტალის ცნება შინაარსობრივად ემთხვევა ე.წ. ელექტრონული ღრუბლის ცნებას, ამიტომაც ამ ტერმინებს ზოგჯერ სინონიმებად იყენებენ).

კვანტური მექანიკის პრინციპის შესაბამისად ელექტრონების მდგომარეობა ატომში ხასიათდება ე.წ. 4 კვანტური რიცხვით: n , ℓ , m და s , სადაც n მთავარი კვანტური რიცხვია, რომელიც განსაზღვრავს ელექტრონის ენერგიას და მის ადგილმდებარეობას სხვადასხვა ორ-



ნახ.2. S-ატომური ორბიტალი

ბიტალში (K, L, M, N) მთავარი კვანტური რიცხვი ყოველთვის მთელი სიდიდეა $n=1, 2, 3, \dots$

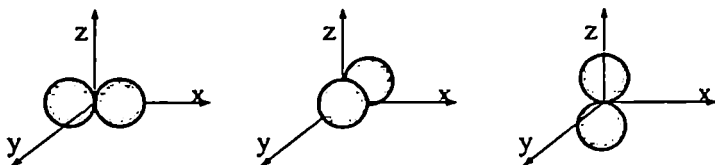
ℓ არის თანაური (ორბიტალური) კვანტური რიცხვი, რომელიც განსაზღვრავს ელექტრონული ღრუბლის ფორმას, რომელსაც შეუძლია მიიღოს

მნიშვნელობა 0-დან $(n-1)$ -მდე (ℓ ყოველთვის მთელი სიდიდეა). ℓ არ შეიძლება მეტი იყოს კვანტურ რიცხვზე $n=1$, $\ell=0$ ეს მნიშვნელობა

პასუხობს ელექტრონული ღრუბლის სფერულ ფორმას, რომლის ცენტრში იმყოფება ატომგული, ასეთ ელექტრონებს S ელექტრონებს უწოდებენ.

თუ $n=2$, $\ell=0$; 1 და ა.შ. თანაური კვანტური რიცხვის პირველი ოთხი მნიშვნელობები აღინიშნება ლათინური ნუსხური ასოებით: S, P, d, f. $\ell=1$ მნიშვნელობა პასუხობს ელექტრონულ ღრუბელს, რომელსაც აქვს მოცულობითი რვიანისებური (ჰანტელისებური) ფორმა.

ასეთ ელექტრონებს ეწოდება P ელექტრონები. P ელექტრონებს ატომში შეიძლება ჰქონდეს სამი ორბიტალი ერთნაირი ენერგიის შემცველობით, რომლებიც მიმართული არიან x, y, z კოორდინატთა ღერძის გასწვრივ და შესაბამისად P_x , P_y , P_z ატომური ორბიტალები ეწოდება.



ნახ.3. P_x , P_y , P_z ატომური ორბიტალები

ელექტრონების ზემოთ განხილული მდგომარეობები იმყოფება ერთი და იგივე ენერგეტიკულ დონეზე, მაგრამ განსხვავდებიან ენერგიის მიხედვით. P ელექტრონების ენერგია რამდენადმე აღემატება S ელექტრონების ენერგიას. ელექტრონულ ღრუბელს n -ის სხვა მნიშვნელობის დროს გააჩნია უფრო რთული ფორმები, მაგრამ მათ ორგანულ ქიმიში მცირე მნიშვნელობა აქვთ, ამიტომ აქ აღარ განვიხილავთ.

m არის მაგნიტური კვანტური რიცხვი, ახასიათებს P ორბიტალების ორიენტაციას სივრცეში და მას შეუძლია მიიღოს მნიშვნელობა -3 -დან $+3$ -მდე. თუ $\ell=0$, $m=0$, თუ $\ell=1$, $m=-1, 0, +1$ და ა.შ.

ამგვარად, კვანტური რიცხვები n , ℓ , m განსაზღვრავენ სივრცის

იმ უბანს, რომელშიაც დასაშვებია ელექტრონის მდებარეობა. ატომ-გულის ირგვლივ სივრცის ასეთ უბანს როგორც უკვე აღვნიშნეთ ეწოდება ელექტრონული ორბიტალები. ისინი შეიძლება იყვნენ შევსებული ან შეუვსებელი.

მეოთხე კვანტური რიცხვი S -სპინი ახასიათებს ელექტრონის ბრუნვას საკუთარი ღერძის გარშემო. ის ღებულობს მნიშვნელობას $+1/2$ -დან $-1/2$ -მდე. ელექტრონები, რომელთაც აქვთ კვანტური რიცხვების n, ℓ, m -ის ერთნაირი მნიშვნელობები (უკავიათ ერთი და იგივე ორბიტალი), მაგრამ განსხვავდებიან სპინებით, წარმოქმნიან ელექტრონულ წყვილს და ეს ელექტრონული წყვილები განაპირობებენ ბმების წარმოქმნას ორგანული ნაერთების მოლეკულაში.

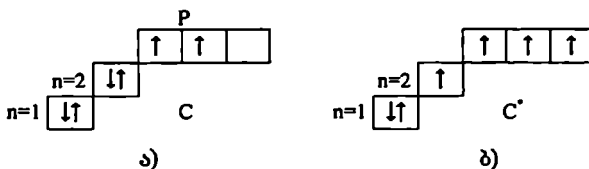
პაულის პრინციპის თანახმად ატომის ელექტრონულ გარსში არ შეიძლება იყოს ელექტრონი ოთხივე კვანტური რიცხვის ერთნაირი მნიშვნელობებით.

1.5. ნახშირბადის ვალენტური მდგომარეობა. ჰიბრიდიზაცია

როგორც ცნობილია ნახშირბადის ატომს გარე სავალენტო შრეზე აქვს ორი გაუწყვილებელი ელექტრონი, რაც ეწინააღმდეგება მის ოთხვალენტოვნებას.

ნახშირბადის ატომის ელექტრონული აღნაგობისა და ვალენტოვნების შეთანხმებისათვის სარგებლობენ წარმოდგენით ნახშირბადის ატომის აღზნებადობაზე.

აღზნებულ მდგომარეობაში ნახშირბადის ატომს აქვს ოთხი გაუწყვილებელი ელექტრონი ე.ი. ის ოთხვალენტიანია. მაგრამ ეს ოთხი სავალენტო ერთი S და $3P$ ელექტრონი განსხვავებულია თავისი მდგომარეობით, ამიტომ ნახშირბადის ოთხივე ვალენტობა არ უნდა იყოს ერთნაირი, ცდებით კი დადგენილია, რომ ნახშირბადის ოთხივე ვალენტობა ტოლფასია და ერთმანეთის მიმართ მიმართულია ტეტრაედრული კუთხით $109^{\circ}28'$.



ნახ.4. ა) ნახშირბადი ნორმალურ მდგომარეობაში

ბ) ნახშირბადი აღზნებულ მდგომარეობაში

თეორიული და ექსპერიმენტული მონაცემების შეთანხმებისათვის ლ.პოლინგის მიერ მოწოდებული იქნა ჰიპოთეზა, ატომური ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის შესახებ. ჰიბრიდიზაცია ეს არის S და P ორბიტალების თავისებური შერევა.

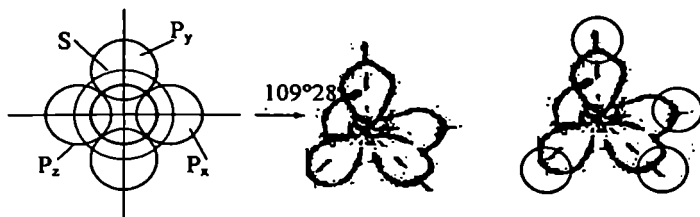
ნახშირბადის ატომებისათვის შესაძლებელია 3 ვალენტური მდგომარეობა ჰიბრიდიზაციის განსხვავებული ტიპებით.

1.6. ნახშირბადატომის პირველი სავალენტო მდგომარეობა SP^3 ჰიბრიდიზაცია

ამ დროს ხდება ერთი S და სამი P ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია.. მეთანის მოლეკულაში ოთხი სუფთა ორბიტალი S, P_x , P_y , P_z იცვლება ოთხი ჰიბრიდული ორბიტალით, რომლებიც თანაბარი ენერგიის შემცველია და აქვთ ელექტრონული ღრუბლის კონცენტრაცია რომელიმე ღერძის მიმართ, რომლებიც მიმართულია ტეტრაედრის წვეროებისაკენ კუთხით $109^{\circ}28'$ და ცილინდრულად სიმეტრიულია ამ ღერძის მიმართ.

ჰიბრიდული ორბიტალების წყალბადატომებთან ან სხვა ელემენტის ატომებთან გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება ქიმიური ბმა.

ამგვარად მეთანის მოლეკულაში და სხვა ნაჯერ ნახშირწყალბადებში ნახშირბადი იმყოფება SP^3 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში.



ნახ.5. ნახშირბადატომის ორბიტალების sp^3 ჰიბრიდიზაცია

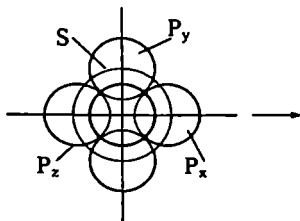
ნახ.6. σ -ბმის წარმოქმნა მეთანის მოლეკულაში

1.7. ნახშირბადატომის მეორე სავალენტო მდგომარეობა. sp^2 ჰიბრიდიზაცია

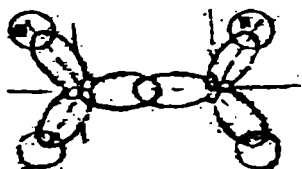
უჯერ ნახშირწყალბადებში ჩვენ ვხვდებით სხვა ტიპის ჰიბრიდულ ორბიტალებს. ამ დროს ხდება ერთ s და ორი p ორბიტალის შერევა – ჰიბრიდიზაცია და წარმოიქმნება სამი ჰიბრიდირებული (sp^2) ორბიტალი, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ განლაგებული არიან 120° კუთხით. დარჩენილი მესამე p -ორბიტალი, რომელსაც არ მიუღია მონაწილეობა ჰიბრიდიზაციაში პერპენდიკულარულად არის მიმართული ჰიბრიდირებული ორბიტალების სიბრტყის მიმართ.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ეთილენის მოლეკულა. მასში ორი ნახშირბადატომი იმყოფება sp^2 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. ორი ჰიბრიდიზირებული ორბიტალის ხარჯზე $C-C$ ატომებს შორის წარმოიქმნება σ -ბმა. დარჩენილი ოთხი sp^2 ჰიბრიდიზირებული ორბიტალი (თითოეული ატომიდან ორი) იხარჯება წყალბადატომებთან σ -ბმის წარმოქმნაზე (ნახ.8)

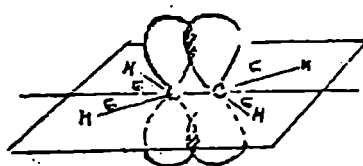
თითოეული ნახშირბადის ატომს კიდევ დარჩენილი აქვს თითო ელექტრონი, რომლებიც არიან მოთავსებული ორ არაჰიბრიდიზირებულ p -ორბიტალზე. ეს ორბიტალები პერპენდიკულარულად არიან მიმართული σ -ბმების სიბრტყის მიმართ, რომლებიც გადაფარვის შედეგად წარმოქმნიან π -ბმას (ნახ.9)



ნახ.7. ნახშირბადატომის ორბიტალების SP^3 ჰიბრიდიზაცია



ნახ.8. σ -ბმები ეთილენის მოლეკულაში



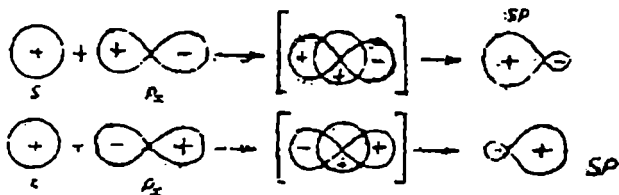
ნახ.9. π -ბმის წარმოქმნა ეთილენის მოლეკულაში

π -ბმა უფრო სუსტია, ვიდრე σ -ბმა, ამიტომ იგი ადვილად იხლიჩება. ცალმაგი C-C ბმის გახლეჩაზე თუ წარმოქმნაზე დახარჯული ენერგია უდრის დაახლოებით 350,0 კჯ/მოლს, ორმაგი C=C ბმის გახლეჩაზე დახარჯული ენერგია 607,1 კჯ/მოლს. ე.ი. ნაკლებია ცალმხრივი ბმის გაორკეცებულ სიდიდეზე. სხვაობა 257,1 კჯ/მოლი შეესაბამება π -ბმის ენერგიას.

ორმაგი ბმის სიგრძე გაცილებით ნაკლებია ცალმაგი ბმის სიგრძეზე ($C \overset{0,1346\text{\AA}}{=} C$, $C \overset{0,1546\text{\AA}}{-} C$). ეს გამოწვეულია იმით, რომ C-ატომებს შორის გაზრდილი ელექტრონული სიმკვრივის ხარჯზე C-ის ატომების ბირთვები უფრო ძლიერად მიიზიდებიან.

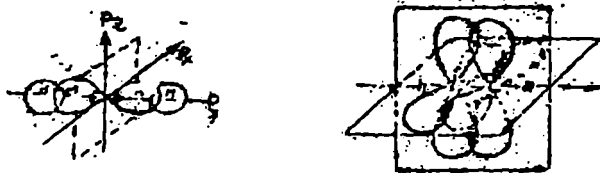
1.8. ნახშირბადის მესამე სავალენტო მდგომარეობა SP ჰიბრიდიზაცია

ამ დროს ხდება ერთი S და ერთი P ორბიტალების შერევა და წარმოიქმნება ორი SP ჰიბრიდიზირებული ორბიტალი, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ მიმართულია 180° კუთხით (ნახ.10). დარჩენილი ორი არაჰიბრიდიზირებული ორბიტალი განლაგებულია ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში.



ნახ.10. ნახშირბადატომის ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია

ჰიბრიდიზაციის ასეთი ტიპი გვხვდება აცეტილენის მოლეკულაში, ორი ჰიბრიდიზირებული ორბიტალის გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება σ -ბმა C ატომებს შორის. მეორეს მხრივ SP ორბიტალის თითოეულ ნახშირბადატომს თუ გამოვიყენებთ σ -ბმის წარმოსაქმნელად H ატომთან წარმოიქმნება აცეტილენი.



ნახ.11. σ და π ბმის წარმოქმნის სქემა აცეტილენის მოლეკულაში

ნახშირბადატომებს აქვთ აგრეთვე ორ-ორი არაჰიბრიდიზირებული ორბიტალი, რომლებიც „გვერდითი“ გადაფარვის შედეგად წარმოქმნიან ორ π -ბმას, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ 90° -ით

არიან დაცილებული. ე.ი. C ატომებს შორის გვაქვს $\sigma + \pi$ ბმა, რომლის გასახლეჩად საჭიროა 822,7 კჯ/მოლი ენერგია. ე.ი. კიდევ უფრო მცირე ენერგია ჭირდება აცეტილენს ბმის გასახლეჩად, ვიდრე ეთანს და ეთილენს, $C \equiv C$ ბმის სიგრძე უდრის 0,120 ნმ ($1,2 \text{ \AA}$), $C-H$ ბმის სიგრძე 0,106 ნმ ($1,06 \text{ \AA}$). როგორც ვხედავთ ნახშირბადატომის ჰიბრიდული მდგომარეობის შესაბამისად იცვლება $C-H$ ბმის სიგრძე, რომელიც ალკანებში შეადგენს 0,109 ნმ, ალკენებში 0,108 ნმ, ხოლო ალკინებში 0,106 ნმ, რაც აიხსნება SP^3 , SP^2 , SP ჰიბრიდული მდგომარეობის განსხვავებული ენერგეტიკული დონით.

1.9. ქიმიური ბმის ტიპები. ბმის წარმოქმნა.

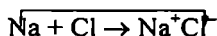
მოლეკულური ორბიტალი

ქიმიური ბმები თავისი ელექტრული აგებულების პრინციპის მიხედვით შეიძლება რამდენიმე ტიპად დაიყოს, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია იონური ანუ ელექტროსტატიკური და კოვალენტური ანუ ჰომეოპოლარული ბმა.

1.9.1. იონური ანუ ელექტროსტატიკური ბმა

იონური ანუ ელექტროვალენტური (ელექტროსტატიკური) ბმა წარმოიქმნება როცა ნაკლებ ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომის გარე შრის ორბიტალიდან ერთი ან რამდენიმე ელექტრონი გადადის უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომის გარე მისი ორბიტალზე. ამის შედეგად წარმოიქმნება იონები – კათიონები და ანიონები. მაგალითად განვიხილოთ ნატრიუმისა და ქლორის ურთიერთქმედება. ნატრიუმიდან ერთი ელექტრონი გადადის ქლორის ატომზე, რის გამოც ნატრიუმის ატომი იმუხტება დადებითად, ხო-

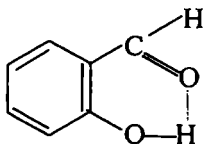
ლო ქლორის – უარყოფითად. წარმოქმნილი ურთიერთსაპირისპიროდ დამუხტული იონები ურთიერთ მიიზიდებიან.



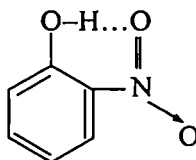
1.9.2. წყალბადური ბმა

წყალბადური ბმა აღიძვრება ისეთ შემთხვევაში, როცა წყალბადატომი დაკავშირებულია ძლიერ ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომთან (აზოტი, ჟანგბადი, ფტორი და სხვა). ასეთი მოლეკულები ძლიერ პოლარიზებულია და წარმოადგენენ დიპოლებს, რომლებიც ერთმანეთთან მიახლოების დროს ორიენტირდებიან საპირისპირო ბოლოებით, რის შედეგადაც აღიძვრება დიპოლ-დიპოლური ურთიერთქმედება, რაც განაპირობებს წყალბადურ ბმას. წყალბადური ბმის სიგრძე გაცილებით მეტია იმავე ტიპის ატომებს შორის ბმის სიგრძეზე. წყალბადური ბმის ენერგია გაცილებით ნაკლებია იმავე ატომებს შორის არსებულ კოვალენტური ბმის ენერგიაზე. წყალბადური ბმის ენერგია არ აღემატება 12,5-21 კჯ/მოლს. იგი ერთ-ერთი ყველაზე სუსტი ბმაა.

განასხვავებენ შიგამოლეკულურ და მოლეკულათშორის წყალბადურ ბმას. ერთი მოლეკულის ორ ფრაგმენტს შორის წყალბადურ ბმას ეწოდება შიგამოლეკულური ბმა. ის ხშირად გვხვდება ორგანული ნაერთების მოლეკულებში, მაგალითად:

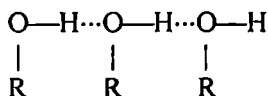


სალიცილალდეჰიდი

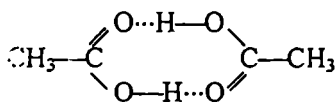


ო-ნიტროფენოლი

ორ სხვადასხვა მოლეკულას შორის წყალბადურ ბმას ეწოდება მოლეკულათაშორისი წყალბადური ზნა. იგი დამახასიათებელია სპირტებისათვის, კარბონმჟავებისათვის! ამინებისათვის და სხვა.



სპირტის ტრიმერი



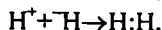
მმარმჟავას დიმერი

წყალბადური ბმის არსებობის გამო, სპირტებისა და კარბონმჟავების ჰომოლოგიურ რიგებში დუდილია და ლღობის ტემპერატურა გაცილებით მაღალია, ვიდრე ნახშირწყალბადების, ეთერებისა და ალდეჰიდების ჰომოლოგიურ რიგში.

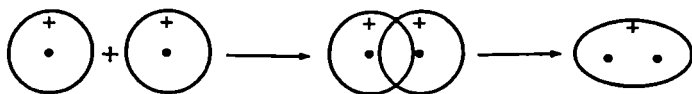
1.9.3. კოვალენტური ანუ ჰომოპოლარული ბმა

როგორც ცნობილია კოვალენტური ანუ ჰომოპოლარული ბმა წარმოიქმნება ერთნაირი ან მცირედ განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის მქონე ელემენტის ატომებს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილებით.

თითოეული ელექტრონული წყვილისაგან წარმოიქმნება მხოლოდ ერთი კოვალენტური ბმა: კოვალენტური ბმის წარმოქმნის უმარტივესი მაგალითია წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნა:



წყალბადის ატომს აქვს ერთი ელექტრონი 1S ორბიტალზე, როდესაც წყალბადის ორი ატომი საპირისპირო სპინების მქონე ელექტრონებით მიუახლოვდებიან ერთმანეთს, ხდება მათი ატომური ორბიტალების გადაფარვა. ამის შედეგად წარმოიქმნება მოლეკულური ორბიტალი, რომელიც მოიცავს ორივე პროტონს. მათ შორის წარმოიქმნება მარტივი კოვალენტური ბმა.



ნახ.12. σ -ბმის წარმოქმნა S და P ორბიტალების გადაფარვით

ორი ან მეტი ატომური ორბიტალის გადაფარვის შედეგად წარმოქმნილ ორბიტალს ეწოდება მოლეკულური ორბიტალი (მო).

კოვალენტური ბმა წარმოიქმნება არა მარტო S ორბიტალების გადაფარვით, არამედ S და P, P და P ორბიტალების გადაფარვის შემთხვევაშიც. მაგალითად განვიხილოთ HCl-ის მოლეკულის წარმოქმნა.



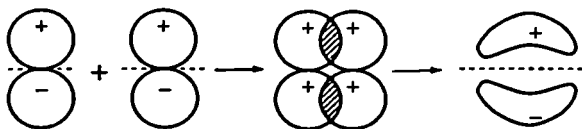
ნახ.13. σ -ბმის წარმოქმნა S და P ორბიტალების გადაფარვით



ნახ.14. σ -ბმის წარმოქმნა P ორბიტალების გადაფარვით

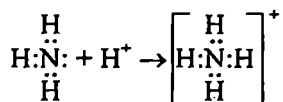
კოვალენტურ ბმას, რომელიც წარმოიქმნება S-S, P-S, P-P ორბიტალების ღერძის გასწვრივ გადაფარვის შედეგად ეწოდება მარტივი, სიგმა (σ) ბმა.

გარდა მარტივი, სიგმა ბმისა, ორგანულ ნაერთებში გვხვდება ორმაგი და სამმაგი ბმები, რომლებიც წარმოიქმნება შესაბამისად ორი ან მეტი P ორბიტალების ღერძის პერპენდიკულარულად გადაფარვის შედეგად და მას π -ბმა ეწოდება.



ნახ.15. π -ბმის წარმოქმნა P და P ორბიტალების გადაფარვით

კოვალენტური ბმის კერძო შემთხვევას წარმოადგენს დონორულ-აქცეპტორული ბმა. ის აღიბვრება იმ შემთხვევაში, როცა ერთ ატომს აქვს გაუყოფელი ელექტრონული წყვილი, ხოლო მეორეს კი ვაკანტური ორბიტალი. ამ შემთხვევაში ერთი ატომი გასცემს ელექტრონულ წყვილს საერთო სარგებლობისათვის, რომელსაც ღებულობს მეორე ატომი თავის თავისუფალ ორბიტალზე. უმარტივეს მაგალითს წარმოადგენს ამონიუმის იონის წარმოქმნა.



ატომს ან იონს, რომელიც გასცემს თავის წყვილ ელექტრონს ბმის წარმოქმნისათვის ეწოდება დონორი. ასეთ რეაგენტებს (ნაწილაკებს) ნუკლეოფილურებს უწოდებენ (ჩვენ შემთხვევაში ამიაკი). ნუკლეოფილურ ნაწილაკებს აქვთ ნაწილობრივ უარყოფითი ან სრული უარყოფითი მუხტი. ნუკლეოფილებს მიეკუთვნება: OH, OP, RS, CN, NH₂, ჰალოგენები.

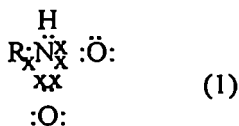
ატომს ან იონს, შეუვსებელი გარე ელექტრონული გარსით, რომელიც განაზოგადებს სხვა ელექტრულ წყვილს ბმის წარმოსაქმნელად ეწოდება აქცეპტორი (ჩვენ შემთხვევაში პროტონი). ასეთ რეაგენტებს უწოდებენ ელექტროფილურებს. ელექტროფილურ რეაგენტებს აქვთ ნაწილობრივი ან სრული დადებითი მუხტი. მათ მიეკუთვნება: H⁺, NO₂⁺, SO₃⁺, R₃C⁺ და სხვა.

დონორულ-აქცეპტორულ ანუ კოორდინაციულ ბმასთან ახლოს დგას სემიპოლარული (ნახევრადპოლარული ბმა).

კოვალენტური და იონური ბმების ერთობლიობას სემიპოლარული ანუ ნახევრადპოლარული ბმა ეწოდება. სემიპოლარული ბმა დამახასიათებელია ნიტროჯგუფებისათვის. მაგ. R-NO₂.

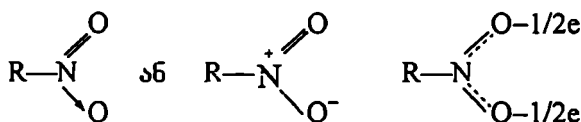
თუ დავუშვებთ, რომ ნიტრონაერთის მოლეკულაში აზოტის ატომი თითოეულ ჟანგბადატომთან ორმაგი ბმითაა დაკავშირებული, მაშინ ნიტრონაერთის ელექტრონული ფორმულა წინააღმდეგობაშია ოქტეტის წესთან, N-ის გარშემო ათი ელექტრონი იმყოფება,

რადგან ეს შეუძლებელია უნდა მივიღოთ ელექტრონების სხვანაირი განაწილება (2).



როგორც ჩანს მეორე ფორმულიდან, აზოტთან დაკავშირებული ჟანგბადატომები ერთნაირად არ არიან, ერთი მათგანი აზოტთან დაკავშირებულია საერთო ელექტრონების ორი წყვილით. მეორე კი მარტო ორი ელექტრონით ორივე ელექტრონი ეკუთვნის აზოტის ატომს. ეს ელექტრონები ოქტეტამდე ავსებენ ჟანგბადის ელექტრონების რიცხვს. მათ შორის კოვალენტური ბმა წარმოიქმნება, მაგრამ ატომმა ასეთი კოვალენტური ბმის წარმოსაქმნელად დახარჯა არა ერთი ელექტრონი, როგორც ეს ხდება ტიპური კოვალენტური ბმის წარმოქმნისათვის, არამედ ორი ელექტრონი. ამიტომ აზოტმა შეიძინა ერთი დადებითი მუხტი, ხოლო ჟანგბადმა არა თუ გასცა ამ ბმის წარმოსაქმნელად ელექტრონი, პირიქით მიიღო აზოტისაგან ერთი ელექტრონი, რის გამოც შეიძინა უარყოფითი მუხტი.

ამრიგად, ახალი ბმა ჟანგბადსა და აზოტს შორის წარმოადგენს ერთდროულად იონურ და კოვალენტურ ბმას ე.ი. სემიპოლარულ (ნახევარ პოლარულ) ბმას.



კოვალენტური ბმის რაოდენობრივ მახასიათებლებს მიეკუთვნება ბმის ენერგია, ბმის სიგრძე, პოლარობა, პოლარიზებადობის უნარი, სავალენტო კუთხეები და სხვ.

ბმის ენერგია – არის სიდიდე, რომელიც ახასიათებს ბმის სიმტკიცეს ან ეს არის ენერგია, რომელიც საჭიროა ბმის გაწყვეტისათ-

ვის. იზომება კჯ/მოლი.

ბმის სიგრძე არის შეკავშირებული ატომების ცენტრებს შორის მანძილი. იგი დამოკიდებულია ატომების ბუნებაზე და ბმების ხასიათზე (მარტივი, ორმაგი, სამმაგი). ჯერადობის გადიდების შესაბამისად ბმის სიგრძე მცირდება. მაგალითად, მარტივი C-C ბმის სიგრძე ტოლია 0,154 ნმ. ორმაგის (C=C) 0,133 ნმ, სამმაგის (C≡C) კი 0,120 ნმ. ბმის სიგრძე ჩვეულებრივ მერყეობს 0,1-0,2 ნმ-ის ზღვრებში.

ვალენტური კუთხე არის მრავალვალენტიანი ატომების მიერ წარმოქმნილი ბმების მიმართულებას შორის კუთხე. C-ატომის სავალენტო კუთხე დამოკიდებულია მის ვალენტურ მდგომარეობაზე ანუ ჰიბრიდიზაციის ტიპზე. მაგალითად sp^3 ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაში ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის კუთხე შეადგენს $109^{\circ}28'$, sp^2 ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაში კუთხე შეადგენს 120° , sp ჰიბრიდიზაციის დროს კი - 180° -ს.

1.10. პოლარიზაცია და პოლარიზებადობა

პოლარიზაცია გვიჩვენებს შემაკავშირებელ ატომებს შორის ელექტრონების განაწილების ხასიათსა და ატომების მუხტს.

ბმის რაოდენობრივი მახასიათებლებიდან პოლარობა ყველაზე მნიშვნელოვანია, რადგანაც ატომების მუხტი განსაზღვრავს მოლეკულის რეაქციის უნარიანობას, გარდა ამისა პოლარობა გავლენას ახდენს ფიზიკურ თვისებებზე. კერძოდ დიპოლურ მომენტზე. დიპოლური მომენტი (μ) წარმოადგენს მუხტის სიდიდის (e) ნამრავლს მუხტებს შორის მანძილზე (r).

$$\mu = e \cdot r$$

დიპოლური მომენტის სიდიდეები გამოისახება ე.წ. დებაის (D) ერთეულებში, რომელიც ტოლია 10^{-18} .

დიპოლური მომენტის საფუძველზე გამოთვლიან კოვალენტუ-

რი ბმის პოლარობას.

გარდა პოლარიზაციისა, რომელიც ახასიათებს ბმებს სტატიკურ მდგომარეობაში თითოეული ბმა ხასიათდება პოლარიზებადობით – უნარით შეიცვალოს თავისი პოლარობა გარეგანი ელექტრომაგნიტური ველის მოქმედებით. ასეთი ველი შეიძლება შეიქმნას ქიმიური რეაქციების დროს მოლეკულათა მიახლოებისას. ამიტომ პოლარიზებადობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნივთიერების ქიმიურ თვისებებზე.

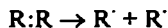
1.11. ორგანული რეაქციების კლასიფიკაცია და მათი მექანიზმი

ორგანული რეაქციები იყოფა ოთხ ძირითად ტიპად: 1. ჩანაცვლების, 2. მიერთების, 3. მოხლეჩის (ელიმინირება), 4. გადაჯგუფების. ელექტრონულმა წარმოდგენამ არა მარტო ზუსტად ახსნა არსი ამ ტიპის რეაქციებისა, არამედ მოგვცა შესაძლებლობა რეაქციების უფრო დეტალური კლასიფიკაციისა ელექტრონული მექანიზმების გათვალისწინებით, რომლებიც თითოეული ჯგუფის რეაქციებში შეიძლება იყოს სხვადასხვა.

ქიმიური რეაქციის მექანიზმი ეწოდება მორეაგირე კომპონენტების ქიმიური ბმების დარღვევის ხერხებს და იმ თანმიმდევრულ სტადიათა ერთობლიობას, რომელთა გავლითაც საწყისი ნივთიერებებიდან რეაქციის პროდუქტები გამოიყოფა.

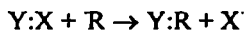
რეაქციის შესაბამისად საჭიროა იმის ცოდნა, თუ როგორი ტიპის შეიძლება იყოს კოვალენტური ბმის გაწყვეტა. ცნობილია კოვალენტური ბმის გაწყვეტის ორი გზა: ჰომოლიტური და ჰეტეროლიტური.

კოვალენტური ბმის ჰომოლიტურ-რადიკალური გაწყვეტის დროს ხდება შემაკავშირებელი ელექტრონული წყვილის განცალკევება, წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები თითო გაუწყვილებელი ელექტრონით:



ჰომოლიტურ-რადიკალური გაწყვეტა დამახასიათებელია არა-პოლარული ან მცირეპოლარული ბმებისათვის (C-C, N-N, C-H), მაღალი ტემპერატურის, ულტრაიისფერი ან რადიაქტიური გამოსხივების მოქმედებით.

ჰომოლიტური გაწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი რადიკალები არამდგრადები არიან და არსებობენ ძალიან მცირე დროით, ისინი შემდგომში გარდაქმნების შედეგად სწრაფად გადადიან მდგრად საბოლოო პროდუქტებში ჩანაცვლების რეაქციის დროს წარმოქმნილი რადიკალებიდან ერთერთი ჩაინაცვლება სხვა მოლეკულის ატომით ან ატომთა ჯგუფით, რის გამოც გამოთავისუფლდება სხვა რადიკალი. მაგ.



ჩვენ შემთხვევაში X შეიცვალა R-ით. ჩანაცვლების ასეთ მექანიზმს ეწოდება რადიკალური და აღინიშნება S_R (ლათინური სიტყვიდან "Substitutio" ჩანაცვლება). რადიკალური მექანიზმით ჩანაცვლების რეაქციის მაგალითს წარმოადგენს ალკანების ქლორირება, სულფირება, ნიტრირება, რომლებიც განხილული იქნება შემდეგში.



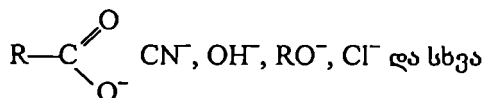
ბმის ჰეტეროლიტური ანუ იონური გაწყვეტის დროს ხდება დამუხტული ნაწილაკების კათიონებისა და ანიონების წარმოქმნა. ამ დროს შემაკავშირებელი ელექტრონული წყვილი მთლიანად გადადის ერთი ატომიდან მეორეზე. ატომი, რომლიდანაც წყდება ელექტრონული წყვილი, იმუხტება დადებითად, ხოლო ატომი, რომელიც იერთებს ელექტრონულ წყვილს, იმუხტება უარყოფითად:

ნახშირბადის დადებითად დამუხტულ იონებს კარბკათიონები (კარბონიუმის იონი) ეწოდებათ, ხოლო უარყოფითად დამუხტულ იონებს კარბანიონები. ისინი რადიკალების მსგავსად არამდგრადე-

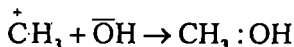
ბი არიან და ადვილად შედიან რეაქციებში.

ჰეტეროლიტური გაწყვეტა დამახასიათებელია ძლიერ პოლარული და ადვილად პოლარიზებადი ბმებისათვის.

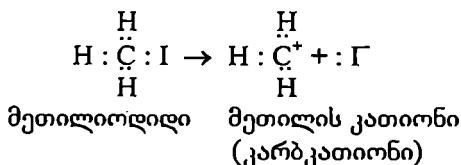
პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს იონური მექანიზმით მოქმედი რეაგენტის მიხედვით იყოფა ორ ტიპად. რეაგენტებს, რომლებიც გასცემენ ელექტრონულ წყვილს ახალი ბმის წარმოსაქმნელად, ეწოდება ნუკლეოფილური, ხოლო რეაქციები, რომლებიც ხორციელდება აღნიშნული რეაგენტების მონაწილეობით ნუკლეოფილურ რეაქციებს უწოდებენ და აღინიშნება N-ით. ნუკლეოფილურ რეაგენტებს აქვთ სრული ან ნაწილობრივი უარყოფითი მუხტი. მათ მიეკუთვნება წყალი, ტუტეები, ამიაკი, ორგანული ნაერთები:



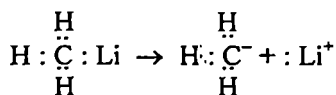
მაგალითად, განვიხილოთ ჩანაცვლების რეაქცია:



აქ მიმდინარეობს ნუკლეოფილური ჩანაცვლება (S_N) OH^- ნუკლეოფილური რეაგენტია, ხოლო $\overset{+}{\text{C}}\text{H}_3$ ელექტროფილური (ელექტრონის მოყვარული) ნაწილაკია (ბერძ. *pnilis* – სიყვარული).

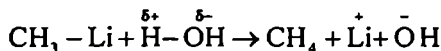


კოვალენტური ბმის ჰეტეროლიტური გაწყვეტა ზოგჯერ მიმდინარეობს ორგანულ ანიონის – კარბანიონის წარმოქმნით:



კარბანიონების სტაბილიზაცია მიმდინარეობს მათი ელექტროფილურ რეაგენტებთან ურთიერთქმედების შედეგად. ელექტროფილურ რეაგენტებს აქვთ სრული ან ნაწილობრივ დადებითი მუხტი. ასეთ რეაგენტებს მიეკუთვნება პროტონი, მეტალთა კათიონები, კარბკათიონები NO_2^+ , SO_3H^+ და სხვა.

მაგალითად:



აქ მიმდინარეობს ელექტროფილური ჩანაცვლება (S_E). ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები ხშირად ხდება არომატულ ბირთვში H ატომების ჩანაცვლებით.

ამრიგად არსებობს ჩანაცვლების ორი ძირითადი მექანიზმი, რადიკალური და იონური. უკანასკნელი შეიძლება იქნეს ნუკლეოფილური და ელექტროფილური.

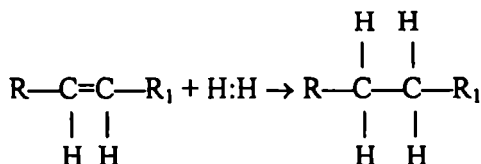
თითოეული ტიპის ჩანაცვლების რეაქციებს ახასიათებს თავისებურებანი. მაგალითად, რადიკალური რეაქციები ჩქარდება სინათლის სხივებით, მაღალი ტემპერატურით, თავისუფალი რადიკალებით, რომლებიც წარმოიქმნებიან სხვა რეაქციების ხარჯზე. მაგალითად ზეჟანგის დაშლით.

იონური რეაქციები კატალიზირდებიან მჟავებით ან ფუძეებით. იონური რეაქციები ხშირად მიმდინარეობს ხსნარებში. გამხსნელის პოლარობა ახდენს დიდ გავლენას მათ სიჩქარეზე.

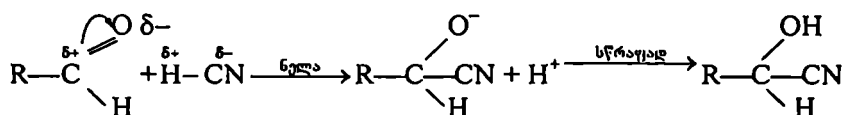
მიერთების რეაქციები (აღინიშნება სიმბოლო A) მიმდინარეობს უჯერ ნახშირწყალბადებში. უჯერი მოლეკულის π -ბმის გახლეჩისას შეერთება ხდება არა უმეტეს ორი ატომისა ან ატომთა ჯგუფის. ბმის გაწყვეტა შეიძლება მოხდეს ჰომოლიტური და ჰეტეროლიტური მექანიზმით, ე.ი. შეერთების რეაქცია შეიძლება იქნეს რადიკალური ან

იონური ხასიათის.

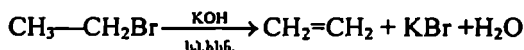
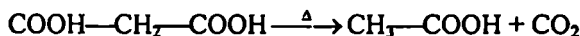
რადიკალური ტიპის რეაქციის მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ წყალბადის მიერთება უჯერი ნახშირწყალბადების ორმაგ ბმასთან კატალიზატორების (Pt, Ni, Pd) თანაობით.



იონური ნუკლეოფილური შეერთების მაგალითია ციანმჟავას აღდგენითი შეერთების რეაქცია.

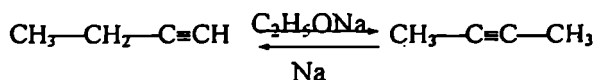


მოხლეჩის-ელიმინირების რეაქციები (სიმბოლო E) ითვლება შეერთების საწინააღმდეგო რეაქციებად. მაგალითად:



გადაჯგუფების რეაქციები ეწოდება ისეთ რეაქციებს, რომელთა კერძო შემთხვევაში (ტაუტომერია, იზომერიზაცია) ნაერთის მოლეკულური ფორმულა და ნახშირბადოვანი ჩონჩხი არ იცვლება.

მაგალითად, ეთილაცეტილენის იზომერიზაციის რეაქციის დროს ნატრიუმის ეთილატის თანაობით სამმაგი ბმა მოლეკულის ცენტრში გადაინაცვლებს და წარმოიქმნება დიმეთილაცეტილენი, ხოლო მეტალ ნატრიუმთან გაცხელებით, პირიქით:

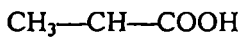


1.12. ცნება ფუნქციონალური ჯგუფების შესახებ

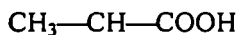
ნახშირწყალბადების ნაწარმთა უმრავლესობა წარმოადგენს ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულა შედგება ორი ნაწილისაგან, ნახშირწყალბადის ნარჩენებისაგან (რადიკალებისაგან) და ე.წ. ფუნქციონალური ჯგუფებისაგან, რომელთაგან თითოეულს აქვს დამახასიათებელი რეაქციის უნარიანობა. ეს ჯგუფები განსაზღვრავენ ძირითადად მოლეკულათა ქიმიურ ხასიათს. ასე მაგალითად, მეთილის სპირტის CH_3OH , მეთილამინის CH_3NH_2 ძმარმჟავას CH_3COOH მოლეკულები შედგება რადიკალი მეთილისაგან და შესაბამისად ჰიდროქსილის, ამინის, კარბოქსილის ჯგუფებისაგან. სწორედ ეს ჯგუფები განაპირობებს ნივთიერების მიკუთვნებას ნაერთთა გარკვეული კლასისადმი (სპირტები, ამინები, მჟავები).

ისეთ ჯგუფებს, როგორიცაა $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, რომლებიც ძირითადად განსაზღვრავენ ნაერთის ქიმიურ ქცევას, ეწოდებათ ფუნქციონალური ჯგუფები.

ნაერთებს, რომლებიც ერთდროულად შეიცავენ სხვადასხვა ფუნქციონალურ ჯგუფებს, ეწოდებათ ნაერთები შერეული ფუნქციონით. მაგალითად,



ოქსიპროპიონმჟავა



α - ქლორპროპიონმჟავა

1.13. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია

ორგანულ ნივთიერებათა თანამედროვე კლასიფიკაცია დამყარებულია ქიმიური აგებულების თეორიაზე და ხდება სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით. ნახშირბადოვანი ჯაჭვის აღნაგობის მიხედვით ორგანული ნაერთები იყოფა ორ დიდ ჯგუფად:

აციკლური ანუ ღია ჯაჭვიანი ნაერთები, რომელთაც სხვანაირად ალიფატური ანუ ცხიმის რიგის ნაერთები ეწოდებათ. ციკლური ანუ დახურულჯაჭვიანი ნაერთები, რომელიც თავის მხრივ იყოფა ორ ჯგუფად: 1. კარბოციკლური (იზოციკლური) და 2. ჰეტეროციკლური ნაერთები.

1. კარბოციკლური (იზოციკლური) ნაერთების ციკლები შედგება მხოლოდ ნახშირბადატომებისაგან. თავის მხრივ ეს უკანასკნელი იყოფა ალიციკლურ და არომატულ ნაერთებად. ალიციკლურს მიეკუთვნება ციკლოპარაფინები, ციკლოოლეფინები და სხვა მათი ნაწარმები. არომატულს – ბენზოლის რიგის ნაერთები.
2. ჰეტეროციკლური ნაერთები ეწოდება ისეთ კარბოციკლურ ნაერთებს, რომელთა ციკლის შექმნაში ნახშირბადატომების გარდა მონაწილეობს ჰეტეროატომი, როგორიცაა O, N, S და სხვ.

თავი II

2.1. ნახშირწყალბადები

ნახშირწყალბადები ეწოდება უმარტივეს ორგანულ ნაერთებს, რომელიც შედგება ნახშირბადისა და წყალბადისაგან. ნახშირბადატომებს შორის ქიმიური ბმის ხასიათისა და ნახშირბადსა და წყალბადს შორის რაოდენობრივი თანაფარდობის მიხედვით ისინი იყოფა ნაჯერ და უჯერ ნახშირწყალბადებად.

2.2. ალკანები (ნაჯერი ნახშირწყალბადები, პარაფინები)

ნაჯერი ნახშირწყალბადები ეწოდება ისეთ ნახშირწყალბადებს, რომელთა მოლეკულაში ნახშირბადატომები ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარტივი ბმებით და ნახშირბადის ყველა დანარჩენი სავალენტო ერთეული გაჯერებულია წყალბადატომებით. ნაჯერი ნახშირწყალბადები ჰომოლოგიურ რიგს წარმოქმნიან ზოგადი ფორმულით C_nH_{2n+2} . იმის მიხედვით თუ რა მნიშვნელობას მივცემთ n -ს, მივიღებთ ამ რიგის ნახშირწყალბადთა კერძო წევრს. ამ რიგის საწყის ნივთიერებას წარმოადგენს მეთანი CH_4 ($n=1$), ეთანი C_2H_6 ($n=2$) და ა.შ. n -ისათვის ასეთი თანმიმდევრული რიგი, რომლის თითოეული წევრი ერთმანეთისაგან განსხვავდება მეთილენის (CH_2) ჯგუფის რაოდენობით, რომელსაც ჰომოლოგიური სხვაობა ეწოდება, ხოლო ნაერთებს, რომლებიც ჰომოლოგიური რიგის წევრებს წარმოადგენენ, ჰომოლოგები ეწოდებათ.

2.3. იზომერია, ნომენკლატურა

ალკანების პირველ სამ წევრს იზომერი არ გააჩნია.

CH_4 – მეთანი, CH_3-CH_3 – ეთანი, $CH_3-CH_2-CH_3$ – პროპანი. იზომერია იწყება მეოთხე წევრიდან ბუტანიდან. მას აქვს ორი იზომერი,

რომელთაგან ერთი შეიცავს ნახშირბადატომთა სწორ ჯაჭვს. მეორეს კი განტოტვილი აგებულება აქვს. ნახშირბადატომთა სწორჯაჭვიან ნაერთებს ნორმალური ნაერთები ეწოდება, ხოლო განტოტვილ ჯაჭვიან ნაერთებს იზონაერთები.

- | | |
|--|-----------|
| 1. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ | ნ-ბუტანი. |
| 2. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | იზობუტანი |

სტრუქტურული იზომერიის ეს სახე ატარებს ჯაჭვის იზომერიის სახელწოდებას.

ორგანულ ქიმიაში ნაერთთა წასაკითხად გამოიყენება სამი სახის ნომენკლატურა: ემპირიული (ტრივიალური), რაციონალური და მეცნიერული (სისტემატური).

ემპირიული ნომენკლატურა – ეს არის შემთხვევითი სახელი ორგანული ნაერთის, რომელიც მიუთითებს ან ბუნებრივ წყაროს, საიდანაც ის პირველადაა მიღებული ან რომელიმე თვისებას.

პირველი ოთხი წევრის სახელი: მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი ტრივიალურია. დანარჩენების სახელები გამოყვანილია რიცხვთა ბერძნული სახელების ძირიდან, რომელსაც ემატება სუფიქსი «ანი», მაგალითად C_5H_{12} პენტანი, C_6H_{14} ჰექსანი, C_7H_{16} ჰეპტანი, C_8H_{18} ოქტანი, C_9H_{20} ნონანი (ლათინური რიცხვითი სახელიდან), $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ დეკანი, $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ უნდეკანი, $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ დოდეკანი, $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ ტრიდეკანი და ა.შ.

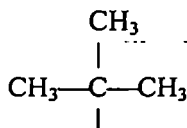
ტრივიალური ნომენკლატურით იზომერებს ვერ კითხულობენ, რომ განესხვავებინათ სტრუქტურული იზომერები, შექმნილი იქნა რაციონალური ნომენკლატურა, რომელიც ყველა ნაჯერ ნახშირწყალბადს იხილავს როგორც მეთანის წარმოებულებს, რომელშიც წყალბადის ერთი ან ოთხივე ატომი ერთვალენტიანი ნახშირწყალბადების რადიკალებითაა ჩანაცვლებული. შეთანხმდნენ მეთანის ნახშირბადათ მიეღოთ ის ნახშირბადატომი, რომელიც ნაკლებ წყალბადატომს შეიცავს. წაკითხვისას დაასახელებენ მეთანში ჩანაცვლებულ რადიკალებს (რადიკალების დასახელება წარმოებს მარტივი-

დან რთულისაკენ) და დააბოლოოვებენ მეთანით, ხოლო ნორმალურ-
ჯაჭვიანი ალკანების სახელწოდება არ იცვლება.

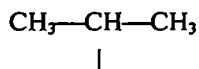
იმისათვის, რომ განტოტვილჯაჭვიან ნაერთებს მიეცეთ სახელ-
წოდება საჭიროა ვიცოდეთ ნახშირბადწყალბადების ერთვალენტი-
ანი რადიკალების სახელები, რომლებიც მიიღებიან ნაჯერი ნახშირ-
ბადწყალბადებიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით. რადიკა-
ლების სახელწოდება გამომდინარეობს შესაბამისი ალკანების სა-
ხელწოდებიდან სუფიქსი «ან»-ის «ილი»-ით შეცვლით. მაგალითად,
ალკანი – ალკილი, მეთანი – მეთილი CH_3 -, ეთანი – ეთილი C_2H_5 -
და ა.შ. რადიკალებს აღნიშნავენ R-ით.

ანსხვავებენ პირველად, მეორადს და მესამეულ ნახშირბადატო-
მებს და თავისუფალი ვალენტობა რადიკალში ისეთ ნახშირბადა-
ტომთანაა, რომელიც მხოლოდ ერთი ვალენტობით უკავშირდება მე-
ორე ნახშირბადატომს იგი პირველადია, ნახშირბადი თუ ორ რადი-
კალს უკავშირდება მეორეულია, თუ სამს – მესამეული, ნახშირბადა-
ტომი შეიძლება იყოს მეოთხეულიც. ამ შემთხვევაში იგი დაკავშირე-

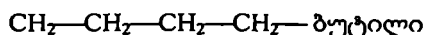
ბული უნდა იყოს ოთხ ერთვალენტიან
რადიკალთან.



მაგ. აქ მეორე ნახშირბადატომი მეო-
თხეულია, პროპანი ორ რადიკალს წარ-
მოქმნის CH_3 - CH_2 - CH_2 – პროპილი.



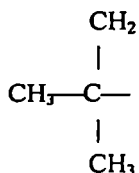
იზოპროპილი, ბუტანი – ოთხ რადიკალს.



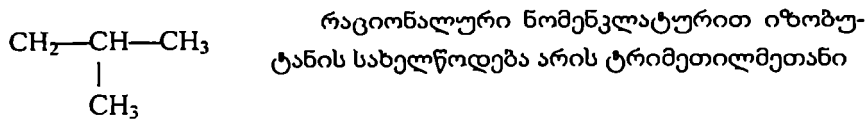
ბუტილი



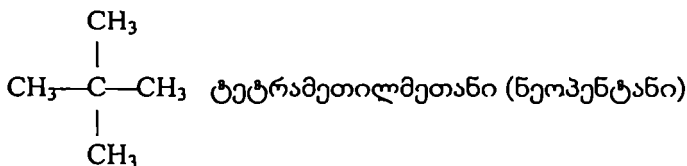
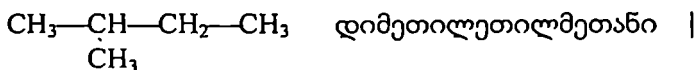
მეორეული ბუტილი (იზობუტილი)



მესამეული ბუტილი (იზობუტილი)



იზოპენტანებისა კი იქნება



რაც უფრო მეტია მოლეკულაში ნახშირბადატომთა რიცხვი, იზომერთა რიცხვი მით მეტია. მაგალითად, პენტანს სამი იზომერი შეესაბამება, ჰექსანს ხუთი, ჰეპტანს ცხრა, ოქტანს თვრამეტი, დეკანს ($\text{C}_{10}\text{H}_{22}$) 75 იზომერი და ა.შ.

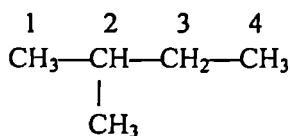
იმის გამო, რომ რაციონალური ნომენკლატურის ფარგლებში არ თავსდება მთელი რიგი ორგანული ნაერთების სახელწოდებანი, აუცილებელი გახდა ახალი ნომენკლატურის შექმნა. ამჟამად, რაციონალურ ნომენკლატურას იყენებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იგი თვალნათლივ გამოხატავს ნაერთის აგებულებას.

ძირითადი პრინციპი სისტემატური ნომენკლატურისა მიღებული იყო 1892 წელს ქ.ჟენევაში ქიმიკოსთა საერთაშორისო კონგრესზე. ამ კონგრესზე მიღებულ ნომენკლატურას ეწოდა ჟენევის ნომენკლატურა, რომელიც ცნობილია აგრეთვე სისტემატური ნომენკლატურის სახელწოდებით. შემდეგ ყრილობებზე ამ ნომენკლატურაში შეტანილი იყო ცვლილებები და დამატებები. უკანასკნელი ცვლილებები და დამატებები მიღებული იყო 1967 და 1985 წ. პარიზის ქიმიკოსთა საერთაშორისო ყრილობაზე, რომელიც ცნობილია IUPAC

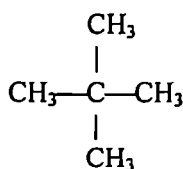
ნომენკლატურით (International Union of Pure and Applied Chemistry – თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი).

სისტემატური ნომენკლატურით განტოტვილჯაჭვიანი ალკანების სახელწოდების წაკითხვის დროს ენომრავთ ყველაზე გრძელ ჯაჭვს, თანაც დანომრვა უნდა დავიწყოთ იმ თავიდან, საიდანაც უფრო ახლოა განტოტვა, ციფრით მივუთითებთ იმ ნახშირბადატომს, სადაც არის განტოტვა, რით არის განტოტვილი და გრძელ ჯაჭვში მყოფი ფრაგმენტი რომელ ნორმალურ ალკანს შეესაბამება.

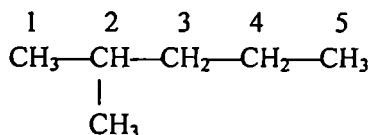
მაგ, იზოპენტანებს და იზოჰექსანებს სისტემატური ნომენკლატურით შეიძლება მივცეთ სახელწოდებანი



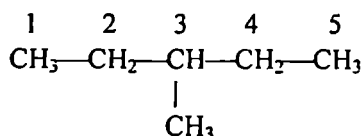
2 – მეთილბუტანი



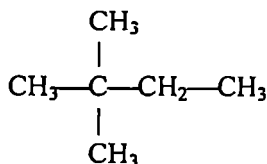
2,2- დიმეთილპროპანი



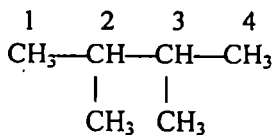
2 – მეთილპენტანი



3 - მეთილპენტანი



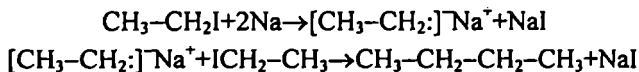
2,2 – დიმეთილბუტანი



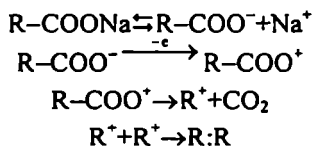
2,3 – დიმეთილბუტანი

3. ჰალოგენალკილებზე ნატრიუმის მოქმედებით (ვიურცის რეაქცია) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{I} + 2\text{Na} + \text{ICH}_2\text{-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + 2\text{NaI}$ რეაქცია მიმდინარეობს ნახშირბადატომის ჯაჭვის გაზრდით. რეაქციის მიმდინარეობის მექანიზმი გამოიკვლია პ.პ.შორიგინმა.

ჰალოგენალკილზე მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით ჯერ ადგილი აქვს ნატრიუმალკილის წარმოქმნას, რომელიც შემდეგ რეაქციაში შედის ჰალოგენალკილთან და მიიღება ალკანი:



4. ალკანები მიიღებიან კარბონმჟავების მარილების ელექტროლიზით (კოლბეს რეაქცია):



რეაქციის განტოლების სქემიდან ჩანს, რომ კარბონმჟავის მარილი ელექტროლიზით გვამღევს მჟავას ანიონს, რომელიც გასცემს ელექტრონს და გარდაიქმნება მჟავას რადიკალად. მჟავას რადიკალი განიცდის დეკარბოქსილირებას და მიიღება გადიდებული მოლეკულური მასის მქონე ალკანის მოლეკულა.

5. ალკანები მიიღებიან ერთფუძიან მჟავათა მარილების შელღობით ტუტესთან (ნახშირწყალბადების მიღების ანალიზური წესი). ამ რეაქციით მიიღება ალკანი შემცირებული ნახშირბადატომთა ჩონჩხით. პრაქტიკულად შელღობის რეაქცია მიმდინარეობს არა ტუტესთან, არამედ ნატრიუმკირთან (ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა NaOH და კირის ნარევი Ca(OH)_2), რადგან ტუტე იწვევს მინის დაშლას. რეაქცია გამოისახება შემდეგი ტოლობით:



2.4.1. ფიზიკური თვისებები

ალკანების პირველი ოთხი წევრი ჩვეულებრივ პირობებში აირებია, მეხუთე წევრიდან $C_{16}H_{34}$ -მდე სითხეებია, ხოლო მაღალი წევრები მყარი ნივთიერებებია, წყალში ცუდად იხსნებიან. ალკანებში დუღილის ტემპერატურა იზრდება ჰომოლოგიური რიგის გაზრდასთან დაკავშირებით და დიდადაა დამოკიდებული ნაერთის აგებულებაზე.

იზომერებიდან ნორმალურჯაჭვიანი ნახშირწყალბადების დუღილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე განტოტვილჯაჭვიანი ნახშირწყალბადებისა.

ლღობის ტემპერატურა ლუწ ნახშირბადატომის შემცველი ალკანის უფრო მაღალია, ვიდრე კენტი ნახშირბადატომის შემცველი ალკანის. კუთრი წონა ალკანებისა იზრდება ჰომოლოგიური რიგის გაზრდასთან დაკავშირებით და ერთზე ნაკლებია. ალკანების წყალში ხსნადობა უმნიშვნელოა, ისინი არაპოლარული ნივთიერებებია. ატომები მოლეკულაში შებმული არიან σ ბმებით. მანძილი ნახშირბადატომებს შორის $1,54\text{\AA}$ ანუ $0,154\text{ ნმ}$ -ია.

2.4.2. ქიმიური თვისებები

ნაჯერი ნახშირწყალბადები ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ხასიათდებიან მცირე რეაქციის უნარით, რისთვისაც მათ პარაფინები უწოდეს, ლათინური სიტყვიდან *Parum affinis*, რაც ნიშნავს მცირე თვისების მქონე.

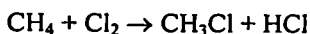
მაღალი ტემპერატურის გავლენით ალკანების გარდაქმნები შეიძლება განხორციელდეს ბმის გაწყვეტით ნახშირბადატომებს ან ნახშირბადასა და წყალბადს შორის ბმის გაწყვეტისას წყალბადი ჩაინაცვლება სხვა ატომებით ან ატომთა ფრაგმენტებით. ბმების ამგვარი გაწყვეტის გამო მათ ახასიათებთ გახლეჩისა და ჩანაცვლების რეაქციები.

ალკანების მოლეკულაში ჩანაცვლების ადგილი განისაზღვრება პირველ რიგში წარმოქმნილი რადიკალის მდგრადობით. რადიკალები თავისუფალი ელექტრონით მესამეულ ნახშირბადატომთან უფრო სტაბილურია, ამიტომ ჩანაცვლება უფრო ადვილად მიდის მესამეულ ნახშირბადატომთან მდგომი H-ის, ხოლო ყველაზე ძნელად პირველად ნახშირბადატომთან დაკავშირებული წყალბადის.

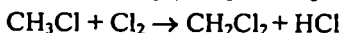
2.4.3. ჩანაცვლების რეაქციები

ჰალოგენირება. ჰალოგენირების რეაქციებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ქლორირების რეაქცია. არააგზნებული ქლორი ან ბრომი არ რეაგირებს ალკანებთან, მაგრამ თუ აღვავზნებთ ქლორს, განათებით ან მაღალი ტემპერატურის (300-400°C) მოქმედებით, მოხდება მეთანის მოლეკულაში ყველა წყალბადის თანდათანობით ჩანაცვლება და წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით მონო-, დი- და პოლი-ჰალოგენწარმეები, რომლებსაც დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვთ.

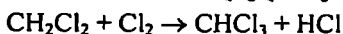
მეთანის ქლორირების რეაქცია შეიძლება გამოიხატოს შემდეგი სქემით:



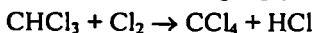
ქლორმეთანი (მეთილქლორიდი)



დიქლორმეთანი



ტრიქლორმეთანი, ქლოროფორმი



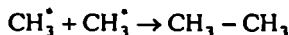
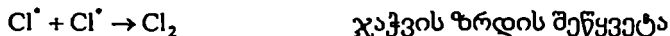
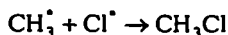
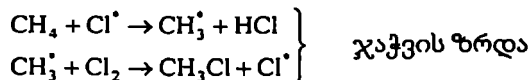
ტეტრაქლორმეთანი

ალკანების სინათლეზე ჰალოგენირების რეაქციას აქვს ჩანაცვლების რადიკალურ-ჯაჭვური მექანიზმი, რომელიც შეიძლება სამ სტადიად დაიყოს:

ა) ჯაჭვის ინიცირება (აქტიური ცენტრის წარმოქმნა). სინათლის გავლენით ქლორის მოლეკულა გარდაიქმნება ატომურ ქლორად.

ბ) ჯაჭვის ზრდა. რეაგენტი გარდაიქმნება რეაქციის პროდუქტად, ატომი ან რადიკალი ამ პროცესის დროს არ ქრება.

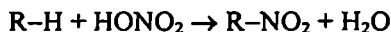
გ) ზრდის შეწყვეტა. ამ დროს ატომები ან რადიკალები ქრება:



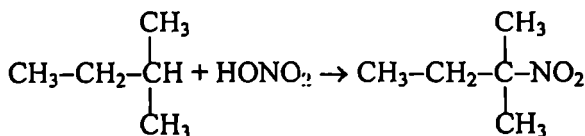
ჰალოგენების ურთიერთქმედება ალკანებთან სხვადასხვა სიჩქარით მიმდინარეობს. ყველაზე უფრო ენერგიულად მოქმედებს ფტორი და ძნელად იოდი, თავისუფალი ფტორის მოქმედება მიმდინარეობს აფეთქებით. იგი იწვევს ალკანების დესტრუქციას.

ნიტრირება. ალკანებში წყალბადატომი შეიძლება ჩავანაცვლოთ ნიტროჯგუფით (NO_2). ამ რეაქციას ნიტრირების რეაქცია ეწოდება. ალკანების ნიტრირება ხდება განზავებული აზოტმჟავით $120-140^\circ\text{C}$ -ზე, რადგან კონცენტრირებული აზოტმჟავას ან მანიტრირებელი ნარევის (HNO_3 და H_2SO_4) მოქმედებით ალკანები იჟანგებიან. ეს რეაქცია პირველად განახორციელა მ.ი.კონოვალოვმა, შემდეგ კი საფუძვლიანად შეისწავლა ნ.ა.ნამიოტკინმა.

ალკანების ნიტრირების რეაქცია ზოგადად შეიძლება გამოვხატოთ განტოლებით:

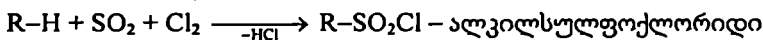


ნიტროჯგუფით (NO_2) უფრო ადვილად ჩაინაცვლება ის წყალბადი, რომელიც დაკავშირებულია მესამეულ ნახშირბადატომთან, შემდეგ მეორეულთან და შემდეგ პირველადთან

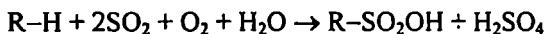


მესამეული ნიტროპენტანი

სულფოქლორირება. სულფოდაჟანგვა. სულფოქლორირების რეაქციის დროს ალკანებზე მოქმედებენ გოგირდოვანი ანჰიდრიდისა და ქლორის ნარევით, სინათლეზე ან კატალიზატორების თანაობისას. კატალიზატორებად იყენებენ ორგანულ ზეჟანგებს. რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:

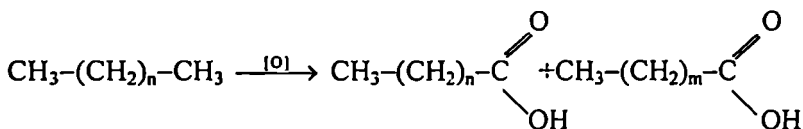


სულფოდაჟანგვის რეაქცია



სულფოქლორირების და სულფოდაჟანგვის რეაქციებს დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვს, რადგან მათ იყენებენ სინთეზურ გაზრეცხ საშუალებად (დეტერგენტები).

დაჟანგვა. ძლიერი დამჟანგველები როგორიცაა ქრომის ნარევი და კალიუმის პერმანგანატი ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე არ მოქმედებენ ნაჯერ ნახშირწყალბადებზე, რომლებსაც ნორმალური ნახშირბადოვანი ჯაჭვი გააჩნიათ. ადვილად იჟანგება ის ნახშირწყალბადი, რომელიც შეიცავს მესამეულ ნახშირბადატომს. მაღალ ტემპერატურაზე 150-200°C ალკანები იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით კატალიზატორის მანგანუმის ნაერთების თანდასწრებით. ამ დროს ნახშირწყალბადის მოლეკულა იხლიჩება და წარმოიქმნება მჟავები ნაკლები ნახშირბადატომების რიცხვით, ვიდრე აღებული ალკანი იყო.



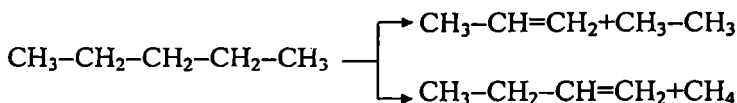
300°C ზემოთ ხდება ნაჯერი ნახშირწყალბადების შეღღობა და იწვის CO₂ და H₂O წარმოქმნით:



უკანასკნელ წლებში საწარმოო მნიშვნელობას ღებულობს პარაფინების დაბალი წარმომადგენლების (მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანის) დაჟანგვა, რომელიც მიმდინარეობს 150°C კატალიზატორის თანაობისას. პროცესის დროს წარმოიქმნება მრავალი სხვადას-

ხვა ორგანული ნაერთი – სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მჟავები და სხვ.

კრეკინგი. ნაჯერი ნახშირწყალბადები $450-500^{\circ}\text{C}$ -ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე განიცდიან ქიმიურ გარდაქმნას (დაშლას) – კრეკინგს. კრეკინგი ინგლისური სიტყვაა და ნიშნავს გახლეჩას (დაწვევრებას). ამ დროს წარმოიქმნება ალკანების დაბალი წევრები და ოლეფინები:

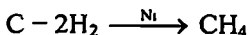


უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ($600-800^{\circ}\text{C}$) რთული კრეკინგი პიროლიზი ხდება, მრავალნახშირბადიან ნაშთის – კოქსის ფაზური ნივთიერებების, ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების წარმოქმნით.

2.5. მეთანი

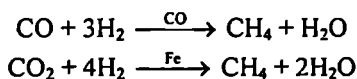
მეთანი (ჰაობის, მალაროს გაზი) ბუნებრივი გაზების მთავარ შემადგენელ ნაწილს შეადგენს. იგი წარმოიქმნება სხვა აირად პროდუქტებთან ერთად ნარევის სახით ხის, ტორფის, ფიქალების და ქვანახშირის მშრალი გამოხდის დროს. მეთანი პირველად აღმოჩენილი იყო 1776 წელს ვოლტის მიერ ჰაობის გაზში. სინთეზურად 1837 წელს იქნა მიღებული მძარმჟავა ნატრიუმის მარილის ტუტესთან შელღობით.

მეთანი სინთეზურად მიიღება ელემენტებისაგან 475°C კატალიზატორის თანდასწრებით:

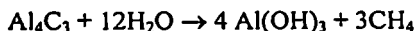


დიდი რაოდენობით ღებულობენ ნახშირჟანგისა და ნახშირორჟანგის აღდგენით მაღალ ტემპერატურაზე (200°C) და მაღალი წნე-

ვის პირობებში, კატალიზატორების რკინისა და კობალტის თანაობით.



მეთანი მიიღება აგრეთვე ალუმინის კარბიდზე წყლის მოქმედებით:



მეთანი უფერო, უსუნო გაზია, წყალში ცუდად იხსნება.

მეთანს დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს. მას დიდი რაოდენობით იყენებენ როგორც სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო საწვავ გაზს. ქიმიური გადამუშავებით მისგან მიიღება აცეტილენი, ფტორი და ქლორნაწარმები, ჭიანჭველას ალდეჰიდი, მეთილის სპირტი, ჭვარტლი და სხვა. მეთანის წვის დროს უფრო მეტი სითბური ენერგია გამოიყოფა ვიდრე ბენზინის წვის დროს.

2.6. ალკენები

(ეთილენური ნახშირწყალბადები, ოლეფინები)

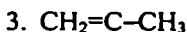
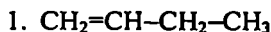
ალკენები ხასიათდებიან ნახშირბადატომებს შორის ერთი ორმაგი ბმით. მათი საერთო ფორმულაა C_nH_{2n} . ამ ზოგადი ფორმულის მიხედვით პირველი წევრი უნდა იყოს მეთილენი CH_2 , მაგრამ იგი არასტაბილურია, ამიტომ პირველ წევრს წარმოადგენს ეთილენი C_2H_4 , შემდეგი წევრია პროპილენი C_3H_6 , შემდეგი ბუტილენი C_4H_8 , ამილენი (პენტენი) C_5H_{10} და ა.შ.

ამ რიგის ნაერთებს ოლეფინებსაც უწოდებენ. სახელწოდება ოლეფინი წარმოიქმნა ლათინური სიტყვიდან *gazolefant*, რაც ნიშნავს «ზეთწარმომქმნელ აირს».

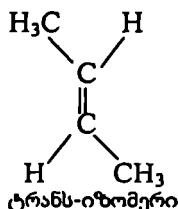
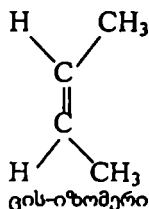
2.6.1. იზომერია და ნომენკლატურა

ალკენებში იზომერია ძირითადად განპირობებულია ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აგებულებითა და ორმაგი ბმის მდებარეობით მოლეკულაში. ამიტომ, ცხადია, იზომერთა რიცხვი აქ უფრო მეტია, ვიდრე შესაბამის ალკანებში.

იზომერია იწყება მესამე წევრიდან – ბუტილენიდან, მას აქვს სამი იზომერი:



გარდა აღნიშნული იზომერიისა ოლეფინებში ვხვდებით გეომეტრიულ ანუ ცის-ტრანს იზომერიას



ცის-იზომერის შემთხვევაში ერთნაირი ატომები ან ატომთა ჯგუფები ორმაგ ბმასთან მდებარე ნახშირბადატომებთან დგანან ერთ მხარეს, ხოლო ტრანს-იზომერის შემთხვევაში სხვადასხვა მხარეს.

ოლეფინების ტრივიალური სახელწოდება წარმოდგება ალკანების სახელწოდებიდან, რომელშიც დაბოლოება «ან»-ი იცვლება «ილენ»-ით.

ეთილენი C_2H_4 , პროპილენი C_3H_6 , ბუთილენი C_4H_8 , ამილენი C_5H_{10} , ჰექსილენი C_6H_{12} , ჰეპტილენი C_7H_{14} , ოქტილენი C_8H_{16} , ნონილენი C_9H_{18} , დეცილენი $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ და ა.შ.

ალკენების რადიკალების სახელწოდებანი გამოყავთ ამ რიგის

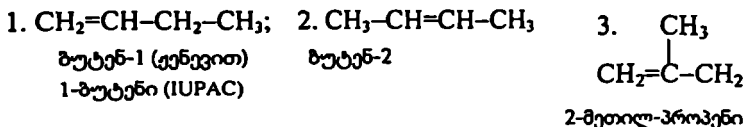
ნახშირწყალბადთა სახელწოდების ძირზე სუფიქს „ენილ“-ის დამატებით: ეთილენი (ვინილი) $\text{CH}_2=\text{CH}-$, პროპილენი (ალილი) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$, იზოპროპენილი $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$ და ა.შ.

|

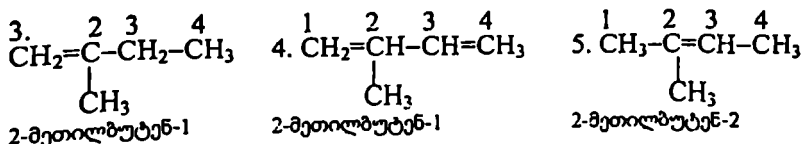
რაციონალური ნომენკლატურით ოლეფინების სახელწოდება გამოყავთ პირველი წევრის სახელწოდებიდან. მათ იხილავენ როგორც ეთილენის ნაწარმებს, რომლის მოლეკულაში წყალბადის ერთი ან რამდენიმე ატომი ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადის ერთვალენტიანი რადიკალებით. დაასახელებენ რადიკალებს და დააბოლავებენ ეთილენით. მაგალითად C_4H_8 იზომერები წაიკითხება ასე: 1. ეთილეთილენი; 2. დიმეთილეთილენი; 3. არასიმეტრიული დიმეთილეთილენი.

ჟენევის ანუ სისტემატური ნომენკლატურით ალკენების სახელწოდება გამომდინარეობს შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან, რომელშიც დაბოლოება „ანი“ იცვლება „ენ“-ით. ნომრავენ ნახშირბადატომთა ყველაზე გრძელ ჯაჭვს. დანომვრა დაიწყება იმ კიდურა ნახშირბადატომიდან სადაც ახლოსაა ორმაგი ბმა. უნდა ვუჩვენოთ ჩანაცვლებული, მისი ადგილმდებარეობა და იმ ნახშირბადატომის ნომერი, საიდანაც იწყება ორმაგი ბმა.

მაგალითად, C_4H_8 იზომერი სისტემატური ნომენკლატურით წაიკითხება ასე:



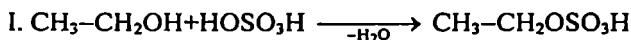
მაგალითად: C_5H_{10} იზომერები:



2.6.2. ოლეფინების მიღება

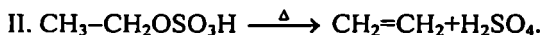
1. ლაბორატორიულ პირობებში ეთილენი მიიღება სპირტების დეჰიდრატაციით, დეჰიდრატაციას ახორციელებენ წყალწამრთმევი კატალიზატორების მეშვეობით (H_2SO_4 , KHSO_4 , AlCl_3 , H_3PO_4).

თუ წყალწამრთმევი საშუალებად გამოვიყენებთ გოგირდმჟავას, რეაქცია ორ სტადიად მიმდინარეობს: 1 სტადიაში გოგირდმჟავა შედის რეაქციაში ეთილის სპირტთან და წარმოქმნის ეთერს:



გოგირდმჟავათილის ეთერი

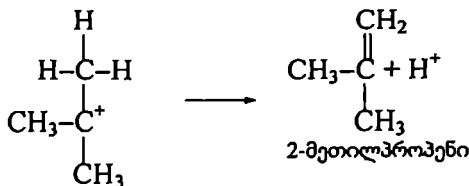
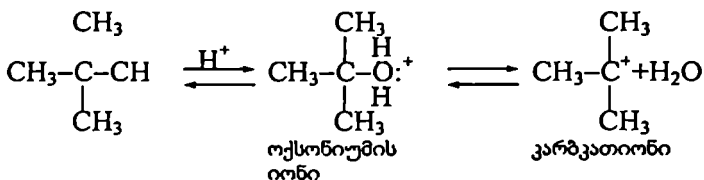
მეორე სტადიაზე მიღებული ეთერი გახურებით იშლება:



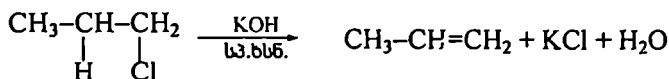
მსგავს რეაქციას მოხლეჩის (ელემინირების) რეაქციას უწოდებენ და აღნიშნავენ E ასოთი.

უნდა აღინიშნოს, რომ მესამეული სპირტი უფრო ადვილად განიცდის დეჰიდრატაციას.

სპირტიდან წყლის მოხლეჩის რეაქციის მექანიზმი მჟავის გამოყენებით შეიძლება ასე წარმოვიდგინოთ: მჟავას პროტონი სპირტთან წარმოქმნის ოქსონიუმის იონს, რომელიც კარგავს წყალს და წარმოქმნის კარბანიონს, რომლის სტაბილიზაცია ხდება პროტონის დაკარგვით და ოლეფინის წარმოქმნით.

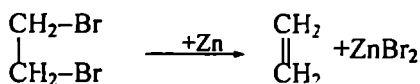


2. ოლეფინები მიიღება აგრეთვე ჰალოგენნაწარმებიდან ჰალოგენწყალბადის მოხლეჩით. ამ მიზნით მოქმედებენ მონოჰალოგენალკილზე KOH ან NaOH-ის სპირტიანი ხსნარით.

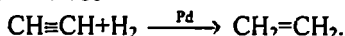


რეაქციის მექანიზმი იხილეთ ჰალოგენალკილების ქიმიურ თვისებებში.

3. ოლეფინების მისაღებად ზოგიერთ შემთხვევაში იყენებენ დიჰალოგენნაწარმებს. ჰალოგენების მოხლეჩა ხდება თუთიის მტვრის მოქმედებით სპირტიან არეში:

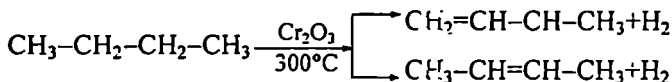


4. ოლეფინები მიიღებიან აგრეთვე აცეტილენური ნახშირწყალბადების ნაწილობრივი აღდგენით:



5. ოლეფინებს, რომლებიც გამოიყენება ტექნიკური მიზნებისათვის ღებულობენ ნავთობის კრეკინგით წნევის ქვეშ.

6. დიდი რაოდენობით ოლეფინები მიიღება ნაჯერი ნახშირწყალბადების დეჰიდრირებით მაღალ ტემპერატურაზე (300°C) და კატალიზატორის – ქრომის ჟანგის თანაობით:



2.6.3. ფიზიკური თვისებები

ოლეფინების ჰომოლოგიური რიცხის პირველი სამი წევრი აირებია, C₅H₁₀-დან C₁₇H₃₄-მდე სითხეებია. შემდეგი წევრები მყარი ნივთიერებებია.

ოლეფინი ნახშირბადატომების ნორმალური ჯაჭვით დუღს უფრო მაღალ ტემპერატურაზე, ვიდრე მისი იზომერი განშტოებული ჯაჭვით. ორმაგი ბმის გადაადგილება მოლეკულის ცენტრში იწვევს დუღილის ტემპერატურისა და დნობის ტემპერატურის აწევას. ცის-იზომერი დუღს უფრო მაღალ ტემპერატურაზე, ვიდრე ტრანს-იზომერი, დნობის ტემპერატურა კი პირიქით.

ხვედრითი წონა ნაკლებია ერთზე, მაგრამ უფრო მეტია ვიდრე ნაჯერი რიგის ნახშირწყალბადების. წყალში ცუდად იხსნებიან. უნდა აღინიშნოს, რომ ოლეფინები კარგად იხსნებიან ზოგიერთი მძიმე მეტალების მარილებში, წარმოქმნიან მათთან კომპლექსურ ნერთებს (მაგალითად, Cu_2Cl_2 ხსნართან).

2.6.4. ქიმიური თვისებები

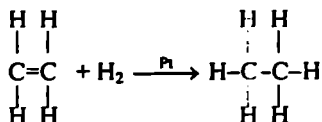
ალკენების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია ორმაგი ბმის არსებობით (σ და π ბმა) ნახშირბად-ატომი იმყოფება SP^2 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში.

ალკანებში σ -ბმის სიგრძე ნახშირბადატომებს შორის (C-C) ტოლია 0,154 ნმ. ბმის ენერგია კი 345,6 კჯ/მოლი, ალკენებში ორმაგი ბმის სიგრძე (C=C) ტოლია 0,134 ნმ, ენერგია კი 607,1 კჯ/მოლი. შედარებიდან ნათლად სჩანს, რომ ორმაგი ბმის სიგრძე მნიშვნელოვნად მოკლეა, ხოლო ენერგია ნაკლებია ცალმაგი π -ბმის გაორკეცვულ სიდიდეზე 92,1 კჯ/მოლი-ით. ამის გამო π -ბმა უფრო სუსტია. იგი ადვილად წყდება შეერთების რეაქციების დროს და ამ ელექტრონების ხარჯზე ხდება ორი ერთვალენტური ატომის ან ატომთა ჯგუფის შეერთება.

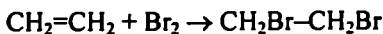
ამგვარად, ოლეფინებისათვის უფრო მეტად დამახასიათებელია შეერთების რეაქციები.

ოლეფინები იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენებს, ჰალოგენწყალბადს, ქვექლოროვანმჟავას, წყალს.

1. ჰიდრირება (წყალბადის მიერთება). ალკენებთან წყალბადის მიერთება მიმდინარეობს კატალიზატორის თანდასწრებით. კატალიზატორებად იყენებენ პლატინას, პალადიუმს, რუთენიუმს, როდიუმს და ნიკელს. რეაქცია ასე გამოისახება:



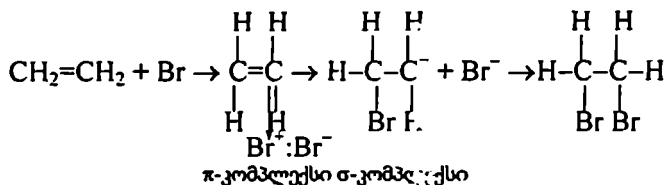
2. ჰალოგენირება. ოლეფინები ადვილად იერთებენ ჰალოგენებს:



რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია ჰალოგენის ბუნებაზე და ოლეფინის აგებულებაზე.

ოლეფინებიდან ჰალოგენის შეერთება შეიძლება განხორციელდეს როგორც რადიკალური, ასევე იონური მექანიზმით.

ბრომის მიერთება იონური მექანიზმით ეთილენტან მიმდინარეობს შემდეგნაირად:

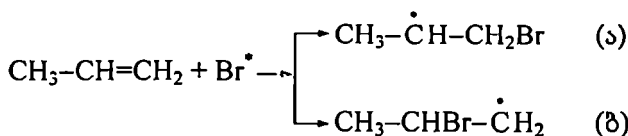


ბრომის მოლეკულა p-ელექტრონის მოქმედებით განიცდის პოლარიზაციას $\text{Br}^+:\text{Br}^-$ ბრომის მოლეკულის დადებითი ნაწილაკი (Br^+) ეჯახება ორმაგი ბმის p-ელექტრონებს და წარმოქმნის π-კომპლექსს. π-ბმის გაწყვეტით π-კომპლექსი გარდაიქმნება კარბკათიონად (σ-კომპლექსი), განთავისუფლებული ბრომის ანიონი შეუერთდება კარბკათიონს და წარმოქმნის საბოლოო პროდუქტს. ამრიგად Br_2 მიერთება ერთდროულად კი არ ხდება, არამედ თანდათანობით.

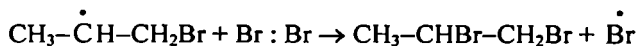
რადიკალური მექანიზმი: სინათლის გავლენით ჰალოგენის მოლეკულა გარდაიქმნება ადგზნებულ ატომად $\text{Br}_2 \xrightarrow{h\nu} 2\text{Br}^\cdot$.

ჰალოგენის ატომი უერთდება ოლეფინის π-ბმის ხარჯზე და წარ-

მოიქმნება ორი სხვადასხვა რადიკალი:

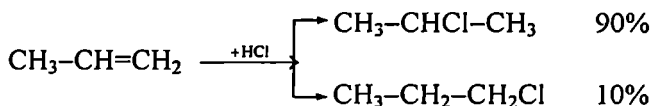


სტაბილობის მიხედვით უფრო ხელსაყრელია (ა) რადიკალის წარმოქმნა. ამიტომ მასთან შედის რეაქციაში ბრომის მოლეკულა და წარმოიქმნება დიბრომპროპანი.

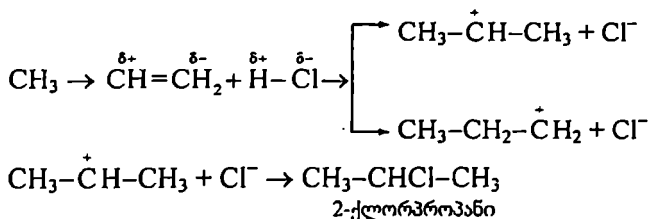


3. ჰიდროჰალოგენირება. ოლეფინები იერთებენ ჰალოგენწყალბადებს და წარმოქმნიან შესაბამის ჰალოგენრადიკალებს.

არასიმეტრიული აგებულების ოლეფინებთან ჰალოგენწყალბადის შეერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით. ჰალოგენი მიემართება ნაკლებად ჰიდროგენიზებულ ნახშირბადატომთან, ხოლო დადებითად პოლარიზებული უფრო ჰალოგენიზირებულ ნახშირბადატომს უერთდება.



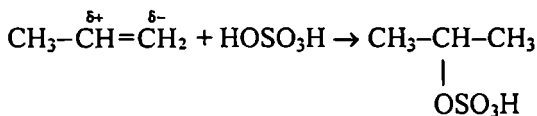
არასიმეტრიულ ოლეფინებთან ჰალოგენწყალბადის ასეთნაირი შეერთება ხდება იმის გამო, რომ ალკილებს ახასიათებს რა დადებითი ინდუქციური ეფექტი, ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს განზიდვენ ორმაგი ბმისაკენ. ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე გადაიწევა მოლეკულის ბოლო ნახშირბადატომისაკენ $\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH=CH}_2$ (ე.ი. ადგილი აქვს პოლარიზაციას) და წარმოიქმნება მეორეული (ა) და პირველადი (ბ) კარბკათიონი. მეორეული კარბკათიონი უფრო სტაბილურია, ვიდრე 1-ქლორპროპანი. რეაქცია მიმდინარეობს ელექტროფილური მიერთების მექანიზმით:



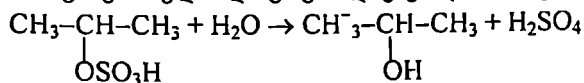
მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ შეერთების იონური მექანიზმის დროს, ე.ი. როცა ადგილი აქვს მორეაგირე ნივთიერებათა მოლეკულების ჰეტეროლიტურ გახლეჩას.

რადიკალური მექანიზმით შეერთების დროს ადგილი აქვს მოლეკულათა ჰომოლიტურ გახლეჩას. რეაქცია მიმდინარეობს ზეჟანგის თანდასწრებით მარკოვნიკოვის წესის საწინააღმდეგოდ (კარაშის ზეჟანგის ეფექტი).

4. ჰიდრატაცია. ოლეფინები კატალიზატორების თანაობისას იერთებენ წყალს და წარმოიქმნება სპირტები. რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად. კატალიზატორებად შეიძლება გამოყენებული იქნას გოგირდმჟავა, თუთიის ქლორიდი და სხვა. გოგირდმჟავას თანაობისას ეს რეაქცია მიმდინარეობს ორ საფეხურად. პირველად სპირტზე მოქმედებს კონცენტრირებული გოგირდმჟავა და შუალედ პროდუქტად გამოიყოფა გოგირდმჟავას რთული ეთერი:

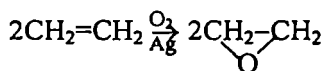


მიღებულ ეთერზე წყლის შემდგომი მოქმედებით (ჰიდროლიზი) წარმოიქმნება ხელახლა გოგირდმჟავა და სპირტი

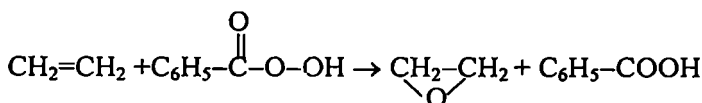


5. დაჟანგვა. ოლეფინები იჟანგებიან ჰაერის ჟანგბადით ან სხვა დამჟანგველებით. დაჟანგვის მიმართულება დამოკიდებულია რეაქციის პირობებზე და დამჟანგველის შერჩევაზე.

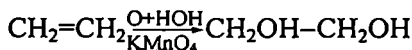
ა) ოლეფინები იჟანგებიან ჰაერის ჟანგბადით კატალიზატორის ვერცხლის თანაობისას და წარმოქმნიან ორგანულ ოქსიდებს (ციკლური მარტივი ეთერები ანუ ეპოქსიდები)



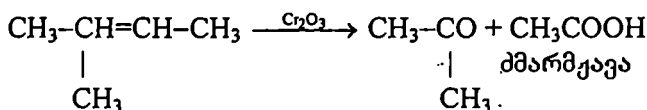
ანალოგიურად მოქმედებს აციკლური ჰიდროზეჟანგები (პრილეჟაევის რეაქცია)



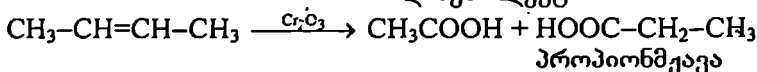
ბ) ოლეფინები ადვილად იჟანგებიან კალიუმის პერმანგანატის განზავებული ხსნარით (ვაგნერის რეაქცია) ან იჟანგებიან წყალბადის ზეჟანგის მოქმედებით კატალიზატორების (CrO_3 , H_2SO_4 და სხვა) თანაობისას და წარმოქმნიან ორატომიან სპირტებს:



გ) უფრო ძლიერი დამჟანგველების მოქმედებით (კონცენტრირებული კალიუმის პერმანგანატი, ქრომის მჟავა, აზოტმჟავა) ხდება ოლეფინის მოლეკულის გახლეჩა ორმაგ ბმასთან და წარმოიქმნება კეტონი და მჟავა ან ორი მჟავა:



დიმეთილკეტონი

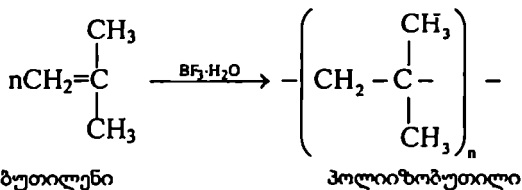
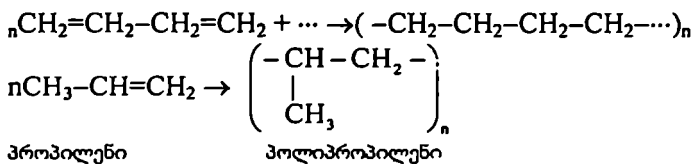


პროპიონმჟავა

ეს რეაქცია ხშირად გამოიყენება ოლეფინების აგებულების და-

სადგუნად.

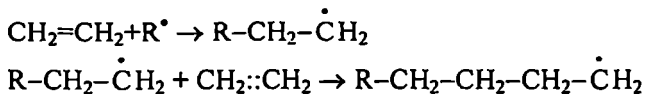
6. პოლიმერიზაცია. ოლეფინების პოლიმერიზაცია წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს რეაქციას, რადგან მიღებულ პოლიმერებს დიდი გამოყენება აქვთ მეურნეობის ყველა დარგში. პოლიმერიზაცია ეწოდება რამდენიმე დაბალმოლეკულური (მონომერი) ნაერთების შეერთების პროცესს მაღალმოლეკულურ ნაერთად – პოლიმერად. ოლეფინების პოლიმერიზაციის რეაქცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სქემით:



რეაქციის საწყის სტადიაზე წარმოქმნილი ნაწილაკების ბუნების მიხედვით პოლიმერიზაცია შეიძლება მიმდინარეობდეს რადიკალური ან იონური (კატალიზური) მექანიზმით.

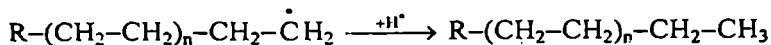
რადიკალური პოლიმერიზაციის აღკვერა ხდება ინიცირებით. ამ მიზნით იყენებენ პეროქსიდებს, მაღალ ტემპერატურას, დასხივებას და სხვ.

თუ ჰეროქსიდის რადიკალს ავლნიშნავთ R' -ით, მაშინ ეთილენის რადიკალური პოლიმერიზაცია შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



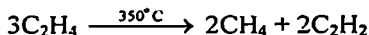
და ა.შ. ხდება ჯაჭვის ზრდა.

ზრდის შეწყვეტა:



ჯაჭვის ზრდის შეწყვეტა შეიძლება ნებისმიერი რეაქციით მონომერის მოლეკულის, წყალბადის ან სხვათა დამატებით.

ეთილენი. უფრო, სუსტი სუნის მქონე გაზია. წყალში ცუდად იხსნება. ეთილენი თერმულად უფრო ნაკლებად მდგრადია, ვიდრე მეთანი. იგი 350°C -ზე იწყებს დაშლას მეთანად და აცეტილენად.



უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ეთილენი იშლება აცეტილენად და წყალბადად: $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2$. იგი იწვის უფრო კაშკაშა ალით, ვიდრე მეთანი. ჰაერთან წარმოქმნის ფეთქებად ნარევს. ეთილენის მიღების სამრეწველო წყაროს წარმოადგენს გაზები, რომლებიც წარმოიქმნება ნავთობის ქიმიური გადამუშავების შედეგად.

ეთილენმა დიდი პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა. იგი წარმოადგენს საწყის მასალას სინთეზური კაუჩუკის პლასტიკური მასების, ფეთქებადი ნივთიერებების წარმოებაში, სხვადასხვა ნახევარნაწარმების მისაღებად. მისგან ღებულობენ ეთილის სპირტს, მმარმჟავა ალდეჰიდს, ეთილენის ჟანგს და სხვა ნივთიერებებს. ეთილენი გამოყენებულია აცეტილენის ნაცვლად ავტოგენური შედუღებისათვის, აგრეთვე ხილის ნაადრევი დამწიფებისათვის.

პროპილენი ასევე მიიღება მრეწველობაში გაზებიდან. გამოიყენება უმთაერესად პოლიპროპილენის, იზოპროპილის სპირტის მისაღებად. უანასკნელიდან მიიღება აცეტონი. აგრეთვე აკრილნიტრილი, გლიცერინი.

ბუთილენი ნორმალური აღნაგობით გამოიყენება დივინილის მისაღებად, რომელიც წარმოადგენს მნიშვნელოვან მონომერს სინთეზური კაუჩუკის წარმოებაში. იზობუთილენი გამოიყენება იზოპრენის სინთეზისათვის, წარმოადგენს მონომერს იზოპრენული კაუჩუკის წარმოებაში. აგრეთვე იგი გამოიყენება პოლიიზობუთილენის მისაღებად.

2.7. ალკადიენები (დიენური ნახშირწყალბადები)

დიენური ნახშირწყალბადები თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ ორ ორმაგ ბმას. მათ შესაბამის ნაჯერ ნახშირწყალბადებთან შედარებით ოთხი წყალბადატომი აკლიათ.

ალკადიენების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-2}

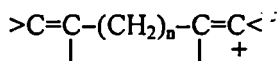
უმარტივესი წარმომადგენელი ამ რიგის ნაერთებისა არის ალენი $CH_2 = C = CH_2$, შემდეგი ჰომოლოგია $CH_3 - CH = C = CH_2$ მეთილალენი და ა.შ.

იმის მიხედვით თუ როგორ არის განაწილებული ორმაგი ბმები მოლეკულაში, დიენური ნახშირწყალბადები შეიძლება დაიყოს სამ ძირითად ტიპად:

1. ნახშირწყალბადები კუმულირებული ორმაგი ბმებით ორმაგი ბმები მეზობელ ნახშირბადატომებთანაა მაგ: $>C=C=C<$ ალენი და მისი ჰომოლოგები.

2. ნახშირწყალბადები კონიუგირებული ანუ შეუღლებული ორმაგი ბმებით (ორი ორმაგი ბმა დაცილებულია ერთი მარტივი ბმით, მაგ: $>C=CH-CH=C<$ დივინილი და მისი ჰომოლოგები).

3. ნახშირწყალბადები იზოლირებული ორმაგი ბმებით /ორი ორმაგი ბმა დაცილებულია ორი ან მეტი მარტივი ბმით. მაგ:

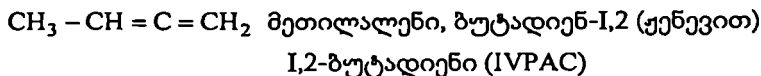


2.7.1. იზომერია ნომენკლატურა

ალკადიენების სახელწოდება სისტემატური ნომენკლატურით გამომდინარეობს შესაბამისი ეთილენური ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან, სუფიქსი „ენ“-ის „ადიენ“-ით შეცვლით. ორმაგი ბმების მდებარეობას აღნიშნავენ ციფრებით, ზოგიერთი დიენები-

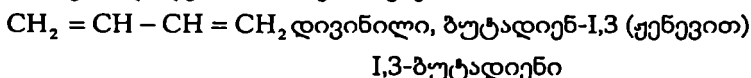
სათვის შემონახულია ემპირიული ან ძველი რაციონალური დასახელება.

მაგალითად

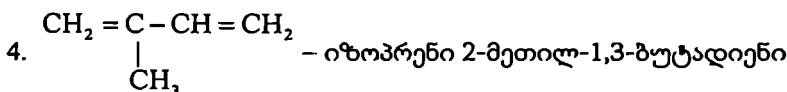
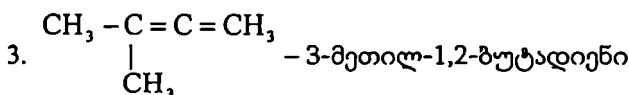
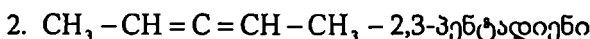


პირველ წევრს იზომერი არა აქვს, იზომერია იწყება მეორე წევრიდან (მეთილალენიდან) და მას აქვს ორი იზომერი, იზომერია განპირობებულია ორი გარემოებით: მოლეკულაში ორი ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობითა და ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აგებულებით.

მეთილალენის იზომერი იქნება:



განვიხილოთ პენტადიენის რამდენიმე იზომერი /C₅H₈/



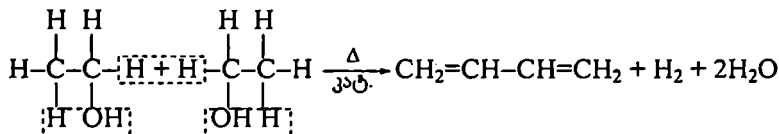
დიენური ნახშირწყალბადებიდან ჩვენ შევისწავლით შეუღლებულ, ანუ კონიუგირებულ ორმაგ ბმიან ნახშირწყალბადებს, რომლებსაც განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ.

2.7.2. მიღების მეთოდები

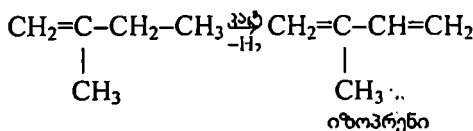
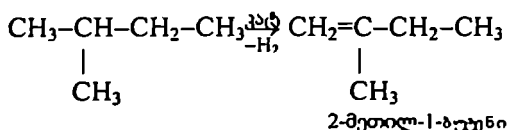
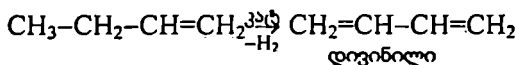
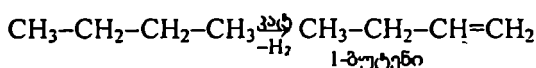
განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს დივინილისა და იზოპრენის სამრეწველო მასშტაბით სინთეზს, როგორც ძვირფასს მონომერს სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად: ამ მიმართულებით შე-

მუშავებულია მრავალი მეთოდი, რომლიდანაც განვიხილავთ ზოგიერთ მათგანს:

1. დივინილი მიიღება დიდი რაოდენობით ს.ვ.ლუბედევის მეთოდით, ეთილის სპირტს გაატარებენ გახურებულ ($400-500^{\circ}\text{C}$) კატალიზატორზე ($\text{MgO}-\text{ZnO}$). ამ დროს ერთდროულად ხდება ეთილის სპირტის დეჰიდრირება და დეჰიდრატაცია, გამოსავალი 70%-ს შეადგენს. რეაქციის სქემა ასე შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ:

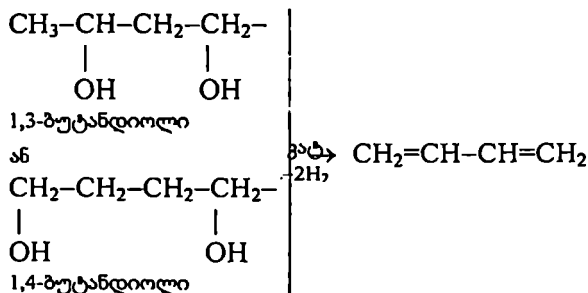


2. დივინილი და იზოპრენი მიიღება ქრომის, ალუმინისა და რკინის ჟანგთა შემცველი კატალიზატორების თანაობისას, შესაბამისად ბუტანისა და იზოპენტანის დეჰიდრირებით:

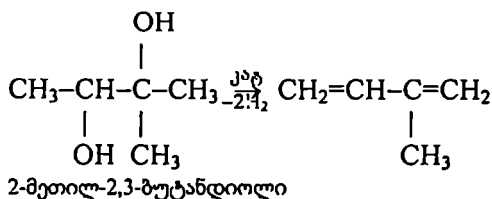


3. აღნიშნული ალკადიენები შეიძლება მივიღოთ აგრეთვე ორატომიანი სპირტების დეჰიდრატაციით. კერძოდ:

ა) დივინილი მიიღება 1,3-ან 1,4-ბუტანდიოლების დეჰიდრატაციით:



ბ) იზოპრენი კი მიიღება 2-მეთილბუტანდიოლ-2,3-ის დეჰიდრატაციით:



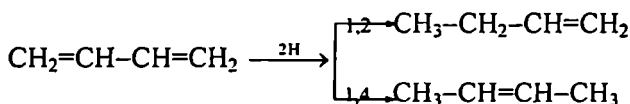
2.7.3. ფიზიკური თვისებები

ჩვეულებრივ პირობებში პროპადიენი და ბუტადიენი აირებია. იზოპრენი და სხვა მარტივი დიენური ნახშირწყალბადები სითხეები. ის კანონზომიერებანი, რომლებიც ახასიათებთ ნახშირწყალბადთა ჰომოლოგიურ რიგს ალკადიენებისათვის არის დამახასიათებელი.

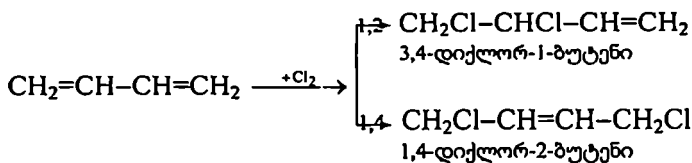
2.7.4. შეუღლებული ორმაგბმანი ალკადიენების აგებულება და ქიმიური თვისებები

1,3 ბუტადიენის ოთხივე ნახშირბადი იმყოფება SP^2 ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაში, ამიტომ σ -ბმებისაგან წარმოქმნილი კუთხე 120° -ის ტოლია. ნახშირბადატომების ჩონჩხი იმყოფება ერთ სიბრტყეში, ხოლო შეუღლებული ორი π ბმა ქმნის საერთო ელექტრონულ ღრუბელს, რის გამოც მცირდება მარტივი ბმის სიგრძე C_2-C_3 ნახშირბადატომებს შორის და ტოლია 0,146 ნმ. იგი ნაკლებია ჩვეულებრივი მარტივი $C-C$ ბმის სიგრძეზე (0,154 ნმ) და მეტია $C=C$ ორმაგი ბმის სიგრძეზე, რითაც განპირობებულია მოლეკულის სტაბილიზაცია. ასეთ შეუღლებულ დიენებს ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები. დიენურ ნახშირწყალბადებს ასეთი განსაკუთრებული აგებულების გამო აქვთ უნარი შეიერთონ სხვადასხვა ნივთიერებები არა მარტო თითოეულ ორმაგ ბმასთან, არამედ შეუღლებული სისტემის კიდურა ნახშირბადატომებთან 1,4 მდგომარეობაში ორმაგი ბმის გადაადგილებით.

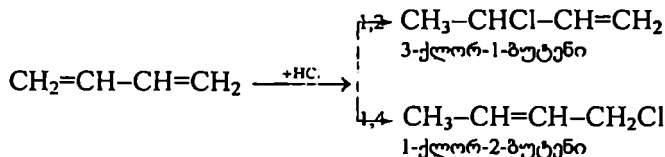
1. ჰიდრირება. ახლად გამოყოფილი წყალბადი დივინილს უერთდება 1,2 და 1,4 მდგომარეობაში



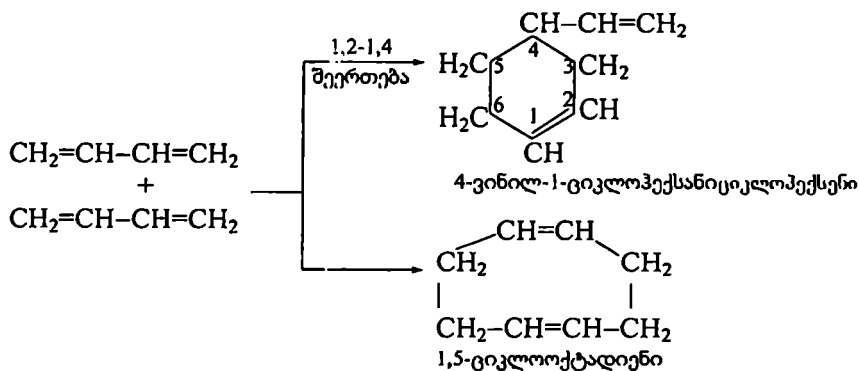
2. ჰალოგენირება. შეუღლებულ სისტემას ჰალოგენი ასევე უერთდება 1,2 და 1,4 მდგომარეობაში. 1,4 პროდუქტის გამოსავალი დამოკიდებულია დიენური ნახშირწყალბადების აგებულებაზე, ჰალოგენის ბუნებაზე და რეაქციის პირობებზე. ტემპერატურის გაზრდით და ქლორიდან იოდისაკენ გადასვლისას 1,4 პროდუქტის გამოსავალი იზრდება.



3. ჰიდროჰალოგენირება. ჰალოგენწყალბადის შეერთება მიმდინარეობს იგივე კანონზომიერების მიხედვით, რასაც ადგილი აქვს ჰალოგენის მიერთების დროს:

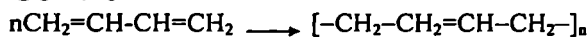


4. დიმერიზაცია. გაცხელებით დიენური ნახშირწყალბადების მოლეკულებს აქვთ უნარი შეუერთდნენ ერთმანეთს -1,2 და -1,4 მდგომარეობაში

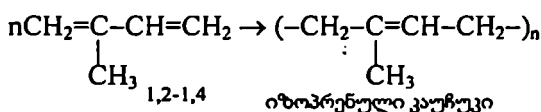


5. პოლიმერიზაცია. ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რეაქციას წარმოადგენს დიენური ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაცია. კატალიზატორების: ტუტე მეტალების, მეტალორგანული ნაერთების და სხვათა თანაობით პოლიმერიზდებიან მაღალმოლეკულური ნახშირწყალბადების წარმოქმნით.

მონომერების მოლეკულებს პოლიმერიზაციის რეაქციის დროს შეუძლია შეუერთდეს 1,2 და 1,4 მდგომარეობაში. შესაძლებელია აგრეთვე ერთი მონომერის მოლეკულა შევიდეს რეაქციაში 1,2, მეორე კი 1,4 მდგომარეობაში. დივინილის პოლიმერიზაციით მიიღება პოლიბუტადიენი.



ასევე მიმდინარეობს იზოპრენის პოლიმერიზაციაც და მიიღება პოლიიზოპრენული კაუჩუკი, რომელიც ძალიან ახლოს დგას ბუნებრივ კაუჩუკთან:



დიდი მნიშვნელობა აქვს დიენური ნახშირწყალბადების თანაპოლიმერიზაციას სხვა მონომერებთან – სტიროლთან, აკრილნიტრილთან და სხვა.

2.8. ალკინები (აცეტილენური ნახშირწყალბადები)

ალკინები ეწოდება ისეთ ნახშირწყალბადებს, რომლებიც თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ ერთ სამმაგ ბმას. ამ რიგის ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ უმარტივესი წარმომადგენელია აცეტილენი $\text{HC}\equiv\text{CH}$ (ეთინი), შემდეგი ჰომოლოგია მეთილაცეტილენი $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ და ა.შ.

2.8.1. იზომერია, ნომენკლატურა

ალკინებში იზომერია განპირობებულია სამმაგი ბმის ადგილმდებარეობით და ნახშირბადოვანი ჯაჭვის განტოტვით. იზომერია

იწყება მესამე წევრიდან C_4H_6 და მას აქვს ორი იზომერი.

1. $CH_3-CH_2-C\equiv CH$ – ეთილაცეტილენი ბუტინ-1 (ყენევით)

1-ბუტინი (IUPAC)

2. $CH_3-C\equiv C-CH_3$ – დიმეთილაცეტილენი, ბუტინ-2

C_4H_6 -ს აქვს სამი იზომერი

1. $CH_3-CH_2-CH_2-C\equiv CH$ – პროპილაცეტილენი, პენტინ-1

2. $CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_3$ – მეთილეთილაცეტილენი, პენტინ-2

4 3 2 1
3. $CH_3-CH-C\equiv CH$ – იზოპროპილაცეტილენი 3მეთილბუტინ-1
|
 CH_3

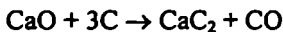
რაციონალური ნომენკლატურის მიხედვით სამმაგბმიანი ნახშირწყალბადების სახელწოდება იწარმოება აცეტილენიდან. აცეტილენში წყალბადის ადგილზე ჩანაცვლებული რადიკალების ჩვენებით. $CH_3-C\equiv CH$ მეთილაცეტილენი.

სისტემატური ანუ ყენევის ნომენკლატურის მიხედვით მათი სახელწოდება გამომდინარეობს შესაბამისი ალკანების სახელწოდებიდან დაბოლოება «ან»-ის «ინ»-ით შეცვლით და სამმაგი ბმის მდებარეობა აღინიშნება ციფრით სიტყვის ბოლოს, ხოლო IUPAC ნომენკლატურის მიხედვით ციფრი უნდა დაიწეროს სიტყვის წინ. ძირითადი ჯაჭვის დანომვრა იწყება იმ კიდურა ნახშირბადიდან, რომელთანაც სამმაგი ბმა ახლოსაა. მაგალითად, $CH_3-CH_2-C\equiv CH$ ბუტინ-1 (ყენევით), 1-ბუტინი (IUPAC-ით), $CH_3-C\equiv C-CH_3$ ბუტინ-2; 2-ბუტინი (IUPAC-ით).

აცეტილენურ ნახშირწყალბადებს არ ახასიათებთ ცის ტრანს-იზომერია, რადგან მათი მოდელები სწორხაზოებრივი კონფიგურაციისა.

2.8.2. მიღების ხერხები

1. აცეტილენს სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ კალციუმის კარბიდზე წყლის მოქმედებით. კალციუმის კარბიდი კი მიიღება კირისა და კოქსის შედნობით ელექტროლუმელში:



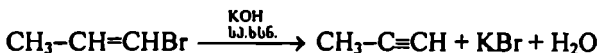
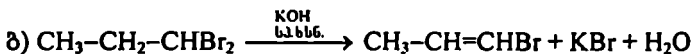
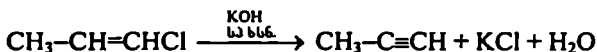
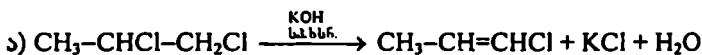
ამ გზით მიღებულ აცეტილენს არასასიამოვნო სუნი აქვს.

2. აცეტილენს მრეწველობაში ღებულობენ აგრეთვე პარაფინული ნახშირწყალბადების (მეთანის, ეთანის, ბუთანის) პიროლიზით:



3. აცეტილენური ნახშირწყალბადების მიღების ზოგად წესს წარმოადგენს დიჰალოგენნარმებიდან 2 მოლეკულა ჰალოგენწყალბადის მოხლეჩა, რისთვისაც გამოიყენება KOH-ის სპირტიანი ხსნარი (გაცხელება ხდება 120-130°C-ზე).

ჰალოგენწყალბადის მოხლეჩა მიმდინარეობს ორ სტადიად, ჯერ მიიღება ეთილენის რიგის მონოჰალოგენნარმოებული, შემდეგ აცეტილენის რიგის ნახშირწყალბადი. შესაძლებელია ჰალოგენები მდებარეობდეს სხვადასხვა ნახშირბადატომებთან ან ერთიდაიმავე ნახშირბადატომთან:



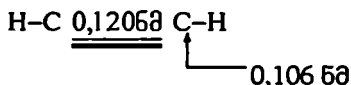
2.8.3. ფიზიკური თვისებები

აცეტილენი და მეთილაცეტილენი აირებია, შემდეგი ჰომოლოგები სითხეები, მაღალი წვერები მყარი ნივთიერებებია. აცეტილე-

ნური რიგის ნახშირწყალბადებს აქვთ დუდილის უფრო მაღალი ტემპერატურა, ვიდრე ნაჯერ ნახშირწყალბადებს, მაგალითად, პენტანი დუღს 36°C -ზე, პენტიანი – 39°C -ზე. მნიშვნელობა აქვს სამმაგი ბმის მდებარეობას ნახშირბადოვან ჯაჭვში. მაგალითად, ბუტინ-1 დუღს $+8,5^{\circ}\text{C}$ -ზე, ხოლო ბუტან-2 $+27^{\circ}\text{C}$ -ზე.

2.8.4. ქიმიური თვისებები

ამ რიგის ნაერთების ქიმიური თვისებების განხილვის დროს უნდა აღინიშნოს სამმაგი ბმის განსაკუთრებული თვისება. აცეტილენში ორივე ნახშირბადატომი იმყოფება SP ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. სამმაგი ბმიდან ერთი C–C ბმა არის σ ბმა, რომელიც წარმოქმნილია ნახშირწყალბადის SP ორბიტალების გადაფარვით, ორი SP ბმა ნახშირბადატომებს შორის წარმოქმნილია დარჩენილი წყვილი p-ორბიტალების ურთიერთპერპენდიკულარული გადაფარვით, ხოლო ნახშირბადსა და წყალბადის ატომებს შორის σ -ბმა წარმოქმნილია წყალბადის S ორბიტალისა და ნახშირბადის SP-ორბიტალის ურთიერთგადაფარვით. ბმის სიგრძე აცეტილენში ნახშირბადატომებს შორის უდრის 0,120 ნმ.



ბმის ენერგია ტოლია 833 კჯ/მოლი. სხვაობა შეადგენს 215,6 კჯ/მოლს. ნაკლებია ეთანისა და ეთილენის ბმის ენერგიაზე (257,1 კჯ/მოლი).

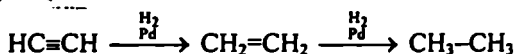
აცეტილენური ნახშირწყალბადებისათვის ოლეფინების მსგავსად დამახასიათებელია მიერთების რეაქციები. ოლეფინებისაგან განსხვავებით ალკინებს ახასიათებს, როგორც ელექტროფილური (Br_2 , HBr), ასევე ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციები (ამინები, ალკოჰოლატები), მაგრამ უფრო მეტ აქტივობას იჩენენ უკანასკნელის მიმართ. აცეტილენური ნახშირწყალბადების აღნიშნული თვის-

სება აიხსნება მათი აგებულებით. რაც უფრო მეტი წილი მოდის S ორბიტალისა ნახშირბადის ჰიბრიდულ ორბიტალზე, მით უფრო ახლოა ელექტრონი ბირთვთან და ასეთი ელექტრონი უფრო ძნელად ერთვება ელექტროფილურ რეაქციაში. გარდა ამისა, აცეტილენს აქვს სწორხაზოვანი აგებულება, ამის გამო ნახშირბადის ატომგული უფრო ადვილმისაწვდომია ნუკლეოფილური რეაგენტისათვის.

ამასთან აღსანიშნავია ისიც, რომ სამმაგბმიან ნახშირბადატომთან მდგომი წყალბადი ამჟღავნებს უფრო მეაურ ბუნებას, ვიდრე ეთილენური და აქვთ მეტალით ჩანაცვლების უნარი, რის შედეგად წარმოიქმნება შესაბამისი აცეტილენიდები, რაც აიხსნება C-H ბმის ძლიერი პოლარიზაციით.

2.8.5. შეერთების რეაქციები

1. ჰიდრირება. წყალბადის მიერთება ხდება კატალიზატორის თანაობისას. პირველად მიიღება ეთილენური რიგის, შემდეგ ნაჯერი ნახშირწყალბადი:

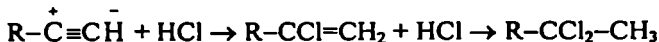


2. ჰალოგენირება. ჰალოგენის შეერთება აცეტილენურ ნახშირბადატომთან მიმდინარეობს უფრო ნელა, ვიდრე ოლეფინებთან. პირველად ადვილად წარმოიქმნება ეთილენური ნახშირწყალბადების დიჰალოგენნაწარმი, შემდეგი ჰალოგენირება ხდება უფრო ძნელად და მიიღება ტეტრაჰალოგენნაწარმი.



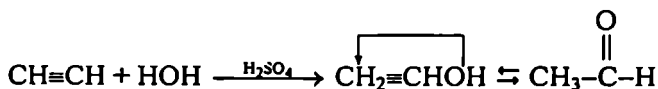
1,1,2,2-ტეტრაბრომეთანი

3. ჰიდროჰალოგენირება. ჰალოგენწყალბადის შეერთება აცეტილენურ ნახშირწყალბადთან ხდება უშუალოდ ან კატალიზატორების (CuCl_2 , HgCl_2) თანაობისას. მიიღება ეთილენური მონოჰალოგენნაწარმისა და ნაჯერი დიჰალოგენჩანაცვლებული ნახშირწყალბადების ნარევი:



ჰალოგენისა და ჰალოგენწყალბადის შეერთება აცეტილენთან და მის ნაწარმებთან შეიძლება მიმდინარეობდეს ელექტროფილური ან რადიკალური მექანიზმით. ამ რეაქციების მექანიზმი იხილეთ ეთილენური ნახშირწყალბადების ქიმიურ თვისებებში. ჰალოგენწყალბადების ელექტროფილური მიერთების დროს დაცულია მარკოვნიკოვის წესი, ხოლო რადიკალური მექანიზმით შეერთება საწინააღმდეგო მიმართულებით მიდის.

4. ჰიდრატაცია. აცეტილენი ადვილად იერთებს წყალს კატალიზატორის ვერცხლისწყლის სულფატის თანაობით და წარმოიქმნება აცეტალდეჰიდი (კუჭეროვის რეაქცია) აცეტილენის ჰომოლოგები ამ პირობებში კეტონებს იძლევიან.



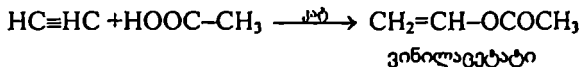
პირველად წარმოიქმნება უჯერი სპირტი, რომელიც არამდგრადია, რადგან ჰიდროქსილი მდებარეობს ორმაგბმთან ნახშირბადატომთან. წარმოქმნისთანავე მოლეკულაში მიმდინარეობს გადაჯგუფება (იზომერიზაცია) ამ გადაჯგუფებას ელტეკოვის წესი ეწოდება. ჰიდროქსილის წყალბადი გადაადგილდება მეზობელ ნახშირბადატომთან, წყდება ეთილენური ორმაგი ბმა და ახალი ორმაგი ბმა წარმოიქმნება წყალბადსა და ჟანგბადს შორის.

პირველი რეაქცია ამაჟამად გამოიყენება სამრეწველო მასშტაბით აცეტალდეჰიდის მისაღებად.

როგორც ავლნიშნეთ აცეტილენის ჰომოლოგები წყალთან იმავე პირობებში წარმოქმნიან კეტონებს:

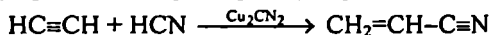


5. მმარმჟავას მიერთება. აცეტილენი კატალიზატორების ვერცხლისწყლის ან თუთიის მარილების თანაობისას იერთებს მმარმჟავას და წარმოიქმნება რთული ეთერი ვინილაცეტატი:

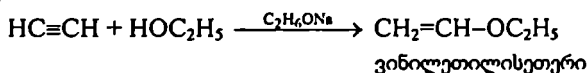


ვინილაცეტატი წარმოადგენს მნიშვნელოვან მონომერს პოლივინილაცეტატის მისაღებად.

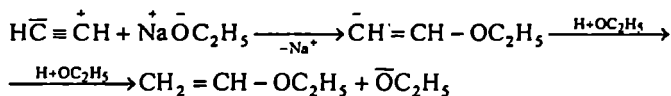
6. ციანწყალბადმჟავას მიერთება. სპილენძის მარილების თანაობისას აცეტილენი იერთებს ციანწყალბადმჟავას და წარმოიქმნება მეტად მნიშვნელოვანი მონომერი აკრილნიტრილი:



7. სპირტების მიერთება. ამ რიგის ნახშირწყალბადები უერთდებიან სპირტებს ალკოჰოლატების თანაობისას და წარმოქმნიან ვინილის ეთერებს:



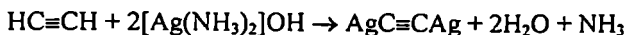
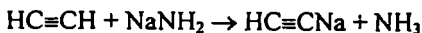
რეაქცია მიმდინარეობს ტიპიური ნუკლეოფილური მიერთების მექანიზმით:



ანალოგიურად მიმდინარეობს მიერთება აცეტილენთან HCN-ის.

2.8.6. ჩანაცვლების რეაქციები

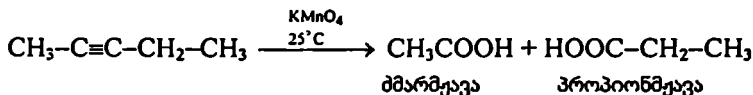
1. მეტალირება. აცეტილენის წყალბადატომებს მჟაური ბუნების გამო აქვთ უნარი ჩაინაცვლონ მეტალით და წარმოქმნან აცეტილენიდები.



ვერცხლის აცეტილენიდი თეთრი ფერის ფეთქებადი ნივთიერებაა, ასეთივე გზით მიიღება წითელი ფერის ფეთქებადი ნივთიერება სპილენძის აცეტილენიდი.

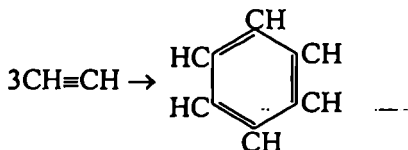
2. დაჟანგვა. აცეტილენური ნახშირწყალბადები მსგავსად ეთი-

ლენური ნახშირწყალბადებისა იუნგებიან. დაუნგვის დროს სამმა-
გი ბმის ადგილზე ხდება მოლეკულის გახლეჩა და წარმოიქმნება
კარბონმუავები. დამუნგველბად იყენებენ კალიუმის პერმანგანატს,
ოზონს და სხვა დამუნგველებს:

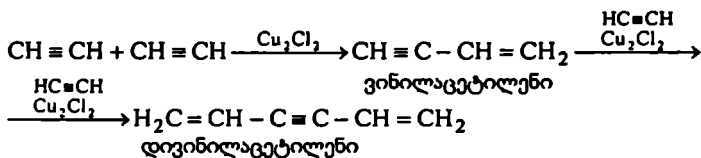


ალკინების დაუნგვის რეაქცია გამოიყენება მათი აღნაგობის და-
სადგენად.

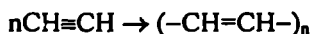
3. პოლიმერიზაცია. აცეტილენური ნახშირწყალბადები განიც-
დიან პოლიმერიზაციას რამდენიმე მიმართულებით. მაგალითად, 3
მოლეკულა აცეტილენი გააქტივებული ნახშირის მონაწილეობით
650°C-ზე პოლიმერიზდება ბენზოლად (ნ.ზელინსკი, ბ.კაზანსკი) ან
უმჯობესია კატალიზატორად გამოყენებული იქნას NiCO_2 ,
 $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_2$ (ვ.რეპე).



4. ერთვალენტიანი სპილენძის მარილების თანაობისას მიმდინა-
რეობს აცეტილენის ხაზოვანი პოლიმერიზაცია ვინილაცეტილენისა
და დივინილ-აცეტილენის წარმოქმნით:



ამჟამად შემუშავებულია მეთოდი, რომლითაც შესაძლებელია
აცეტილენის გარკვეულ პირობებში პოლიმერიზაციით, პოლიაცე-
ტილენის მაღალმოლეკულური პოლიონების მიღება შემდეგი სქე-
მის მიხედვით:



რომელსაც საუკეთესო საიზოლაციო და თერმომდგრადი თვისებები აღმოაჩნდა.

აცეტილენური ნახშირწყალბადებიდან სამრეწველო მნიშვნელობა მხოლოდ აცეტილენს აქვს.

აცეტილენი უფრო აირია, სუფთა სახით გამოყოფილს ეთერის სუსტი სუნი აქვს. კალციუმის კარბიდიდან მიღებულ აცეტილენს არასასიამოვნო სუნი აქვს.

აცეტილენს დიდი გამოყენება აქვს როგორც საწყის ნედლეულს მთელი რიგი ქიმიური ნაერთების მისაღებად, მაგ, კუჩეროვის რეაქციით მიიღება ძმარმჟავალდეჰიდი, რომლისგანაც ღებულობენ ეთილის სპირტს, ძმარმჟავას. აცეტილენიდან ღებულობენ დიქლორეთილენს, ტეტრაქლორეთილენს, დივინილს, ქლორვინილს. იგი გამოიყენება განათებისათვის, ავტოგენური შედუღებისათვის, რკინისა და ფოლადის საგნების გასაჭრელად.

ვინილაცეტილენი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ აირია, არასასიამოვნო სუნით, მიიღება აცეტილენის პოლიმერიზაციით. წარმოადგენს გამოსავალ ნედლეულს ქლოროპრენული კაუჩუკის მისაღებად

თავი III.

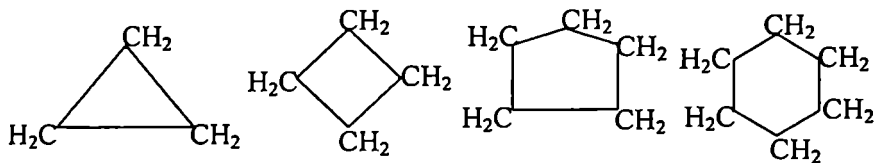
3.1. ალიციკლური ნაერთები

ნახშირბადატომისაგან შემდგარი ზონჩხი, რომლებშიც C ატომები იმყოფებიან SP^3 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, შეიძლება წარმოვადგინოთ არა მარტო ნორმალური ან განშტოებული ჯაჭვით, არამედ ციკლების (რგოლების) სახითაც. როგორც პარაფინების ასევე ციკლების მოლეკულაში ნახშირბადატომების რიცხვი მცირდება და საერთო ფორმულა ციკლოპარაფინებისა ანუ ციკლოალკანებისა არის C_nH_{2n} . ასეთი ტიპის ნახშირწყალბადებს ეწოდება ალიციკლური ნაერთები.

ციკლებში ბმის ხასიათის მიხედვით ციკლოალკანებისაგან არჩევენ ციკლოალკენებს (ციკლოოლეფინები), ციკლოალკადიენებს და ა.შ. მსგავსად ღია ჯაჭვიანი ნახშირწყალბადებისა არსებობს ალიციკლური ნახშირწყალბადების შესაბამისი ჰალოგენნაწარმები, სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მჟავები და სხვა ნაწარმები.

3.1.1. ნომენკლატურა

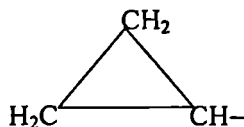
ჟენევის ნომენკლატურისა და IUPAC წესის შესაბამისად ციკლოალკანების სახელწოდება გამოჰყავთ შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან თავსართი «ციკლოს» დართვით. მაგალითად: ციკლოპროპანი, ციკლობუთანი და ა.შ.



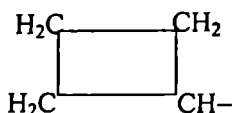
ბევლი ნომენკლატურით მათ პოლიმეთილენებსაც უწოდებენ. მაგ.:ტრიმეთილენი, პენტამეთილენი, ჰექსამეთილენი, ხუთ და ექვსწევრიან ციკლებს ნაფტენებსაც უწოდებენ, იგი დიდი რაოდენო-

ბით იქნა ნაპოვნი კავკასიის ნავთობში მარკოვნიკოვის მიერ (ნაფტა-ნავთობი).

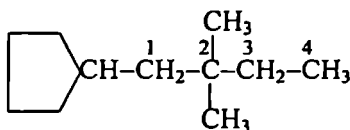
რადიკალების სახელწოდება ალიციკლურ ნაერთებში იწარმოება სხვა ნახშირწყალბადების ანალოგიურად. მაგ., ციკლოპროპანის შესაბამის რადიკალს ეწოდება ციკლოპროპილი,



ციკლობუთანის – ციკლობუთილი და ა.შ.

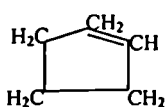


იმ შემთხვევაში, როდესაც გვერდითა ჯაჭვი დიდია, მაშინ ციკლოალკანი განიხილება როგორც რადიკალი ჩანაცვლებული ძირითად ჯაჭვში. მაგალითად:

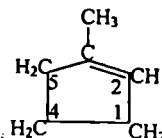


2,2-დიმეთილ-1-ციკლოპენტილბუთანი

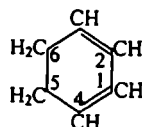
შესაძლებელია ციკლში იყოს ერთი ორმაგი ბმა, მათ ციკლოალკენებს უწოდებენ, თუ ორი ორმაგი ბმა - ციკლოალკადიენებს. ამ შემთხვევაში ბირთვის წარმომქმნელი ნახშირბადატომების დანომვრა (თუ ჩანაცვლებაა) უნდა ვაწარმოოთ ორმაგი ბმიდან:



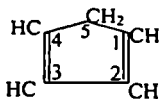
ციკლოპენტენი



1-მეთილ-1-ციკლოპენტენი



1,3-ციკლოპენდიენი



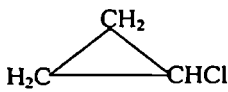
1,3 - ციკლოპენტადიენი



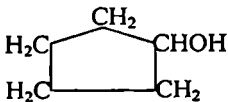
1,4 - ციკლოჰექსადიენი



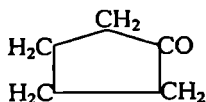
ციკლის ნახშირბადატომთან შეიძლება დაკავშირებული იყოს ჰალოგენი OH, COOH და სხვა ფუნქციონალური ჯგუფი:



ქლორციკლოპროპანი



ციკლოპენტანოლი

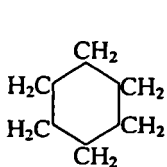


ციკლოპენტანონი

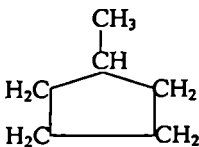
3.1.2. იზომერია

ალიციკლურ ნაერთებს ახასიათებს სხვადასხვა სახის იზომერია, სტრუქტურული, კონფორმაციული, სტერეო, რომლებსაც განვიხილავთ ქვემოთ ციკლოალკანების მაგალითზე. სტრუქტურული იზომერიის ფორმებიდან შეიძლება გავარჩიოთ:

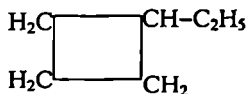
1. ბირთვის იზომერია, მაგ:



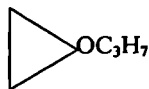
ციკლოჰექსანი



მეთილციკლოპენტანი

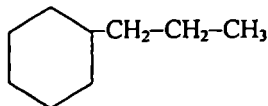


ეთილციკლობუტანი

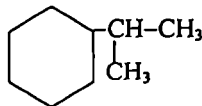


პროპილციკლოპროპანი

2. გვერდითი ჯაჭვის იზომერია

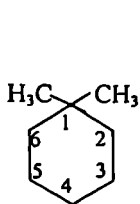


პროპილციკლოჰექსანი

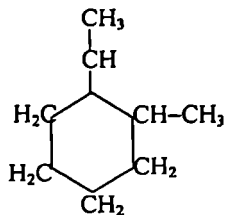


იზოპროპილციკლოჰექსანი

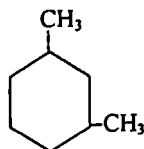
3. ციკლში ჩამნაცვლებელთა მდებარეობის იზომერია



1,1-დიმეთილციკლოჰექსანი

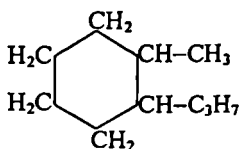


1,2-დიმეთილციკლოჰექსანი

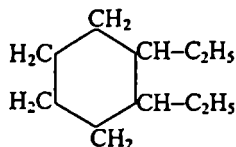


1,3-დიმეთილციკლოჰექსანი

4. ჩამნაცვლებელთა ნახშირბადატომების რაოდენობით გამოწვეული იზომერია. მაგ.,

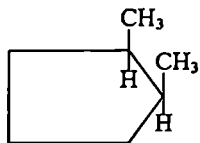


1-მეთილ-2-პროპილციკლოჰექსანი

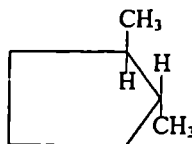


1,2-დიეთილციკლოჰექსანი

დიჩანაცვლებულ ციკლოალკანებს ახასიათებთ გეომეტრიული ანუ ცისტრანს იზომერია. მაგალითად:



ცის-დიმეთილციკლოპენტანი

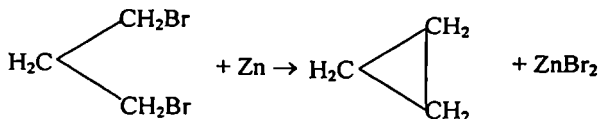


ტრანს-დიმეთილციკლოპენტანი

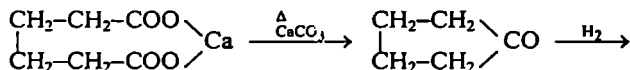
3.1.3. მიღების ხერხები

ალიციკლური ნახშირწყალბადების მიღების ზოგადი მეთოდები არ არსებობს.

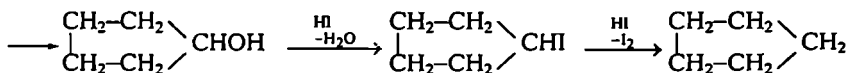
1. ციკლოპროპანი და მისი ჰომოლოგები მიიღებიან 1,3 დიბრო-მალკანებზე მეტალური ნატრიუმის ან თუთიის ფხვნილის მოქმედებით სპირტიან არეში. უკანასკნელის შემთხვევაში ნახშირწყალბადის გამოსავალი უფრო მეტია:



2. ხუთ და ექვსწევრიანი ალიციკლური ნაერთები მიიღებიან შესაბამისი ორფუძიანი მჟავების კალციუმის ან ბარიუმის მარილების მშრალი გამოხდით. პირველად კეტონები მიიღებიან, რომელთა ალდეგენით წარმოიქმნებიან ალიციკლური სპირტები. უკანასკნელთა შესაბამისი გარდაქმნით მიიღებიან ციკლოალკანები.



ადიპინის მჟავას კალციუმის ციკლოპენტანონი

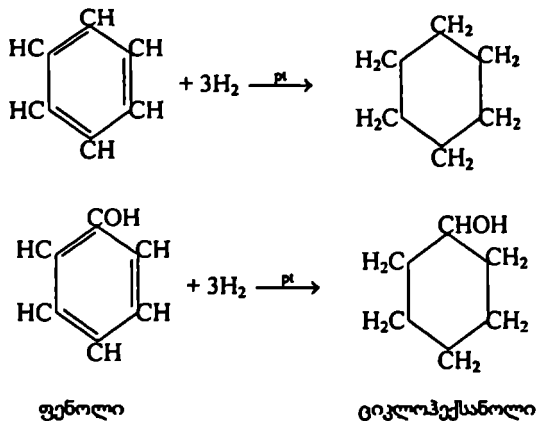


ციკლოპენტანოლი

იოდციკლოპენტანი

ციკლოპენტანი

3. ციკლოჰექსანი და მისი ნაწარმები მიიღებიან ბენზოლისა და მისი ნაწარმების კატალიზური ჰიდრირებით, რომელიც ცნობილია დეარომატიზაციის რეაქციის სახელწოდებით:



3.2. ბაიერის ძაბვის თეორია

ბაიერის ძაბვის თეორიას საფუძვლად უდევს ნახშირბადატომის ტეტრაედრული აგებულება. თავდაპირველად თვლიდნენ (ბაიერი), რომ ალიციკლურ სისტემაში ბირთვის წარმომქმნელი ყველა C-ატომი განლაგებულია ერთ სიბრტყეზე, აქედან გამომდინარეობდა, რომ სავალენტო კუთხე ციკლოპროპანში 60°C -ის ტოლია, ციკლობუთანში - 90°C -ის, ციკლოპენტანში - 108°C , ციკლოჰექსანში 120°C . მაგრამ აღკანებში ნახშირბადატომებისათვის დამახასიათებელია ტეტრაედრული კუთხე, რომელიც ტოლია $109^\circ28'$. ბაიერმა 1885 წელს გამოთქვა მოსაზრება, რომ, რაც უფრო მეტია ციკლში ვალენტური კუთხის გადახრა ნორმალური (ტეტრაედრული) კუთხიდან, მით უფრო მეტად არის ნაერთი დაჭიმული (ტეტრაედრული) და მით უფრო ნაკლებია იმ ციკლის მდგრადობა, მან წამოაყენა მოსაზრება, რომ ამა თუ იმ ციკლის დამაბულობის საზომად ჩაითვალოს ტეტრაედრული და ვალენტური კუთხეების სხვაობის ნახევარი - α სიდიდე, რომელიც გამოხატავს ნორმალური ვალენტური კუთხიდან გადახრას.

$$\begin{aligned} \triangle \quad a &= \frac{109^{\circ}28' - 60^{\circ}}{2} = 24^{\circ}44' \\ \square \quad a &= \frac{109^{\circ}28' - 20^{\circ}}{2} = 19^{\circ}44' \\ \text{pentagon} \quad a &= \frac{109^{\circ}28' - 108^{\circ}}{2} = 0^{\circ}44' \\ \text{hexagon} \quad a &= \frac{109^{\circ}28' - 120^{\circ}}{2} = -5^{\circ}16' \end{aligned}$$

მაშასადამე, ტეტრაედრული კუთხის სიდიდესთან ყველაზე ახლოა ციკლოპენტანი, ამიტომ იგი მტკიცე სისტემას წარმოადგენს, ხოლო ყველაზე უფრო დამაბული (არამტკიცე) სისტემაა ციკლოპროპანი. გამოთვლის თანახმად, ასევე ციკლოჰექსანიც ნაკლებად მდგრადია (დამაბულია), ბაიერის ძაბვის თეორია ამ შემთხვევაში მიუღებელია.

3.2.1. ფიზიკური თვისებები

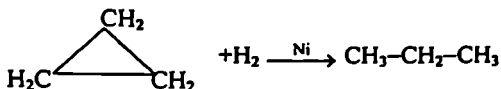
ციკლოპარაფინების პირველი ორი წევრი ციკლოპროპანი და ციკლოპუტანი გაზებია, ციკლოპენტანი და ციკლოჰექსანი სითხეებია. მაღალი წევრები მყარი ნივთიერებებია, წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან ეთერში.

ციკლოალკანები უფრო მაღალი დუდილისა და ლღობის ტემპერატურით ხასიათდებიან, ვიდრე შესაბამისი ალკანები. დუდილის ტემპერატურა მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მეტ C- ატომებს შეიცავს ბირთვი. სიმკვრივე ერთზე ნაკლები აქვთ, მაგრამ უფრო მეტი, ვიდრე პარაფინულ ნახშირწყალბადებს.

3.2.2. ქიმიური თვისებები

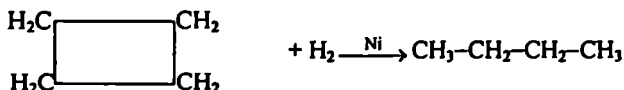
1. ჰიდრირება. დაბალი წევრები იერთებენ წყალბადს კატალიზატორის თანაობისას C-C ზმის გაწყვეტით და წარმოქმნიან შესაბამის პარაფინულ ნახშირწყალბადებს. ეს რეაქცია ადვილად მიმდინა-

რეობს ციკლოპროპანის შემთხვევაში

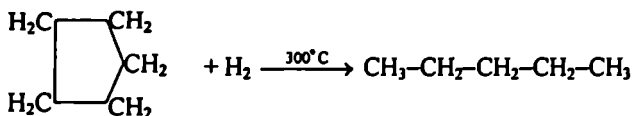


ციკლის ზომის გაზრდით რეაქციის სიჩქარე მცირდება და ითხოვს მაღალ ტემპერატურას. მაგალითად:

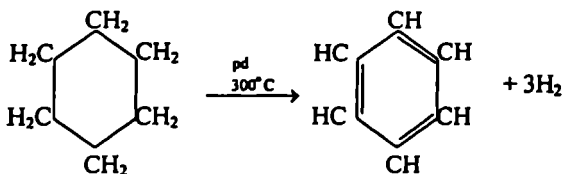
ბ) ციკლობუთანი იგივე კატალიზატორის თანაობით ჰიდრირდება 120°C -ზე და მიიღება ბუტანი



გ) ციკლოპენტანის გარდაქმნა კიდევ უფრო მაღალ ტემპერატურას (300°C) საჭიროებს:



დ) ციკლოჰექსანი იმავე პირობებში განიცდის დეჰიდრირებას ბენზოლის წარმოქმნით (არომატიზაცია)

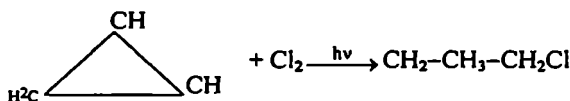


წარმოქმნილი წყალბადი თანდათან გამოჰყავთ რეაქციის არედან და რეაქცია შეუქცევადია. თუ წყალბადი რეაქციის სფეროდან არ იქნა გამოყვანილი, მაშინ რეაქცია შექცევადია.

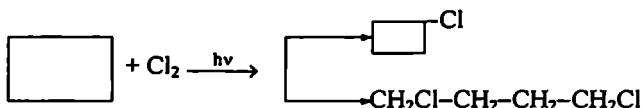
2. ჰალოგენირება. ციკლოპარაფინების ჰალოგენირების რეაქცია მიმდინარეობს სხვადასხვა მიმართულებით ციკლის სიდიდესთან დამოკიდებულებით:

ა) სამწევრიანი ციკლები ადვილად გარდაიქმნება ღია ჯაჭვიან

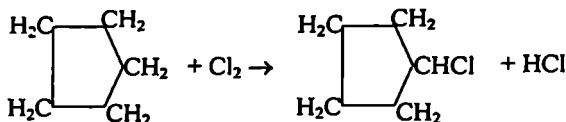
ნაერთად. მიიღება 1,3 დიქლორპროპანი:



ბ) ციკლობუტანის შემთხვევაში ქლორის მოქმედებით მიიღება როგორც მიერთების, ასევე ჩანაცვლების პროდუქტები:



გ) ციკლოპენტანისა და ციკლოჰექსანის შემთხვევაში ადგილი აქვს მხოლოდ ჩანაცვლებული პროდუქტის წარმოქმნას:



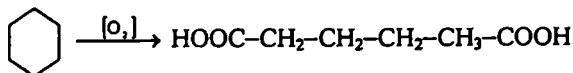
ქლორციკლოპენტანი

3. ჰალოგენწყალბადის შეერთება. ციკლოპროპანი და მისი ჰომოლოგები ჰალოგენწყალბადთან მოქმედებენ ციკლის გაწყვეტით: რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის თანახმად.



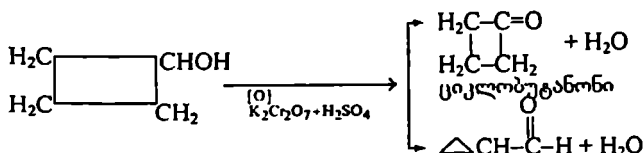
ციკლოპარაფინები დიდი C-ატომების რიცხვით ციკლში ჰალოგენწყალბადთან არ რეაგირებენ.

4. დაჟანგვა. ძლიერი დამჟანგველების მოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე ციკლოპარაფინები იჟანგებიან და წარმოქმნიან ლია ჯაჭვიან ორფუძიან მჟავებს. იმავე ნახშირბადატომების რიცხვით:

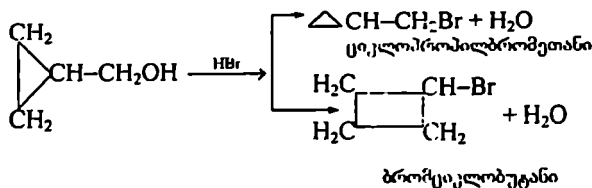


ალიციკლური ნაერთებისათვის დამახასიათებელია ციკლების ურთიერგარდაქმნა, ე.ი.იზომერიზაციის რეაქციები, რომელსაც თან სდევს ციკლების გაფართოება ან შევიწროება (ნ.დემიანოვი).

ა) რეაქციები, რომლებიც ციკლის შევიწროებამდე მიდის, ქრომის ნარევით ციკლობუტანოლის დაჟანგვისას ციკლობუტენონთან ერთად წარმოიქმნება ციკლოპროპილჭინჭელამჟავას ალდეჰიდი.



ბ) რეაქციები, რომლებიც ციკლის გაფართოებამდე მიდის:



3.2.3. ტერპენები

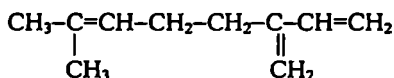
ალიციკლური ნაერთების რიგს მიეკუთნება ბუნებრივი ნივთიერებების დიდი ჯგუფის მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომელთაც ტერპენები ეწოდებათ. ამ ჯგუფის ნახშირწყალბადებს აქვთ ზოგადი ფორმულა $(\text{C}_5\text{H}_8)_{2n}$, სადაც n ჩვეულებრივ 1-დან 8-მდეა. ნივთიერებებს ფორმულით $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ტერპენებს უწოდებენ, $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ -ს სესქვიტერპენებს, $\text{C}_{20}\text{H}_{32}$ -ს დიტერპენებს, $\text{C}_{30}\text{H}_{48}$ -ს ტრიტერპენებს, $\text{C}_{40}\text{H}_{64}$ -ს ტეტრატერპენებს და ა.შ. ყველა ეს ნაერთები აგებული არიან ე.წ. "იზოპრენული წესის» მიხედვით. თითოეული ამ ნივთიერების მოლეკულა შეიძლება დაყოფილი იქნას იზოპრენის n რაოდენობის ფრაგმენტად. ამ-

დენად ნატურალური კაუჩუკი წარმოადგენს პოლიტერპენებს.

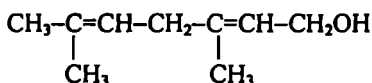
ყველა ჯგუფის ტერპენული ნახშირწყალბადებიდან შეიძლება მიღებულ იქნას სპირტები, კარბონილური ნაერთები და ა.შ. ტერპენები, სესქვიტერპენები და დიტერპენები წარმოადგენენ სხვადასხვა მცენარეული ზეთების შემადგენელ ნაწილს და განაპირობებენ მათ სუნს.

საკუთრივ ტერპენები იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად: 1.ალიფატური, 2.მონოციკლური, 3.ბიციკლური და 4.ტრიციკლური ტერპენები.

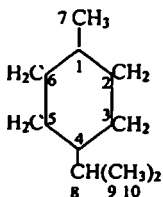
1.ალიფატური ტერპენები. ალიფატურ ტერპენს წარმოადგენს მაგ.ნახშირწყალბადი მირცენი, რომელიც არის სვიის შემადგენლობაში:



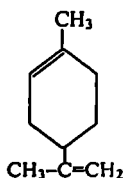
ასევე სპირტი გერანიოლი, რომელიც შედის ვარდის ზეთში და აქვს ვარდის სუნი.



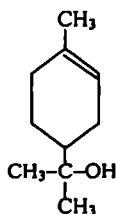
2. მონოციკლური ტერპენები. მონოციკლური ტერპენები შეიძლება განხილულ იქნას როგორც ნახშირწყალბად მეთანის ნაწარმები, ამიტომ ისინი იწოდებიან მეთანის რიგის ტერპენებად:



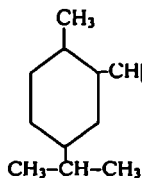
მენტანი



ლიმონენი



α-ტერპინეოლი

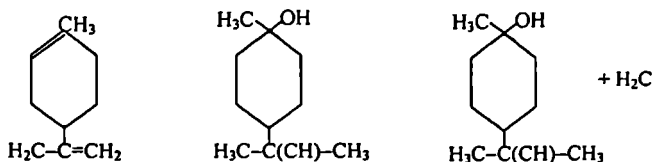


მენტოლი

ტერპინების ამ ჯგუფიდან ბუნებაში განსაკუთრებით გავრცელებულია ნახშირწყალბადი ლიმონენი, სპირტი ტერპინეოლი და მენტოლი. ლიმონენს აქვს ასიმეტრიული ნახშირბადის ატომი (აღნიშ-

ნულია ვარსკვლავით), ამიტომ არსებობს d და l იზომერების სახით. d ლიმონენი შედის ლიმონის ზეთში, l – ლიმონენი კი წიწვოვანების ზეთებში.

ლიმონენის ჰიდრატაციით ღებულობენ ორატომიან სპირტს ტერპინს, რომელიც კრისტალდება მოლექულა წყალთან (ტერპინ-ჰიდრატი):



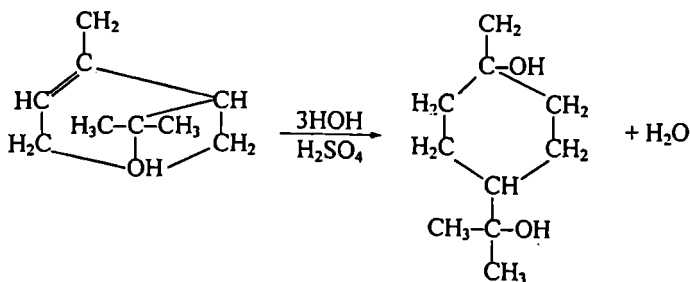
ტერპინჰიდრატი გამოიყენება მედიცინაში.

პიტნის ზეთში შედის მედიცინაში და კვების მრეწველობაში გამოყენებული მენტოლი, რომელსაც პიტნის სუნი აქვს.

3. ბიციკლური ტერპენები. ბიციკლური ტერპენები იყოფიან სამ ჯგუფად: კარანის, პინანის, ბორნანის.

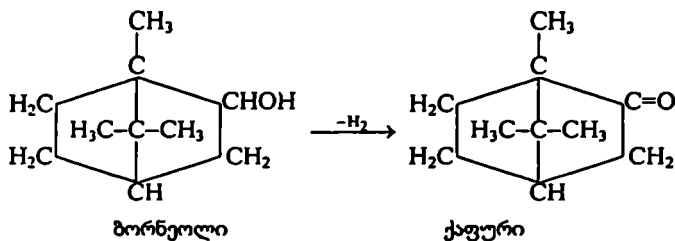
კარანის ჯგუფის ბიციკლური ტერპენები არ განიხილებიან.

პინანის რიგის ტერპენები წარმომადგენელია ნახშირწყალბადი. პინენი - სკიპიდარის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი. სკიპიდარს იღებენ წიწვოვანი მცენარეების ფისის გამოხდით, რის შემდეგ დარჩენილ ნაშთს კანიფოლი ეწოდება. სკიპიდარი გამოიყენება როგორც გამხსნელი, ასევე როგორც ტერპინჰიდრატის და ქაფურის მისაღები ნედლეული. გოგირდმჟავის მოქმედებით პინენი იძლევა ტერპინ-ჰიდრატს:



ბიციკლური ტერპენების ჯგუფის უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია სპირტი ბორნეოლი, რომლის დეჰიდრირებით ან დაჟანგვით მიიღება მნიშვნელოვანი ტექნიკური პროდუქტი-ქაფური.

ქაფური კრისტალური ნივთიერებაა, აქვს სპეციფიური «ქაფურის» სუნი, შეიძლება მიღებულ იქნას სკიპიდარიდან.



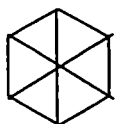
ქიმიურ გარდაქმნებში ჯაფურს ისეთივე მოქმედება აქვს, როგორც ჩვეულებრივ კეტონს. ჯაფური გამოიყენება ცელულოზის წარმოებაში - როგორც დენთის სტაბილიზატორი, ხოლო მედიცინაში როგორც სამკურნალო საშუალება.

4.1. არომატული ნახშირწყალბადები (არენები)

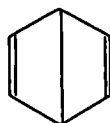
არომატული ნახშირწყალბადები ეკუთვნის კარბოციკლურ ნაერთებს. სახელწოდება «არომატული» ამ ნაერთებმა მიიღო იმასთან დაკავშირებით, რომ თავდაპირველად მას აკუთვნებდნენ არომატული სუნის მქონე ნივთიერებებს, რომლებიც მიიღებოდა ბუნებრივი ფისებიდან, მცენარეული ეთეროვანი ზეთებიდან და სხვ. შემდეგში აღნიშნულ ჯგუფს მიაკუთვნეს ისეთი ნაერთები, რომლებსაც აქვთ ცუდი სუნი ან უსუნოა. ამჟამად სახელწოდებამ დაკარგა წინანდელი მნიშვნელობა, რადგან სურნელოვანი ნივთიერებები ორგანული ნაერთების სხვა კლასშიც გვხვდება.

არომატული ნაერთების შემდგომმა შესწავლამ მეცნიერები მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ამ ჯგუფის ნაერთებს საფუძვლად უდევს ნახშირწყალბადი ბენზოლი. დადგენილ იქნა, რომ ბენზოლის შეესაბამება მოლეკულური ფორმულა C_6H_6 . ბენზოლის აგებულების შესახებ მეცნიერთა შორის დიდი ხნის განმავლობაში კამათი მიმდინარეობდა. მისი აღნაგობის დადგენა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების შესწავლის შემდეგ. ბენზოლის პირველი სტრუქტურული ფორმულა მოწოდებული იყო გერმანელი მეცნიერის ავგუსტ კეკულეს მიერ 1865 წელს. ა.კეკულეს სტრუქტურული ფორმულის მიხედვით ბენზოლი არის 6 ნახშირბადატომისაგან შემდგარი ციკლი, რომელიც თანმიმდევრობით მარტივი და ორმაგი ბმებითაა შეერთებული და მეოთხე ვალენტობა დაკავშირებულია წყალბადატომთან. ბენზოლში არსებულ C-ატომები ტოლფასი არიან, ასევე ტოლფასია ექვსივე H-ატომი. რაც შეესატყვისება ექსპერიმენტალურ მონაცემებს. ამის გამო რომელი წყალბადატომიც არ უნდა ჩავანაცვლოთ სხვა ატომით ან ატომთა ჯგუფით (რადიკალით), წარმოიქმნება ერთი და იგივე ნივთიერება. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ბენზოლის მონოჩანაცვლებულს იზომერი არ გააჩნია.

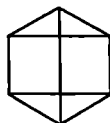
ა.კეკულესაგან განსხვავებით ბენზოლისათვის მკვლევარების მიერ მოწოდებული იქნა სხვადასხვა სტრუქტურული ფორმულა:



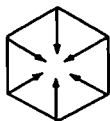
კლაუსის დიაგონალური ფორმულა (1867წ.)



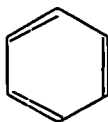
დიუარის ფორმულა (1867წ.)



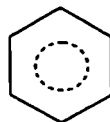
ლადენბურგის პრიზმული ფორმულა (1869წ.)



არმსტრონგისა და ბაიერის ცენტრისკენული ფორმულა (1887-1888წ.)

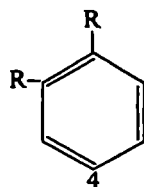
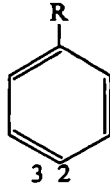
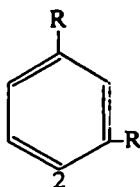
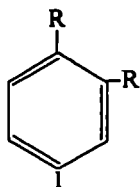


კეკულეს ფორმულა



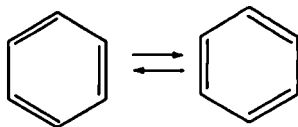
თილეს ფორმულა (1889წ.)

მათ შორის უპირატესობა ა.კეკულეს სტრუქტურულმა ფორმულამ მოიპოვა. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ა.კეკულეს სტრუქტურული ფორმულა უცბად არ იქნა მიღებული, რადგან ზოგიერთი საკითხის გადაწყვეტა აღნიშნული სტრუქტურული ფორმულით შეუძლებელი იყო. მაგალითად, ა.კეკულეს ფორმულის მიხედვით დიჩანაცვლებულს უნდა ჰქონდეს ქვემოთ ნაჩვენები ოთხი იზომერი, სინამდვილეში კი აქვს სამი იზომერი:



პირველ ფორმულაში ჩანაცვლებულები დგანან იმ ატომებთან: რომელთა შორის მარტივი ზმაა, ხოლო მეოთხე ფორმულაში - სადაც ორმაგი ზმაა. ამიტომ პირველი და მეოთხე ტიპის ნაერთები ერთმანეთისაგან უნდა განსხვავდებოდეს, სინამდვილეში კი ერთიდა იგივეა, რაც შეუთავსებელია კეკულეს ფორმულასთან. ამის ასახსნელად

აკვეულებ წამოაყენა ოსცილაციის ჰიპოთეზა, რომლის მიხედვითაც ბენზოლში ბმები არ არიან ფიქსირებული. ისინი განიცდიან სწრაფად მონაცვლეობას (მიგრაციას):



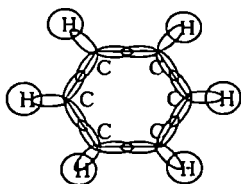
თუ მხედველობაში მივიღებთ აღნიშნულ ჰიპოთეზას, მაშინ, ცხადია, პირველი და მეოთხე ფორმულა ერთი და იგივეა.

გარდა აღნიშნულისა, კეკულეს «ბენზოლი» წარმოადგენს რა 1,3,5 ციკლოჰექსატრიენს, მას უნდა ჰქონდეს უჯერი ბუნება. კეკულეს სტრუქტურულ ფორმულას არ შეუძლია ახსნას, ბენზოლი რატომ შედის ძნელად მიერთების რეაქციებში, რატომ არის მდგრადი დამჟანგველების მიმართ და ა.შ. რატომ არ ამჟღავნებს უჯერი ნახშირწყალბადების თვისებებს. აღნიშნულ საკითხზე პასუხის გაცემა შესაძლებელი შეიქმნა მას შემდეგ, როცა დაიწყო ნაერთთა აგებულების დადგენის საქმეში რენტგენოსტრუქტურული და სპექტრალური ანალიზის გამოყენება და გარდა ამისა, ქიმიურ თვისებათა მეცნიერული ახსნა ელექტრონული თეორიის მეშვეობით.

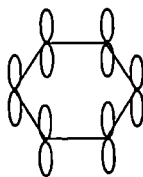
კრისტალური ბენზოლის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით დადგინდა, რომ ბენზოლში ყველა C-C ბმის სიგრძე ერთნაირია და უდრის $1,40\text{\AA}$ -რაც წარმოადგენს ჩვეულებრივი მარტივი ბმისა ($1,54\text{\AA}$) და ორმაგი ბმის სიგრძის ($1,34\text{\AA}$) შუალედურ სიგრძეს. ბენზოლში ყველა C-H ბმის სიგრძე $1,09\text{\AA}$ -ის ტოლია. კუთხის სიდიდე ყველა C-C და C-H ბმებს შორის უდრის 120° . ეს და სხვა მონაცემები საფუძველს გვაძლევს ვთქვათ, რომ ბენზოლი არ წარმოადგენს ციკლოჰექსატრიენს და ამიტომაც, რომ მას ოლეფინებისაგან განსხვავებული ქიმიური ბუნება აქვს.

ბენზოლში თითოეული C-ატომი სამ σ -ბმას წარმოქმნის ერთი $2s$ და ორი $2p$ -ორბიტალის ხარჯზე. ორი მიმართულია მეზობელი ნახშირბადატომებისაკენ. ერთი - წყალბადატომისაკენ. აქ ნახშირბადატომები იმყოფებიან ტრიგონალურ – sp^2 ჰიბრიდიზებულ მდგო-

მარეობაში.



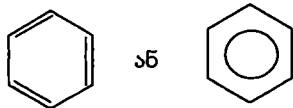
C-ატომების ჰიბრიდული
σ ორბიტალები ბენზოლის
მოლეკულაში



2P ორბიტალები
ბენზოლის მოლეკულაში

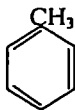
თითოეულ C-ატომთან დარჩენილი 2P ორბიტალი, რომელიც ბენზოლის მოლეკულის მიმართ პერპენდიკულარულ მდებარეობაში იმყოფება, წარმოქმნის არა სამ π-ბმას, არამედ ერთ გაერთიანებულ π-ბმას, (საერთო ელექტრონულ ღრუბელს), რის გამოც ყველა C და H ატომები ტოლფასოვანია. ბენზოლის ასეთი აღნაგობა განსაზღვრავს მის განსაკუთრებულ არომატულ თვისებას.

სიმარტივისათვის ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულა ასე გამოისახება:

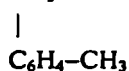


4.2. ბენზოლის ჰომოლოგები. იზომერია და ნომენკლატურა

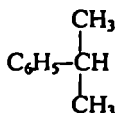
ბენზოლისა და მისი უშუალო ჰომოლოგების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-6} . ამ რიგის ნახშირწყალბადების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია: C_6H_6 , C_7H_8 ანუ $C_6H_5-CH_3$ ტოლუოლი, რომელსაც შეესაბამება აგებულიება



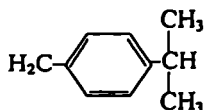
C_8H_{10} შეესაბამება ოთხი იზომერი $C_6H_5-C_2H_5$ ეთილბენზოლი



და C_6H_4 დიმეთილბენზოლი (ქსილოლი), რომელიც არსებობს სამი იზომერის სახით ო, მ, პ.



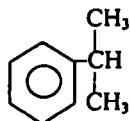
იზოპროპილბენზოლი (კუმოლი)



პ-მეთილიზოპროპილბენზოლი (ციმოლი)

ბენზოლის მონოჩანაცვლებულებს სახელწოდებას აძლევენ ჩამნაცვლების სახელისა და სიტყვის - ბენზოლის დამატებით. აღნიშნული მონოჩანაცვლებულები წაიკითხება ასე: მეთილბენზოლი, ეთილბენზოლი და ა.შ.

ბენზოლის ზოგიერთი მონოჩანაცვლებულს აქვს ტრივიალური სახელწოდება, რაც მიღებულია IUPAC-ის ნომენკლატურითა და მაგალითად, მეთილბენზოლი იქნება ტოლუოლი, იზოპროპილბენზოლი - კუმოლი და ა.შ.

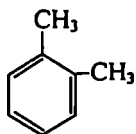


იზოპროპილბენზოლი (კუმოლი)

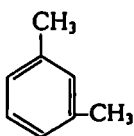
ბენზოლის მონოჩანაცვლებულს იზომერი არ აქვს.

ბენზოლის დიჩანაცვლებულს აქვს სამი იზომერი (ო), მეტა(მ) და პარა (პ). თუ ჩანაცვლება მეზობელ ნახშირბადატომთანაა ეწოდება ორთო იზომერი, თუ ჩანაცვლება ერთი C-ატომის გამოტოვებითაა - მეტაიზომერი, ხოლო თუ ორი ნახშირბადატომითაა ერთმანეთისა-

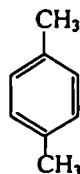
გან დაშორებული – პარაიზომერი.



1,2 – დიმეთილბენზოლი
ო-ქსილოლი



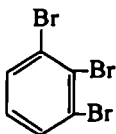
1,3 – დიმეთილბენზოლი
მ-ქსილოლი



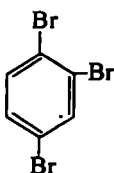
1,4-დიმეთილბენზოლი
პ-ქსილოლი

დიჩანაცვლებულები წაიკითხება ორი სხვადასხვა წესით. ერთ შემთხვევაში ვნომრავთ C-ატომებს. დანომვრა დაიწყება იმ C-ატომიდან, რომელთანაც ერთ-ერთი ჩანაცვლებულია. ვაგრძელებთ მეორე ჩანაცვლებლისაკენ. მაგ. 1,2 – დიმეთილბენზოლი, 1,3 – დიმეთილბენზოლი, 1,4-დიმეთილბენზოლი. დიმეთილბენზოლს აქვს ტრივი-ალური სახელიც – ქსილოლი. ამიტომ მას აგრეთვე ასე წავიკითხავთ ო-ქსილოლი, მ-ქსილოლი, პ-ქსილოლი.

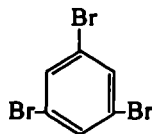
ბენზოლის სამ ჩანაცვლებულსაც აქვს სამი იზომერი:



1,2,3 – ტრიბრომბენზოლი



1,2,4 – ტრიბრომბენზოლი



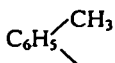
1,3,5 – ტრიბრომბენზოლი

არაიმეტრიული სიმეტრიული ტრიბრომბენზოლი

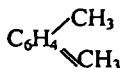
არომატული რიგის ნახშირწყალბადების რადიკალებს უწოდებენ არილებს და აღნიშნავენ "Ar" –ით. სახელწოდება არილი წარმოდგება არენისაგან.

ბენზოლის ერთვალენტთან ნაშთს C₆H₅ – ფენილი ეწოდება, ბენზოლის ორვალენტთან ნაშთს C₆H₄ – ფენილენი.

ტოლუოლის რადიკალს როდესაც ბირთვს აკლია ერთი წყალბად-ატომი



ტოლილი ეწოდება, ხოლო მეთილის ჯგუფიდან ერთი ან ორი H ატომის ჩამოცილებით მიიღება შესაბამისად ერთვალენტიანი რადიკალი $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2$ -ბენზილი და ორვალენტოვანი $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}<$ ბენზილიდენი. ქსილოლის რადიკალს ქსილილი ჰქვია



4.3. არომატული ნახშირწყალბადების მიღება

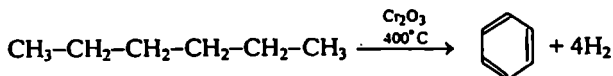
არომატული რიგის ნახშირწყალბადების მიღების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქვანახშირის ფისი, რომელიც ქვანახშირის შშრალი გამოხდით მიიღება. ქვანახშირის ფისის შშრალ გამოხდას აწარმოებენ სხვადასხვა წნევაზე და ტემპერატურაზე. მიიღება სხვადასხვა ფრაქციები.

არომატული ნახშირწყალბადები მიიღება აგრეთვე დიდი რაოდენობით ნავთობიდან კატალიზური არომატიზაციისა და პიროლიზის მეთოდით. გარდა ბუნებრივი წყაროებისა, არომატული ნახშირწყალბადების მიღების სინთეზური მეთოდიც არსებობს:

1. ბენზოსულფომჟანატრიუმის მარილის შეღღობით ტუტესთან:

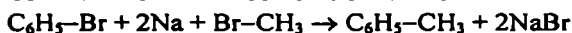


2. პარაფინული ნახშირწყალბადების კატალიზური არომატიზაციით. ეს რეაქცია აღმოაჩინეს საბჭოთა ქიმიკოსებმა ნ. ზელინსკიმ, ბ. კაზანსკიმ და სხვებმა. ამ რეაქციის დროს კატალიზატორის გავლენით ადგილი აქვს პარაფინული ნახშირწყალბადების დეჰიდროციკლიზაციას:



3. სამი მოლეკულა აცეტილენის პოლიმერიზაციით (ტრიმერიზაციით) მიიღება ბენზოლი.

4. ბენზოლის ჰომოლოგების მიღების მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს ვიურც-ფიტის სინთეზი. არომატულ და ცხიმოვანი რიგის ჰალოგენნარმების ნარევეზ მეტალ ნატრიუმის მოქმედება:



5. ბენზოლის ჰომოლოგების მიღების მნიშვნელოვან რეაქციას წარმოადგენს აგრეთვე ფრიდელ-კრაფტის სინთეზი. ამ რეაქციის დროს არომატული ნახშირწყალბადების ალკილირება ხდება ჰალოგენალკილით ალუმინქლორიდის თანაობით:



4.3.1. ფიზიკური თვისებები

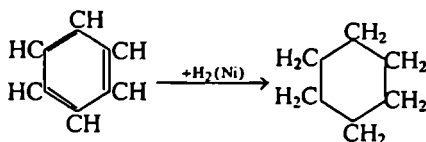
ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები წარმოადგენენ დამახასიათებელი სუნის, უფრო სითხეებს. წყალში არ იხსნებიან. იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში, თვითონაც არიან საუკეთესო ორგანული გამხსნელები. მათი ორთქლის ხშირად ჩასუნთქვა მოწამვლას იწვევს, აქვთ უფრო მაღალი დუდილის ტემპერატურა, ვიდრე შესაბამის ნაჯერ ნახშირწყალბადებს. დუდილის ტემპერატურა განსხვავდება იზომერულ ნაერთებშიც. მაგალითად, ორთოიზომერებს უფრო მაღალი დუდილის ტემპერატურა ($144,4^\circ\text{C}$) აქვთ, ვიდრე პარაიზომერს ($138,4^\circ\text{C}$). მნიშვნელობა აქვს გვერდით ჯაჭვში რადიკალის აგებულიბასაც. ლღობის ტემპერატურის მხრივ ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები დიდად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. სიმკვრივე არომატულ ნახშირწყალბადებს უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე ალიფატურ და ალიციკლურ ნახშირწყალბადებს.

4.3.2. ქიმიური თვისებები

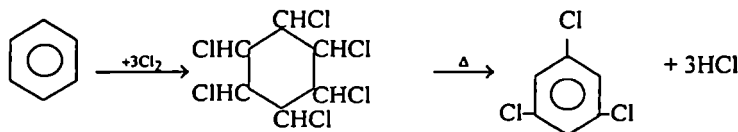
არომატული ნახშირწყალბადებისათვის უფრო მეტად დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების (S_E) რეაქციები. ამასთან ისინი შედიან შეერთების რეაქციებშიც, მაგრამ გაცილებით უფრო მწიფად, ვიდრე ეთილენური ნაერთები. დამახასიათებელია ისიც, რომ ბენზოლის ბირთვი მდგრადობას იჩენს დამჟანგველების მიმართ.

1. შეერთების რეაქციები:

ა) მაღალ ტემპერატურაზე კატალიზატორის (Ni, Pt) თანაობისას ბენზოლი იერთებს წყალბადს და წარმოქმნის ციკლოჰექსანს.

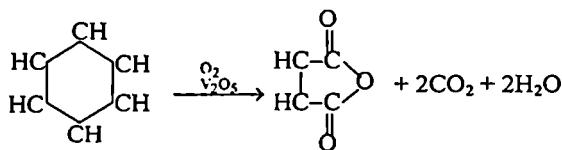


ბ) ბენზოლი მზის სხივების გავლენით იერთებს ჰალოგენებს: ქლორს და ბრომს - ჯერ წარმოიქმნება ჰექსაჰალოგენიდები, ქლორის მიერთების შემთხვევაში ჰექსაქლორციკლოჰექსანი, რომელიც შემდეგ გახურებით კარგავს სამ მოლეკულა HCl და გარდაიქმნება სიმეტრიულ ტრიქლორბენზოლად:



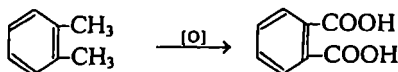
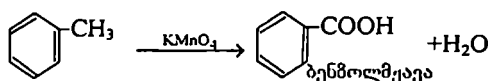
2. დაჟანგვა. ბენზოლი დამჟანგველების მიმართ (კალიუმის პერმანგანატი, აზოტმჟავა, ქრომის ტრიოქსიდი და სხვა) ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე მდგრადია, მაგრამ კატალიზატორის V_2O_5 თანაობით იგი იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით, იხლიჩება ბენზოლის ბირთვი

და წარმოიქმნება მალეინმჟავას ანჰიდრიდი:



ბენზოლის ჰომოლოგები ჩვეულებრივ დამჟანგველებით იჟანგებიან და გვადლევენ არომატულ მჟავებს.

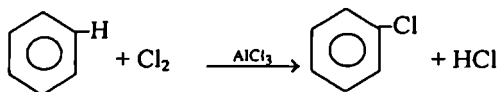
ქსილოლის დაჟანგვით ორფუძიანი არომატული მჟავა წარმოიქმნება:



ფტალის მჟავა

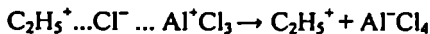
3. ჩანაცვლების რეაქციები. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, არომატული ნაერთებისათვის დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია ჰალოგენირება, ნიტრირება, სულფირება, ალკილირება, აცილირება.

ა) ჰალოგენირება. ბენზოლზე ჰალოგენიდების მოქმედებით კატალიზატორების (უწყლო ალუმინის ქლორიდი, FeCl_3) თანაობისას მოხდება ჰალოგენის ჩანაცვლება ბირთვში:

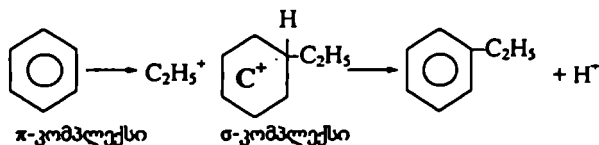


ქლორბენზოლი

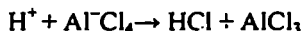
ჰალოგენირების რეაქცია მიმდინარეობს ელექტროფილური ჩანაცვლების მექანიზმით. კატალიზატორის როლი მდგომარეობს ჰალოგენალკილის პოლარიზაციის გაძლიერებაში და დადებითი ნაწილაკის წარმოქმნაში:



დადებითად დამუხტული რეაგენტი (ელექტროფილური ნაწილაკი) ეჯახება არომატული ნაერთის π -ელექტრონულ სისტემას და ჯერ მიიღება π -კომპლექსი, რომლიდანაც შემდეგ წარმოიქმნება სტაბილური არაარომატული σ -კომპლექსი. ელექტროფილური ნაწილაკი მიიზიდავს π -ელექტრონებიდან ორ ელექტრონს, დარჩენილი 4π ელექტრონი დელოკალიზებულ მდგომარეობაშია, განაწილებულია ბენზოლის ბირთვის 5 ნახშირბადატომს შორის, ხოლო მე-6 ნახშირბადატომი ნაჯერ მდგომარეობაშია გადასული, რომელიც ერთ სიბრტყეში მდებარეობს, ეს არის შუალედური პროდუქტი (σ -კომპლექსი), რომლის არსებობა დამტკიცებული იქნა სხვადასხვა მეთოდით. განსაკუთრებით სპექტროსკოპიით:

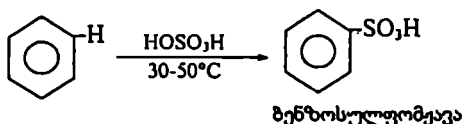


შემდეგ ეტაპზე σ -კომპლექსის წყდება პროტონი, რომლის ადგილს იჭერს ელექტროფილური ნაწილაკი და მიიღება ჩანაცვლებული არომატული ნაერთი:



ნიტრირება უფრო ძნელად მიმდინარეობს მაღალ ტემპერატურაზე და წნევაზე, მიიღება მ-დინიტრობენზოლი, შემდეგ ნიტრირება უფრო ძნელად მიმდინარეობს ტრინიტრობენზოლის წარმოქმნით.

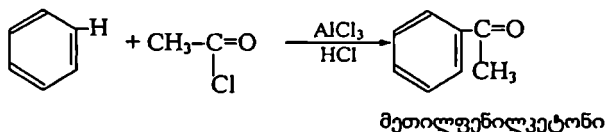
გ) სულფირება. ანალოგიურად მიმდინარეობს სულფირების რეაქცია, თუ ბენზოლზე ვიმოქმედებთ ჭარბი მბოლავი გოგირდმჟავით:



დ) ალკილირება. არომატულ ნაერთთა ალკილირებას ახორციელებენ ფრიდელ-კრაფტის რეაქციით (იხ. მიღების ხერხები).

ე) აცილირება. აცილირებას ახორციელებენ ორგანულ მჟავათა ჰალოგენანჰიდრიდებით ან ანჰიდრიდებით. კატალიზატორად ამ შემთხვევაში გამოიყენება უწყლო $AlCl_3$

აცილირების რეაქციის მექანიზმი იგივეა, რაც ალკილირების რეაქციის მექანიზმი:



4.4. ჩანაცვლების წესები ბენზოლის ბირთვში

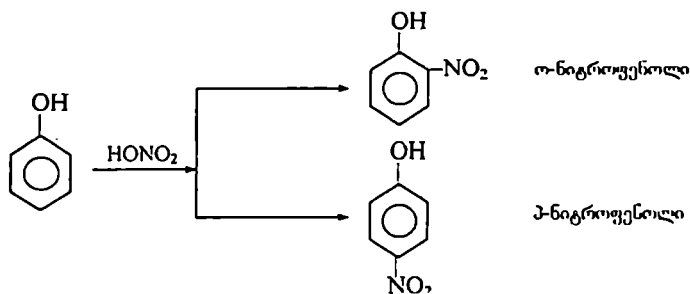
როგორც ცნობილია, ბენზოლის მოლეკულა სიმეტრიულია და ყველა C-ატომი და H-ატომი ტოლფასია, მაგრამ ჩამნაცვლებლის შეყვანის დროს ბირთვში ირღვევა სიმეტრია π – ელექტრონული ღრუბლისა და ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე აღმოჩნდება მეტი ერთო, პარა ან მეტა მდებარეობაში. ე.ი. ბირთვში ჩამნაცვლების არსებობის დროს მეორე ჩამნაცვლებლის მდებარეობა პირველი ჩამნაცვლებლის ბუნებაზე დამოკიდებული, იგი “აორიენტირებს” მეორე ჩამნაცვლებლის შესვლას ბირთვში. ყველა ჩამნაცვლებელს მაორიენტირებელი ბუნების მიხედვით ყოფენ ორ ჯგუფად – პირველი და მეორე რიგის ჩამნაცვლებლებად.

პირველი რიგის ჩამნაცვლებლებს მიეკუთვნება: $-OH$, $-NH_2$, NHR , OR , $-NHCOR$, $-CH_3$, $-C_2H_5$, $-C_3H_7$ (ყველა რადიკალი) რომლებიც იწვევენ ბირთვის აქტივაციას და ადვილმოდრავს ხდიან ორთო და პარა მდებარეობაში მყოფ H-ატომებს. ამავე რიგს მიეკუთვნება ჰალოგენები, რომლებიც იწვევენ ბირთვის დეზაქტივაციას და ამნელებენ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციების მიმდინარეობას.

I რიგის ჩამნაცვლებლებს აგრეთვე ორთო და პარა-მაორიენტირებლები ეწოდებათ.

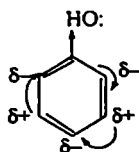
მეორე რიგის ჩამნაცვლებლებია: NO_2 , SO_3H , CHO , COR , COOR , COOH , CN , რომლებიც მსგავსად ჰალოგენებისა, იწვევენ ბირთვის დეზაქტივაციას, განსაკუთრებით ორთო და პარა – მდებარეობაში და შედარებით ნაკლებ გავლენას ახდენენ მეტა-მდებარეობაზე, მათ აგრეთვე მეტა-მაორიენტირებლები ეწოდებათ.

როცა ბირთვში დგას პირველი რიგის ჩამნაცვლებელი ელექტროფილურ ჩამნაცვლებელს აორიენტირებს (აგზავნის) ორთო და პარა მდებარეობაში. ამასთან უმეტეს შემთხვევაში ორთო და პარა იზომერების ნარევი წარმოიქმნება, რომელიც ზოგჯერ ერთ-ერთ იზომერს შეიცავს გადაჭარბებული რაოდენობით. ამ შემთხვევაში მეტა იზომერი არ წარმოიქმნება, ან თუ წარმოიქმნება უმნიშვნელო რაოდენობით:

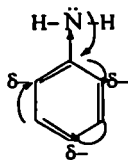


როცა ბირთვში დგას მეორე რიგის ჩამნაცვლებელი, ელექტროფილურ ჩამნაცვლებელს მეტა-მდგომარეობაში აგზავნის.

ელექტრონული თვალსაზრისით ეს ასე აიხსნება: გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი ჟანგბადის ჰიდროქსილის ჯგუფიდან და აზოტის ატომის ამინო ჯგუფიდან გადაიწვეს ბირთვის ნახშირბადისაკენ და შეუღლების ეფექტს მოჰყვება ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის მომატება ორთო და პარა მდებარეობაში.



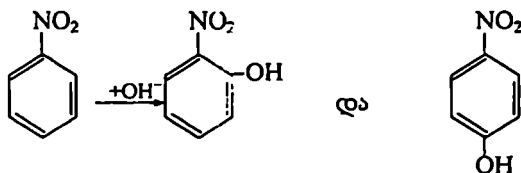
აბ



ამ შემთხვევაში, ცხადია, ელექტროფილური ნაწილაკი მიემართება ორთო და პარა მდებარეობაში, ხოლო ნუკლეოფილური ნაწილაკი მეტა მდებარეობაში.

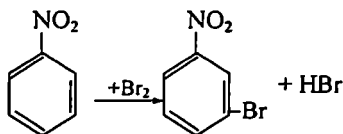
განვიხილოთ ბენზოლის წარმოებულები, რომლებიც შეიცავენ მეორე რიგის ჩამნაცვლებლებს – მეტა მაორიენტირებლების: მაგალითად ბენზომჟავა და ნიტრობენზოლი.

ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე ჩამნაცვლებლის ელექტროაქცეპტორული ბუნების გამო გადაწეულია ჩანაცვლებულისაკენ, რის გამოც ელექტრონული სიმკვრივე უფრო მეტად შემცირდება ორთო და პარა მდებარეობაში და შედარებით გაიზრდება მეტა მდგომარეობაში. ამიტომ ელექტროფილური ნაწილაკი მიემართება მეტა მდებარეობაში ჩამნაცვლებლის მიმართ, ხოლო ნუკლეოფილური რეაგენტი მიემართება იქ, სადაც ელექტრონული სიმკვრივე ნაკლებია. ე.ი. ორთო- და პარა-მდებარეობაში. მაგალითად, OH-ის ჯგუფი მიემართება ორთო და პარა მდებარეობაში ნიტროჯგუფის მიმართ:



4.5. ცალკეული წარმომადგენლები

ბენზოლი – უფერო სითხეა, დამახასიათებელი სუნით, დუღს 80°C -ზე. ღვება $5,4^{\circ}\text{C}$ -ზე. ბევრი ორგანული ნაერთის კარგი გამხსნელია. გამოიყენება პლასტიკური მასალების, საღებარების, სინ-

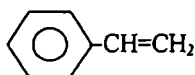


თეზური ბოჭკოების, ასაფეთქებელი მასალების დასამზადებლად და მრავალი არომატული ნაერთის მისაღებად.

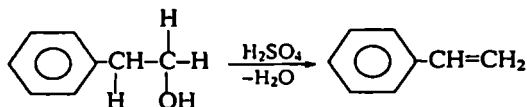
ტოლუოლი. სითხეა დამახასიათებელი სუნით. დუღს $110,6^{\circ}\text{C}$ -ზე. გამოიყენება ასაფეთქებელი ნივთიერებების (ტრინიტროტოლუოლი) ბენზალდეჰიდის, ქლორბენზოლის დასამზადებლად, იყენებენ როგორც გამხსნელს.

ქსილოლები – უკანასკნელ წლებამდე ლაბორატორიულ პრაქტიკაში და ტექნიკაში გამოიყენება ქსილოლების სამივე იზომერის ნარევი, რომლებიც მიიღება ქვანახშირის ფისის გამოხდით, იყენებენ როგორც გამხსნელს და როგორც კომპონენტს მოტორის სათბობისათვის. უკანასკნელ წლებში მიღებულ იქნა ქსილოლის ცალკეული იზომერები. განსაკუთრებით პარაქსილოლმა დიდი გამოყენება ჰპოვა სინთეზური ბოჭკოს ლავსანის მისაღებად. ამინოქსილოლი კი გამოიყენება როგორც ანტიდეტონატორი.

სტიროლი (ვინილბენზოლი) ანუ ფენილეთილენი. მისი აგებულება ასეთია:

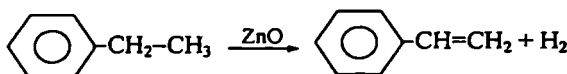


პირველად მიღებული იქნა მცენარეული ფისის სტირაქსის წყლის ორთქლით გამოხდით, საიდანაც წარმოსდგა მისი სახელწოდება – სტიროლი, არსებობს სტიროლის მიღების რამდენიმე ხერხი, მათ შორის მნიშვნელოვანია შესაბამისი არომატული სპირტებიდან წყლის წართმევით:

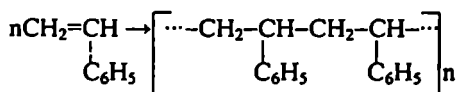


მრეწველობაში ვინილბენზოლს ღებულობენ ეთილბენზოლისაგან კატალიზატორის გამოყენებით მაღალ ტემპერატურაზე:

სტიროლი წარმოადგენს სითხეს სასიამოვნო სუნით. დუღს 146°C -ზე, აქვს ეთილენური ნახშირწყალბადების თვისებები, ადვილად იერთებს ჰალოგენებს. ჰალოგენწყალბადმჟავას. სტიროლი ადვილად პოლიმერიზდება მინისმაგვარ პოლიმერად და მიიღება პოლისტიროლი:



პოლისტიროლი მოლეკულური წონით 20000-30000 გამოიყენება ელექტროიზოლაციისათვის და დივინილთან თანაპოლიმერიზაციით ზოგიერთი სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად.



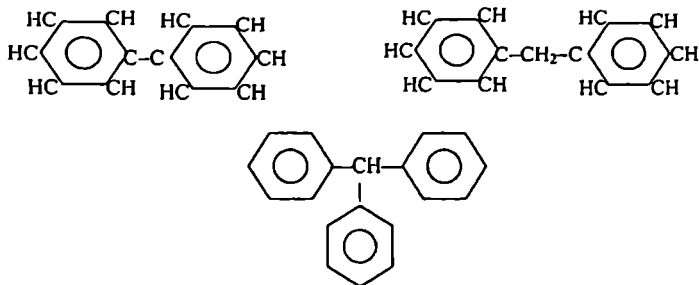
4.6. მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები და მათი ნაწარმები

მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები ეწოდება ისეთ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულაში მოიპოვება ერთიმეორესთან დაკავშირებული ორი ან რამდენიმე ბენზოლის ბირთვი.

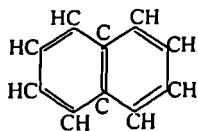
ანსხვავებენ ორი სახის მრავალბირთვიან ნაერთებს:

1. არაკონდენსირებულს. მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები: როდესაც ბენზოლის ბირთვები შეერთებულია ან უშუალოდ

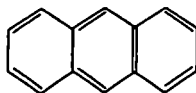
ან ნახშირბადატომების საშუალებით. მათ მიეკუთვნება ბიფენილი და მისი ნაწარმები.



2. კონდენსირებულბირთვიანი ნაერთები, რომლებსაც გააჩნიათ საერთო ნახშირბადატომები, უმარტივესი წარმომადგენელია ნაფტალინი, შემდეგ ანტრაცენი:

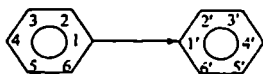


ნაფტალინი



ანტრაცენი

დიფენილი $C_6H_5-C_6H_5$ დიფენილის მონოჩანაცვლებულს აქვს სამი იზომერი ო, მ, პ დანომვრა ასეთნაირად ხდება:



ო-2,6,2', 6'

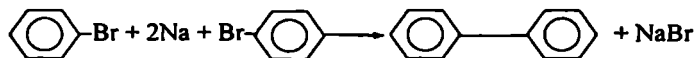
მ-3, 5, 3', 5'

პ-4, 4'

დიფენილი მცირე რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრში, იგი მიიღება ბენზოლის გატარებით მაღალ ტემპერატურაზე 600-800°C-მდე გახურებულ რკინის მილში. ამ დროს ადგილი აქვს ბენზოლის დეჰიდრირებას (ბერთლო)



სინთეზურად დიფენილს ლებულობენ ბრომბენზოლზე ლითონ ნატრიუმის მოქმედებით (ვიურც-ფიტიგის რეაქცია)

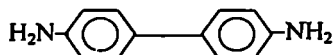


დიფენილი კრისტალური ნივთიერებაა, დამახასიათებელი სასიამოვნო სუნით. ღლვება 71°C , დუღს 250°C . იგი წყალში არ იხსნება, მცირე რაოდენობით იხსნება სპირტში.

დიფენილის ქიმიური თვისებები ანალოგიურია ბენზოლის. დიფენილთან ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები მიმდინარეობს 2- და 4-მდებარეობაში.

დიფენილისა და დიფენილეთერის ($\text{C}_6\text{H}_5\text{—O—C}_6\text{H}_5$) ნარევი გამოყენებულია, როგორც დიდი სითბოს შემცველი სისტემა, რითაც აპარატებს ახურებენ სასურველ ტემპერატურაზე. გარდა ამისა, დიფენილი გამოყენებულია, როგორც გამხსნელი და ორგანულ ნერთთა მოლეკულური მასის განსაზღვრისათვის.

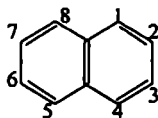
დიფენილის ნაწარმებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ბენზიდინს. იგი მიიღება ნიტრობენზოლის ტუტე არეში აღდგენით.



ბენზიდინი თეთრი კრისტალური ნივთიერებაა. ღლობის ტემპერატურაა 128°C . მას ძალიან დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს, მისი დიაზოტირებით (როგორც პირველადი ამინის) და შემდგომი შეუღლებით სხვადასხვა ამინთან ან ფენოლთან მიიღება მრავალრიცხოვანი აზოსაღებარები, რომელთა დადებითი მხარე ის არის, რომ ისინი ღებავენ ქსოვილებს ფერმჭერის გარეშე.

4.7. კონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები

ცნობილია მრავალი კონდენსირებული მრავალბირთვიანი (პოლიციკლური) ნაერთები, რომელთაგან მნიშვნელოვანია ნაფტალინი



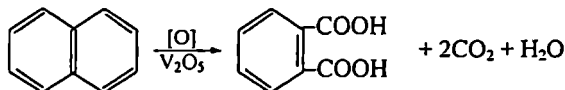
ნაფტალინი

4.7.1. ნაფტალინი

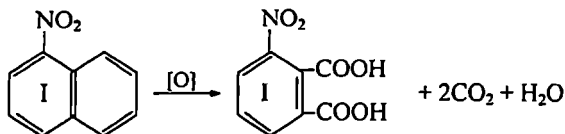
სახელწოდება “ნაფტალინი” მიღებულია სიტყვა “ნაფტა”-დან, რაც ნიშნავს ნავთობის აქროლად ნაწილს, ნაფტალინი აღმოჩენილი იყო 1819 წელს ქვანახშირის კუპრში გარდენის მიერ. ნაფტალინის შემადგენლობა დადგენილ იქნა ა.ვოსკრესენსკის მიერ 1838 წელს, ხოლო სტრუქტურა – ერლენმეიერისა და გრებეს მიერ 1866 წელს.

4.7.2. ნაფტალინის სტრუქტურის დადგენა

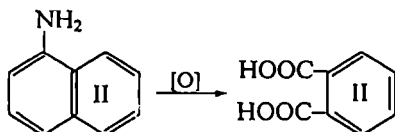
ნაფტალინში რომ ორი ბენზოლის ბირთვი კონდენსირებულია ერთო მდგომარეობაში ნახშირბადატომებით. ეს მტკიცდება ნაფტალინისა და მისი ნაწარმების ამინონაფტალინის და ნიტრონაფტალინის დაჟანგვის რეაქციებით:



ნაფტალინის ნიტრირებისას მიღება ნიტრონაფტალინი, რომელიც დაჟანგვით გარდაიქმნება ნიტროფტალის მჟავად:

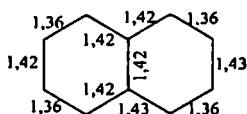


ეს ფაქტი ამტკიცებს ნაფტალინში ერთი (I) ბენზოლის ბირთვის არსებობას. თუ ნიტრონაფტალინს აღვადგენთ ამინონაფტალინამდე და ეს უკანასკნელი დაიჟანგება, მაშინ შესაძლებელია თავისუფალი ფტალის მჟავის გამოყოფა. ამ გარდაქმნით მტკიცდება მეორე (II) ბირთვის არსებობა.

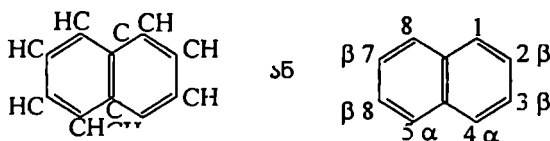


როგორც აღნიშნული გარდაქმნიდან ჩანს, ნაფტალინში ორი ბენზოლის ბირთვი კონდენსირებულია ორთო მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადატომებით.

ბენზოლის მსგავსად ნაფტალინი ბრტყელ სისტემას წარმოადგენს, მაგრამ ბენზოლისაგან განსხვავებით რენტგენოგრაფიული გაზომვით ნახშირბად-ნახშირბადოვან ბმებს სხვადასხვა სიგრძე აქვთ (A'-ში):

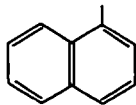


ნაფტალინის ჩანაცვლებულთა იზომერია

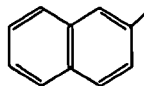


როგორც ნაფტალინის აგებულებიდან ჩანს ბენზოლის ბირთვისაგან განსხვავებით ნაფტალინის ყველა ნახშირბადი ტოლფასი არ არის. ნახშირბადატომები 1,4,5,8, რომლებიც საერთო ნახშირბადებთან ახლოს მდებარეობენ ტოლფასია და α ნახშირბადატომები ეწოდება, ხოლო 2,3,6,7 ნახშირბადატომებს – β -ს უწოდებენ. ამიტომ ნაფტალინის მონოჩანაცვლებულს ექნება 2 იზომერი.

ნაფტალინის ერთვალენტიან რადიკალს $C_{10}H_7$ ნაფტილი ეწოდება. ნაფტალინიდან შეიძლება ორი ერთვალენტიანი რადიკალის მიღება α და β ნაფტილის

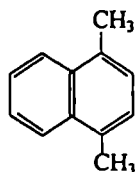
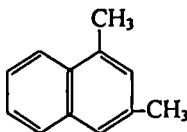
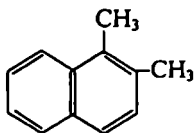


α-ნაფტოლი

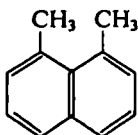


β ნაფტოლი

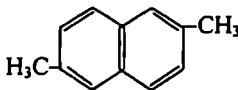
ნაფტალინის ორ ჩანაცვლებულს (თუ ერთნაირი რადიკალებია) გააჩნია 10 სხვადასხვა იზომერი, რომელთაგან მნიშვნელოვანია ხუთი



1,2-დიმეთილნაფტალინი 1,3- დიმეთილნაფტალინი 1,4-დიმეთილნაფტალინი



1,8-დიმეთილნაფტალინი



2,6-დიმეთილნაფტალინი

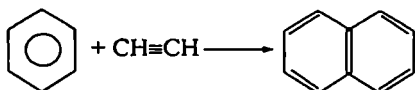
მეცნიერული ნომენკლატურით წაკითხვის დროს ჩამნაცვლებლების მდებარეობას აღნიშნავენ ციფრებით.

თუ ორი სხვადასხვა რადიკალია ჩანაცვლებული ნაფტალინში, მაშინ შესაძლებელი იზომერების რიცხვი უდრის 14-ს. ჩამნაცვლებლების რიცხვის გადიდებით იზომერების რიცხვი ძლიერ იზრდება.

მიღება. ნაფტალინი სამრეწველო მასშტაბით მიიღება ქვანახშირის კუპრიდან, რომელშიც 5-6% რაოდენობით იმყოფება. გარდა ამისა, მრეწველობაში, როგორც დამატებითი საშუალება ნაფტალინს ღებულობენ ბენზინისა და ნავთის პიროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენი ფისიდან.

ლაბორატორიაში ნაფტალინის მიღების რამდენიმე ხერხი არსებობს.

მაგ. ბენზოლისა და აცეტილენის ორთქლის გატარებით მირჩილულ მილაკში:



4.7.3. ფიზიკური თვისებები

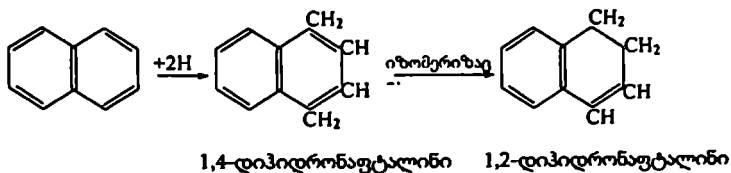
ნაფტალინი წარმოადგენს მზრწყინავ, ქერცლოვან, დამახასიათებელი სუნის კრისტალურ ნივთიერებას. ადვილად აქროლადია. უმნიშვნელო რაოდენობით იხსნება წყალში, იხსნება ეთერსა და სპირტში, კარგად ბენზოლში. ნაფტალინის ორთქლი ჰაერთან წარმოქმნის ფეთქებად ნარევს. ღღვება 80°C -ზე, დუღს 218°C -ზე.

4.7.4. ქიმიური თვისებები

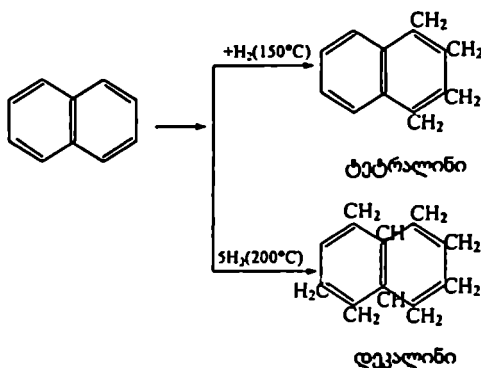
ნაფტალინისათვის დამახასიათებელია ჩანაცვლებისა და შეერთების რეაქციები. ნაფტალინთან აღნიშნული რეაქციები უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლთან.

4.7.5. შეერთების რეაქციები

ნაფტალინი ბენზოლისაგან განსხვავებით ჰიდრირდება გამოყოფის მომენტში მიღებული წყალბადით, ნატრიუმის ეთილატთან გაცხელების დროს ჯერ მიიღება 1,4-დიჰიდრონაფტალინი, რომელიც ადვილად განიცდის იზომერიზაციას 1,2-დიჰიდრონაფტალინად.

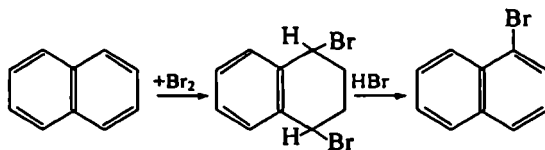


ნაფტალინის კატალიზური ჰიდრირებით მიიღება 1,2,3,4-ტეტრაჰიდრონაფტალინი (ტეტრალინი), სრული ჰიდრირებით დეკალინი:



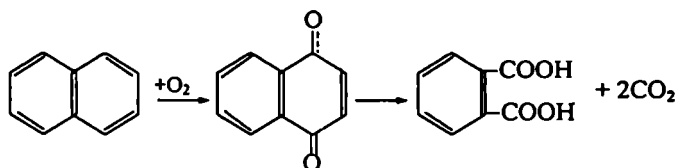
ტეტრალინი და დეკალინი სითხეებია. მათ დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვთ, როგორც ფისების და ცხიმების კარგ გამხსნელებს. შედარებით დიდი აქროლადობის გამო მათ იყენებენ ლაქების დამზადების დროს ოლიფის მაგიერ, ზოგიერთ შემთხვევაში უმატებენ მოტორულ საწვავს.

2. ნაფტალინზე ბრომის მოქმედებით მიიღება 1,4-დიბრომნაფტალინი, რომელსაც ადვილად წყდება ბრომწყალბადი და წარმოიქმნება ბრომნაფტალინი:



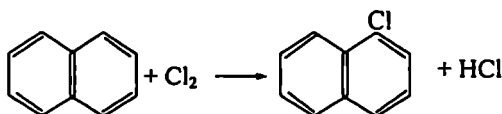
1,4- დიბრომნაფტალინი α-ბრომნაფტალინი

დაჟანგვა. ნაფტალინის დაჟანგვით წარმოიქმნება 1,4 ნაფტოქინონი, უფრო ენერგიული დაჟანგვით კი მიიღება ფტალის მჟავა.

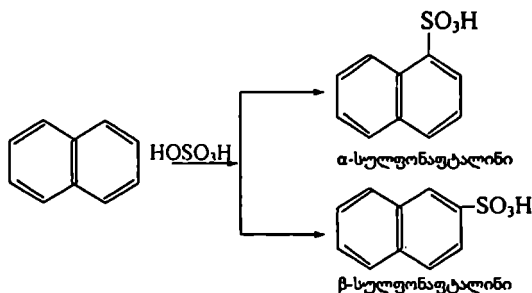


ფტალის მჟავა

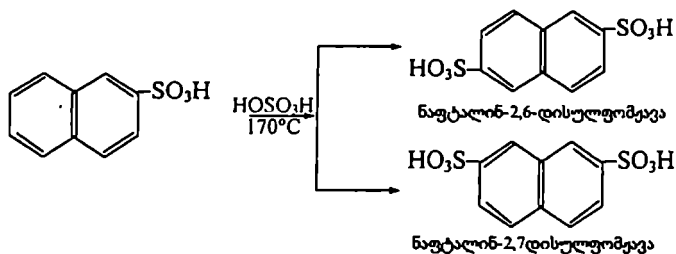
ჩანაცვლების რეაქციები. ნაფტალინი უფრო ადვილად შედის ჩანაცვლების რეაქციებში, ვიდრე ბენზოლი. დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. ნაფტალინის ჰალოგენირება მიმდინარეობს α - მდებარეობაში. ბენზოლისაგან განსხვავებით უკატალიზატოროდ.



დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სულფირების რეაქციას, რის შედეგად მიიღება α და β სულფომჟავები, რომლებიც წარმოადგენენ გამოსავალ პროდუქტს საღებარების მისაღებად. სულფირება ხდება კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით სხვადასხვა ტემპერატურაზე.



α და β –ნაფტალინსულფომჟავა კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით განიცდის შემდგომ სულფირებას და თითოეული წარმოქმნის ორ-ორ იზომერ ნაფტალინდისულფომჟავას.



ნაფტალინდისულფომჟავების სულფირებით მიიღებიან ნაფტალინ ტრი- და ტეტრასულფომჟავები.

ნაფტალინსულფომჟავებში სულფოჯგუფი უფრო ადვილმტვრადია, ვიდრე ბენზოლსულფომჟავებში და ამიტომ ისინი გამოიყენებიან ნაფტალინის ნაწარმების მისაღებად.

5.1. ნახშირწყალბადების მონო- და პოლიჰალოგენნაწარმები

ნახშირწყალბადთა ჰალოგენნაწარმები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ჰალოგენატომებით. იმის მიხედვით, თუ ნახშირწყალბადებში წყალბადის რამდენი ატომია შეცვლილი ჰალოგენით, არჩევენ მონო-, დი- და პოლიჰალოგენნაწარმებს. ანსხვავებენ ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმებს.

5.2. ალკანების მონოჰალოგენნაწარმები (ჰალოგენალკილები)

ჰალოგენალკანები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ალკანები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰალოგენატომით, მათი ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n+1}X$, სადაც X რომელიმე ჰალოგენია (F, Cl, Br, I).

ჰალოგენალკანების კანონზომიერების ასახსნელად განვიხილოთ ქლორალკანების ჰომოლოგიური რიგი

CH_3Cl ქლორმეთანი

C_2H_5Cl ქლორეთანი

C_3H_7Cl ქლორპროპანი

C_4H_9Cl ქლორბუთანი და ა.შ.

5.2.1. იზომერია, ნომენკლატურა

პირველ ორ წევრს CH_3Cl და C_2H_5Cl იზომერი არა აქვს.

იზომერია იწყება მესამე წევრიდან და მას ორი იზომერი აქვს. C_3H_7Cl -ის იზომერები:

1. $CH_3-CH_2-CH_2Cl$ 1-ქლორპროპანი (პირველადი ქლორიანი პროპილი)

2. $\text{CH}_3\text{--CHCl--CH}_3$ 2-ქლორპროპანი (მეორეული ქლორიანი პროპილი)
ბუტანი წარმოქმნის ოთხ მონოჰალოგენნაწარმს:

1. $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{Cl}$ 1-ქლორბუტანი (პირველადი ქლორიანი ბუტილი)

2. $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CHCl--CH}_3$ 2-ქლორბუტანი (მეორეული ქლორიანი ბუტილი)

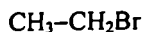
3. $\text{CH}_3\text{--CCl--CH}_3$ 2-ქლორ-2-მეთილ-პროპანი (მესამეული ქლორიანი იზობუტილი)
 CH_3

4. $\text{CH}_2\text{Cl--CH--CH}_3$ 1-ქლორ-2-მეთილ-პროპანი
 CH_3 (პირველადი ქლორიანი იზობუტილი)

ჟენევის ნომენკლატურითა და IUPAC წესის მიხედვით რჩება ალკანების სახელწოდება და მას ემატება პრეფიქსში ჰალოგენის სახელი ადგილმდებარეობის ჩვენებით. სისტემატურ ნომენკლატურასთან ერთად პირველი წევრებისათვის ხშირად მიმართავენ მეორე სახელწოდებას, რომლითაც ჰალოგენწყალბადებს იხილავენ როგორც ჰალოგენიდებს, მათი სახელწოდება გამოჰყავთ ალკილის სახელწოდებიდან, რომელსაც ბოლო ნაწილში დაურთავენ ფტორიდი, ბრომიდი, ქლორიდი და ა.შ.



მეთილქლორიდი



ეთილბრომიდი და ა.შ.

იმის მიხედვით, თუ რომელად ნახშირბადატომთან მდებარეობს ჰალოგენის ატომი, არჩევენ პირველად ($\text{CH}_2\text{Cl--}$), მეორეულს (--CHCl--), მესამეულ (--CCl--) ჰალოგენალკილებს.

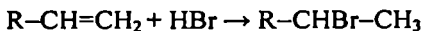
|

5.2.2. მონოჰალოგენალკანების მიღება

1. მონოჰალოგენნაწარმები მიიღებიან ალკანებზე ჰალოგენების მოქმედებით



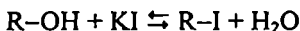
ბით ოლეფინებთან:



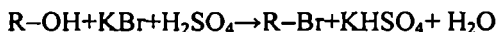
რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით.

3. ჰალოგენალკანები მიიღებიან ერთატომიან სპირტებზე, ჰალოგენწყალბადის, ფოსფორის ჰალოგენიდების მოქმედებით:

ა) ჰალოგენწყალბადის მოქმედება:



თუ ვიმოქმედებთ KBr-ით, მაშინ რეაქცია ასე გამოისახება:



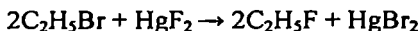
ბ) ფოსფორის ჰალოგენიდების მოქმედება:



ყველაზე ადვილად რეაგირებს მესამეული, ძნელად კი პირველადი სპირტი.

ფტორალკანების მისაღებად აღნიშნული მეთოდები არ გამოიყენება.

ფტორალკანებს ღებულობენ ალკანებზე ინერტულ ფაზაში (N_2) ფტორის მოქმედებით, ან მას ღებულობენ გაცვლითი რეაქციით ქლორიდების, ბრომიდების, იოდიდების ალკილებზე Hg, Ag, Co ფტორიდების მოქმედებით:



5.2.3. ფიზიკური თვისებები

ჰალოგენალკილების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია ჰალოგენის ბუნებაზე, ალკილის შედგენილობაზე და აგებულებაზე. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ფტორიდების 1-4 წევრი (მეთილ- და ეთილ-, პროპილ-, ბუტილ-), ქლორიდების პირველი ორი წევრი (მეთილ- და ეთილ-) ბრომიდების პირველი წევრი (მეთილბრომიდი) - გაზია. დანარჩენები სითხეებია. მაღალი წევრები მყარი ნივთიერებებია. ისინი წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში

(ეთერი, სპირტი), თვითონ წარმოადგენენ კარგ გამხსნელებს.

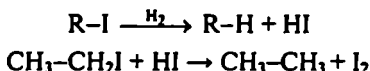
ყველაზე უფრო დაბალი დუდილის ტემპერატურა და კუთრი წონა აქვთ ფტორიდებს, უფრო მაღალი იოდიდებს. იზომერული ნაერთებიდან ყველაზე მაღალ ტემპერატურაზე დუღს პირველადი ჰალოგენალკილები და ყველაზე დაბალზე – მესამეული ნაერთები იმავე ნახშირბადატომების რიცხვით.

5.2.4. ქიმიური თვისებები

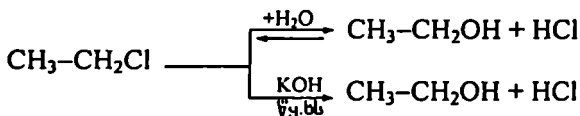
ჰალოგენალკილები დიდი რეაქციის უნარიანობით ხასიათდებიან. ამიტომ მათ უაღრესად დიდი გამოყენება აქვთ ორგანულ სინთეზში. მათი მეშვეობით ახორციელებენ ალკილირების რეაქციას.

ალკილჰალოგენიდების გარდაქმნებიდან ყურადღებას იპყრობს:

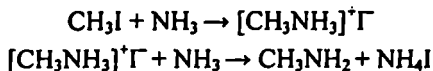
1. აღდგენა. ჰალოგენალკილები კატალიზური აღდგენით ან იოდწყალბადის მოქმედებით გარდაიქმნებიან ალკანებად:



2. ჰიდროლიზი. ჰალოგენალკილების ჰიდროლიზს ახდენენ წყლის, ტუტის ან სოდის მოქმედებით:

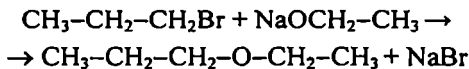


3. ამიაკის მოქმედება. ჰალოგენალკილზე ამიაკის მოქმედებით მიიღება ამინები.



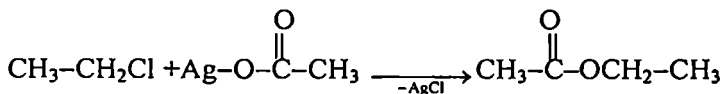
ამ რეაქციით შესაძლებელია როგორც პირველადი, ასევე მეორადი და მესამადი ამინების მიღება.

4. ალკოჰალატების მოქმედება. ჰალოგენალკილებზე ალკოჰალატების მოქმედებით მიიღება მარტივი ეთერები:



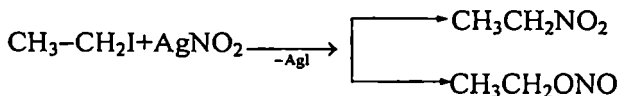
ეთილპროპილის ეთერი

5. ორგანული მჟავების მარილების მოქმედება. ჰალოგენალკილებზე მჟავების მარილების მოქმედებით წარმოიქმნება რთული ეთერები:

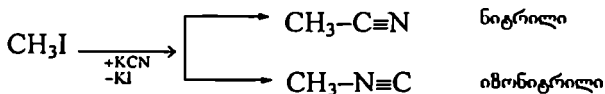


მმარმჟავაეთილის ეთერი

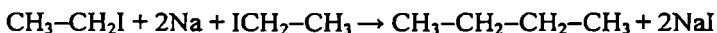
6. ვერცხლის ნიტრიტის მოქმედება. ვერცხლის ნიტრიტთან გაცხელებით ჰალოგენალკილი წარმოქმნის ნიტრონაერთს და აზოტოვანმჟავის ეთერს



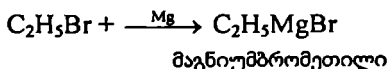
7. ციანწყალბადმჟავა მარილების მოქმედება. ამ შემთხვევაში მიიღება ნიტრილები და იზონიტრილები:



8. ნატრიუმის მოქმედება. ნატრიუმის მოქმედებისას მიიღება ალკანები (ვიურცის რეაქცია)



9. მაგნიუმის მოქმედება. ჰალოგენალკილებზე მაგნიუმის ბურბუშელას მოქმედებით უწყლო ეთერის თანაობისას წარმოიქმნება მაგნიუმის ორგანული ნაერთი (გრინიარის რეაქცია):



ამ რეაქციას აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა, რადგან მიღებულ რეაქტივს ფართოდ იყენებენ ორგანულ სინთეზში.

ცალკეული წარმომადგენლები. პალოგენალკილებიდან ყველაზე დიდ გამოყენებას პოულობს მეთილ- და ეთილქლორიდები. სამრეწველო მასშტაბით მიიღებიან მეთანისა და ეთანის ქლორირებით. ეთილქლორიდი მიიღება აგრეთვე ეთილენზე მშრალი ქლორწყალბადის მოქმედებით კატალიზატორის რკინის (III) ქლორიდის თანაობით.

ქიმიურ მრეწველობაში მეთილქლორიდი და ეთილქლორიდი გამოიყენება როგორც მაალკილირებელი საშუალება. ეთილქლორიდის დიდი რაოდენობა გამოიყენება ტეტრაეთილტყვიის (C_2H_5)₄Pb მისაღებად, აგრეთვე მედიცინაში ადგილობრივი ანესტეზიისათვის.

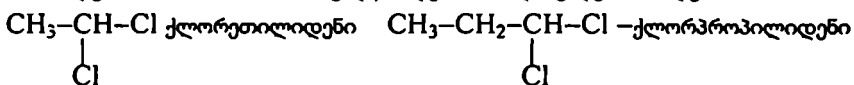
5.3. დი- და პოლიჰალოგენნაწარმები

დი- და პოლიჰალოგენნაწარმები შეიძლება შეიცავდნენ ერთნაირ ჰალოგენებს ან სხვადასხვას, ერთი და იმავე ნახშირბად ატომთან ან სხვადასხვა ნახშირბადატომებთან. ჰალოგენნაერთებს, რომლებშიც ჰალოგენები დგას ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან, უწოდებენ ჰემინალურს, ხოლო თუ ჰალოგენის ატომები იმყოფებიან მეზობელ ნახშირბადატომთან – ვიცინალურს.

5.3.1. იზომერია, ნომენკლატურა

ჰალოგენალკილების იზომერია დამოკიდებულია ნახშირბადატომთა ჩონჩხის აგებულებასა და ჰალოგენების ადგილმდებარეობაზე მოლეკულაში. მათ სახელწოდება შეიძლება მიეცეთ სხვადასხვა წესით. ჟენევის ნომენკლატურით სახელწოდება გამოჰყავთ ალკილ-ჰალოგენიდების სახელწოდების მსგავსად. მათ სახელს არქმევენ რადიკალის სახელწოდების მიხედვითაც. იმ შემთხვევაში, თუ დი-ჰა-

ლოგენაერთებში ორივე ჰალოგენი ერთი და იმავე ნახშირბადატომ-
თან დგას, მაშინ მათი სახელწოდება ბოლოვდება "იდენით",



მოვიყვანოთ დი- და პოლიჰალოგენნაწარმების რამდენიმე მაგა-
ლითი:

CH_2Cl_2 – დიქლორმეთანი, ქლორმეთილენი

$\text{CH}_3-\text{CHCl}_2$ – 1,1-დიქლორეთანი, ქლორეთილიდენი

$\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ – 1,2-დიქლორეთანი, ქლორეთილიდენი

დიქლორპროპანს 4 იზომერი შეესაბამება:

1. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHCl}_2$ 1,1-დიქლორპროპანი

2. $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 1,2-დიქლორპროპანი

3. $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ 1,3-დიქლორპროპანი

4. $\text{CH}_3-\text{CCl}_2-\text{CH}_3$ 2,2-დიქლორპროპანი

პოლიჰალოგენნაწარმიდან მნიშვნელოვანია CHCl_3 -ტრიქლორ-
მეთანი, ქლოროფორმი

CCl_4 – ტეტრაქლორმეთანი, ოთხქლორიანი ნახშირბადი

$\text{CHCl}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ – 1,1,2-ტრიქლორეთანი

$\text{CCl}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$ – 1,1,1,2-ტეტრაქლორეთანი

$\text{CHCl}_2-\text{CHCl}_2$ – 1,1,2,2-ტეტრაქლორეთანი

CCl_2F_2 – დიქლორდიფტორმეთანი (ფრეონი)

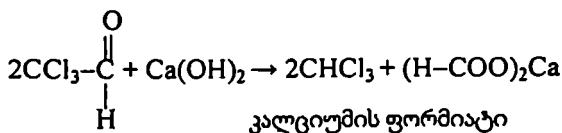
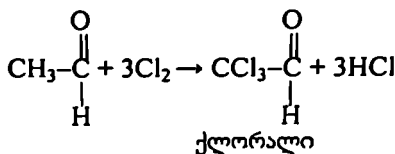
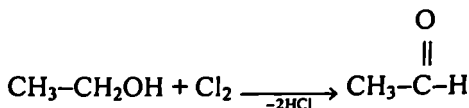
5.3.2. ცალკეული წარმომადგენლები

განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს მეთანის, ეთანის
ქლორირების პროდუქტებს, აგრეთვე ფტორქლორიდებს.

ქლორმეთილენი (CH_2Cl_2) სითხეა, დუღს 41°C -ზე, იყენებენ რო-
გორც კარგ ორგანულ გამხსნელს, აგრეთვე ორგანულ სინთეზში.

ეთილენქლორიდი $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$. სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ ეთილენზე ქლორის მოქმედებით. სითხეა, დუღს 84°C -ზე, არის ფისებისა და ცხიმების იაფფასიანი გამხსნელი, მაგრამ იგი საწამლაია და ამ მიმართებით შეზღუდულია მისი გამოყენება. ძირითადად გამოიყენება ვინილქლორიდის მისაღებად.

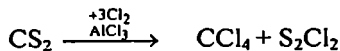
ქლოროფორმი CHCl_3 . ქლოროფორმს გარდა მეთანის ქლორირებისა მრეწველობაში ღებულობენ ეთილის სპირტის ან აცეტონისაგან მათზე ქლორის, მათეთრებელი კირის და ტუტის მოქმედებით (ქლორი მოქმედებს როგორც დამჟანგავი)



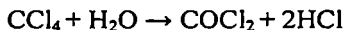
ქლოროფორმი უფერო დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეა, დუღს 61°C -ზე. წარმოადგენს კარგ გამხსნელს ცხიმების, ფისების, პიგმენტებისათვის, საწყის ნივთიერებას ორგანულ სინთეზში. გამოიყენება მედიცინაში როგორც ნარკოზული საშუალება. ქლოროფორმი ჰაერის ჟანგბადის გავლენით ნელა იჟანგება. დაჟანგვისას მისგან წარმოიქმნება ძლიერ მომწამლავი ნივთიერება ფოსგენი (COCl_2). ქლოროფორმი უნდა ვიხმაროთ დიდი სიფრთხილით, უსაფრთხოების წესების სრული დაცვით.

ტეტრაქლორომეთანი (CCl_4). ტეტრაქლორომეთანს ღებულობენ მეთანის ქლორირებით და აგრეთვე გოგირდნახშირბადის ქლორირ-

ბითაც:



ტეტრაქლორმეთანი არის ადვილად აქროლადი, უფერო, დამახასიათებელი სუნის მქონე უწყვეტი სითხე, დუღს $76,6^\circ\text{C}$ -ზე. იგი გამოიყენება როგორც გამხსნელი მრეწველობასა და ქიმიურ წმენდაში. იყენებენ აგრეთვე ხანძრის ჩასაქრობად. ამ მხრივ უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ 500°C ტემპერატურის ზევით იგი წყლის თანაობით გარდაიქმნება ფოსგენად:



განსაკუთრებით დიდი სიფრთხილეა საჭირო მაშინ, როცა ხანძარს აქრობენ ტეტრაქლორმეთანით დახშულ შენობაში. გარდა აღნიშნულისა, იგი გამოიყენება ორგანულ სინთეზში როგორც საწყისი ნივთიერება.

5.4. უჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმები

ამ რიგის ნაერთებიდან განხილული იქნება ეთილენური ჰალოგენნაერთები. იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობა უჭირავს ჰალოგენის ატომს ორმაგი ბმის მიმართ, არჩევენ ორი ტიპის ნაერთებს:

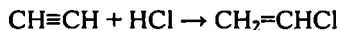
ა) ნაერთები, როცა ჰალოგენატომი იმყოფება ორმაგ ბმასთან მდებარე ერთ-ერთ ნახშირბადატომთან. მაგ. ქლორვინილი $\text{CH}_2=\text{CHCl}$. (ვინილის ტიპის ჰალოგენნაერთები).

ბ) ნაერთები, როცა ჰალოგენატომი დაკავშირებულია ორმაგბმიანი ნახშირბადატომის მიმართ α მდგომარეობაში (მეზობლად) მყოფ ნახშირბადატომთან. მაგ. ქლორალი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$ (ალილის ტიპის ჰალოგენნაერთები).

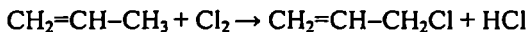
5.4.1. მიღების ხერხები

ვინილჰალოგენიდებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ვინილქლორიდი, რომელსაც მრეწველობაში დებულობენ:

ა) აცეტილენზე ქლორწყალბადის მოქმედებით:



ალილქლორიდი სამრეწველო მასშტაბით პროპილენის ქლორირებით (400°C) მიიღება:

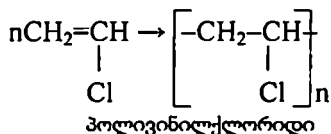


ფიზიკური თვისებები. ვინილქლორიდი გაზია ალილქლორიდი უფრო სითხეა, დუღს 45°C .

ქიმიური თვისებების მხრივ ზემოთ აღნიშნულ ნაერთთა ტიპებს ახასიათებთ ერთმანეთისაგან განსხვავებული თავისებურებანი.

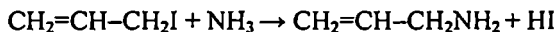
ვინილქლორიდში ჰალოგენი ძნელად მოძრავია. ისინი არ რეაგირებენ წყალთან, ტუტესთან, ვერცხლის ნიტრიტთან, ციანწყალბადმჟავის მარილებთან და სხვ. ამასთან ორმაგ ბმასთან შეერთების რეაქციები მიმდინარეობს ძალიან ნელა.

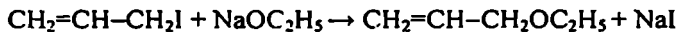
ვინილქლორიდისათვის დამახასიათებელია პოლიმერიზაციის რეაქცია, რის შედეგადაც მიიღება პოლივინილქლორიდი:



პოლივინილქლორიდს იყენებენ საიზოლაციო მასალების, წყალგაუმტარი ლაბადების, საკრავი ფირფიტებისა და სხვათა დასამზადებლად. უნდა აღინიშნოს, რომ პოლივინილქლორიდი საკმაოდ დიდი კანცეროგენული თვისებისაა.

ალილჰალოგენიდები, განსხვავებით ვინილჰალოგენიდებისაგან, ძალიან ადვილად შედიან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებში.





ალილის ტიპის ჰალოგენაერთები ადვილად შედიან აგრეთვე შეერთების რეაქციებში:



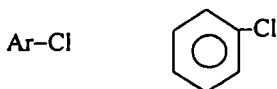
ვინილქლორიდი უმთავრესად გამოიყენება პოლივინილქლორიდის მისაღებად, ხოლო ალილქლორიდი გამოყენებულია როგორც საწყისი ნივთიერება გლიცერინის მისაღებად.

თავი VI

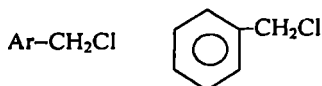
6.1. არომატული ნახშირწყალბადების ჰალოგენწარმოები

არჩევენ ორი ტიპის არომატულ ნახშირწყალბადთა ჰალოგენწარმოებს:

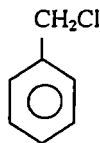
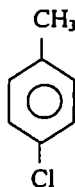
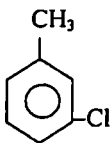
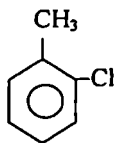
1. ნაერთები, როცა ჰალოგენი დაკავშირებულია ბირთვის C-ატომთან



2. ჰალოგენი დაკავშირებულია გვერდითი ჯაჭვის C-ატომთან



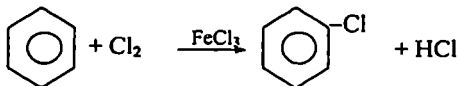
ტოლუოლის მონოჰალოგენჩანაცვლებული გვევლინება ოთხი იზომერის სახით:



ო-ქლორტოლუოლი მ-ქლორტოლუოლი პ-ქლორტოლუოლი ბენზილქლორიდი

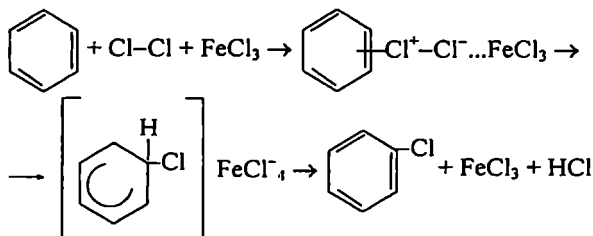
6.1.1. მიღების ხერხები

1. არომატულ ჰალოგენწარმოებს ღებულობენ არომატულ ნახშირწყალბადებზე ჰალოგენის მოქმედებით, ოთახის ტემპერატურაზე კატალიზატორების ალუმინის ან რკინის (III) ჰალოგენიდების თანაობით

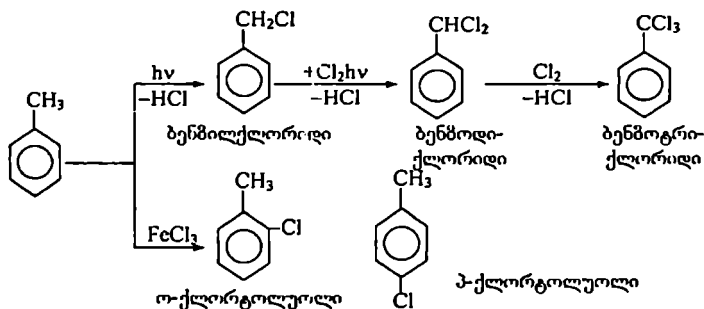


კატალიზატორის გამოყენებით რეაქცია გრძელდება და ყველა ატომი შეიძლება ჩაინაცვლოს ჰალოგენით.

ბენზოლის ბირთვის ჰალოგენირება მიმდინარეობს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმით, კატალიზატორის ძირითადი ფუნქციაა გამოიწვიოს ჰალოგენის მოლეკულის პოლარიზაცია, დადებითი ნაწილაკის წარმოქმნა, რომელიც შედის ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში, შემდეგ ადგილი აქვს π და σ კომპლექსების წარმოქმნას



თუ ბენზოლის ჰომოლოგის-ტოლუოლის ჰალოგენირებას მოვახდენთ კატალიზატორის თანაობისას ძირითადად წარმოიქმნება ორთო- და პარა იზომერთა ნარევი. იმ შემთხვევაში, თუ ტოლუოლის ჰალოგენირებას მოვახდენთ უკატალიზატოროდ, ე.ი. სინათლეზე გაცხელებით, მაშინ ჰალოგენი გვერდითა ჯაჭვში ჩაინაცვლება და წარმოიქმნება მონო, დი- და ტრიქლორჩანაცვლებული.

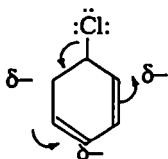


6.1.2. ფიზიკური თვისებები

არომატული მონოჰალოგენნაწარმები წარმოადგენენ სითხეებს ან კრისტალურ ნივთიერებებს, წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში: სპირტში, ეთერში, ბენზოლში. არილჰალოგენიდებს (ნაერთებს ბირთვში ჰალოგენით) აქვთ "არომატული" სუნი. ნაერთებს ჰალოგენით გვერდითა ჯაჭვში α -მდებარეობაში აქვთ გამაღიზიანებელი სუნი და ახასიათებთ ცრემლმდენი მოქმედების უნარი. სიმკვრივე 1-ზე მეტი აქვთ. მონოარილჰალოგენიდებიდან ყველაზე დაბალი დუდილის ტემპერატურა აქვთ: ფტორბენზოლს და ყველაზე მაღალი იოდბენზოლს.

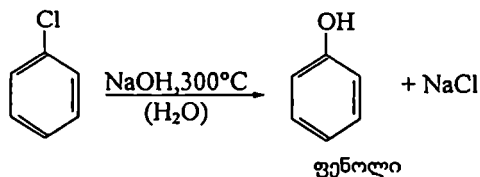
6.1.3. ქიმიური თვისებები

ქიმიური თვისებების მხრივ არომატული ჰალოგენნაწარმები ჰალოგენით ბირთვში და გვერდითა ჯაჭვში მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ბირთვში ჰალოგენი მტკიცედ დგას და ჩვეულებრივ პირობებში ქიმიური ინერტულობით ხასიათდებიან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციების მიმართ. არილჰალოგენიდში ჰალოგენის ინერტულობა ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებისადმი აიხსნება იმით, რომ ჰალოგენის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი გადაწეულია ბირთვის ნახშირბადისაკენ (რაც იწვევს ატომის ელექტროუარყოფითობის მომატებას) ეს და ჰალოგენის ეფექტი ამცირებს მის და ჰალოგენის ბმის პოლარობასა და სიგრძეს, რაც, ცხადია, ხელს უშლის ჰალოგენის ძვრადობას, მსგავსად ვინილის ჰალოგენიდებისა:

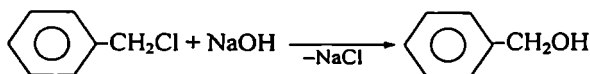


ქლორბენზოლის ელექტრონული სრუტტურა

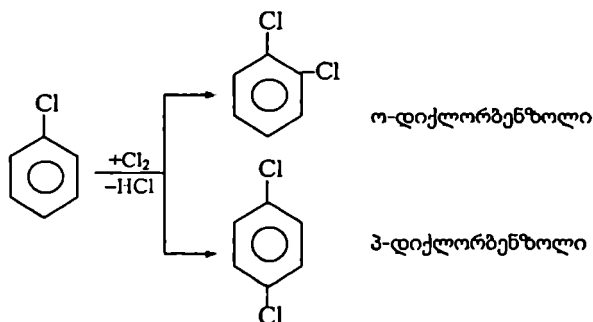
1. ქლორბენზოლში ჰალოგენი შეიძლება შევცვალოთ ჰიდროქსილით, თუ მათზე ვიმოქმედებთ ძლიერი ტუტის წყალხსნარით და სარეაქციო ნარევს გავაცხელებთ 340°C -ზე



2. როცა ჰალოგენი გვერდითა ჯაჭვშია, მაშინ იგი ადვილად ჩაინაცვლება ნუკლეოფილური რეაგენტით.

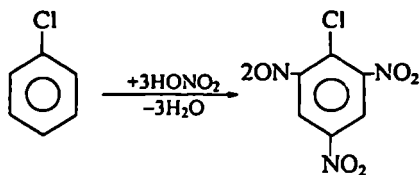


3. არილჰალოგენიდები ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში შედიან. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან მნიშვნელოვანია ჰალოგენირება, ნიტრირება, სულფირება. ყველა ეს რეაქცია მიმდინარეობს ძნელად, ვიდრე თვით ბენზოლში. ჰალოგენი, როგორც პირველი რიგის ჩამნაცვლებელი, შემდეგ ჩამნაცვლებელს ძირითადად აგზავნის ორთო და პარა-მდებარეობაში. მაგალითად, ქლორბენზოლის ქლორირებით მიიღება ო- და პ-დიქლორბენზოლი, რომელშიც ჭარბობს პ-იზომერი. მ-იზომერი უმნიშვნელო რაოდენობით წარმოიქმნება:



ქლორბენზოლის ნიტრირების დროს წარმოიქმნება 2,4,6 ტრი-

ნიტროქლორბენზოლი



2,4,6 ტრინიტროქლორბენზოლი (პიკრილქლორიდი)

თავი VII

7.1. სპირტები

სპირტები ეწოდება ნახშირწყალბადების ნაწარმებს, რომელშიაც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. მოლეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ ერთატომიან, ორატომიან და მრავალატომიან სპირტებს.

ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები (ალკანოლები).

ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ნაჯერი ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. მათი ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n-1}OH$. შესაბამისად ჰომოლოგიური რიგი იქნება:

CH_3OH მეთილის სპირტი, ხის სპირტი, კარბინოლი, მეთანოლი

C_2H_5OH ეთილის სპირტი, ღვინის სპირტი, ეთანოლი

C_3H_7OH პროპილის სპირტი, პროპანოლი

C_4H_9OH ბუთილის სპირტი, ბუტანოლი

$C_5H_{11}OH$ ამილის (პენტილის) სპირტი, პენტანოლი

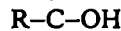
იმის მიხედვით, თუ რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება ჰიდროქსილის ჯგუფი, არჩევენ პირველად ($-CH_2OH$), მეორეულ ($-CHOH-$) და მესამეულ ($-COH-$) სპირტებს:



პირველადი სპირტი



მეორეული სპირტი



მესამეული სპირტი

7.1.1. იზომერია, ნომენკლატურა

იზომერია სპირტებში განპირობებულია ნახშირბადატომების ჩონჩხის აგებულებითა და ჰიდროქსილის ადგილმდებარეობით მოლეკულაში. პირველ ორ წევრს (CH_3OH , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) იზომერი არ აქვს. იზომერია იწყება მესამე წევრიდან ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$) და აქვს ორი იზომერი.

1. $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{OH}$ პროპილის სპირტი (პირველადი პროპილის) ეთილკარბინოლი, პროპანოლ – 1 (ჟენევის), 1-პროპანოლი (IUPAC)
2. $\text{CH}_3\text{--CHOH--CH}_3$ იზოპროპილის სპირტი (მეორეული პროპილის), დიმეთილკარბინოლი, პროპანოლ-2 (ჟენევის), 2-პროპანოლი (IUPAC)

ბუტილის სპირტს აქვს შემდეგი იზომერები

1. $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{OH}$ ბუტილის სპირტი (პირველადი ბუტილის სპირტი) პროპილკარბინოლი, ბუტანოლ-1 (ჟენევის), 1-ბუტანოლი (IUPAC)
2. $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CHOH--CH}_3$ მეორეული ბუტილის სპირტი, მეთილეთილკარბინოლი, ბუტანოლ-2 (ჟენევის), 2-ბუტანოლი (IUPAC)
3. $\begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{CH}_3\text{--CH--CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ პირველადი იზობუტილის სპირტი, იზოპროპილკარბინოლი, 2-მეთილპროპანოლ-1 (ჟენევის), 2-მეთილ-1-პროპანოლი (IUPAC)
4. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{--COH--CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ მესამეული იზობუტილის სპირტი, ტრიმეთილკარბინოლი, 2-მეთილ-პროპანოლ-2 (ჟენევის), 2-მეთილ-2-პროპანოლი

ერთატომიან სპირტებს (ალკანოლებს) სახელწოდებას აძლევენ ტრივიალური, რაციონალური, ჟენევის და IUPAC ნომენკლატურის მიხედვით.

ტრივიალური ნომენკლატურის მიხედვით სპირტების სახელ-

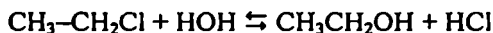
წოდება იწარმოება ჰიდროქსილის ჯგუფთან დაკავშირებული რადიკალების სახელწოდებიდან: მაგალითად C_2H_5OH ეთილის სპირტი ანუ ღვინის სპირტი, CH_3-CH_2OH პროპილის სპირტი, პირველადი პროპილის სპირტი, $CH_3-CHOH-CH_3$ იზოპროპილის სპირტი, მეორეული პროპილის სპირტი და ა.შ.

რაციონალური ნომენკლატურის მიხედვით ერთატომიანი სპირტების სახელწოდება იწარმოება პირველი წევრი კარბინოლიდან. უნდა მივუთითოთ, რით არის მომხდარი ჩანაცვლება კარბინოლში. მაგალითად, CH_3-CH_2OH მეთილკარბინოლი. $CH_3-CH_2-CH_2OH$ ეთილკარბინოლი და ა.შ.

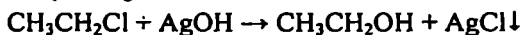
ჟენევის და IUPAC ნომენკლატურის მიხედვით ინომრება ყველაზე გრძელი ნახშირბადატომთა ჯაჭვი, დანომრვა დაიწყება იმ ბოლოდან, სადაც უფრო ახლოა ჰიდროქსილის ჯგუფი, შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების დაბოლოება "ი" იცვლება "ოლ"-ით და ციფრით მივუთითებთ ჰიდროქსილის მდებარეობას ჯაჭვში. მაგ, მეთანოლი, ეთანოლი, პროპანოლ-1, პროპანოლ-2 და ა.შ.

7.1.2. მიღების ხერხები

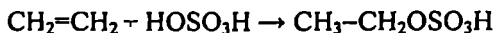
1. სპირტები მიიღებიან ჰალოგენალკილების ჰიდროლიზით, მაგრამ რეაქცია წყალთან მაღალ ტემპერატურაზე ძნელად მიმდინარეობს და თანაც შექცევადია



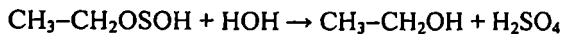
ტუტეების მოქმედებით ჰალოგენატომის შეცვლა ჰიდროქსილით სწრაფად მიმდინარეობს



2. სპირტები მიიღებიან ეთილენური ნახშირწყალბადების ჰიდრატაციით კატალიზატორების (H_2SO_4 , H_3PO_4 , $ZnCl_2$ და სხვა) თანაობით:

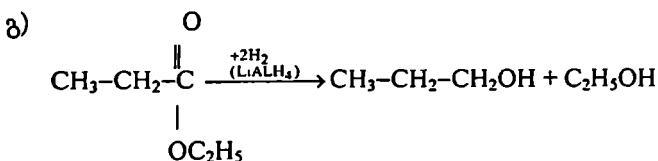
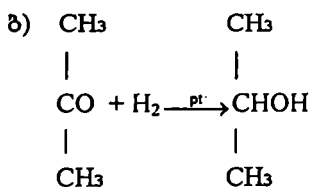
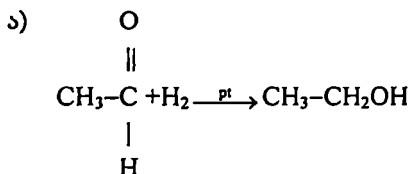


გოგირდმჟავათილის ეთერი



3. სპირტები მიიღებიან ალდეჰიდების, კეტონების, რთული ეთერების კატალიზური აღდგენით. ალდეჰიდები და რთული ეთერები აღდგენით იძლევიან პირველად სპირტებს, ხოლო კეტონები მეორეულ სპირტებს.

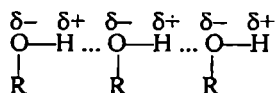
კატალიზატორებად იყენებენ pt, pd, Ni, LiAlH₄ ლითიუმალუმინ-ჰიდრიდი და სხვა.



7.1.3. ფიზიკური თვისებები

ერთატომიანი სპირტების დაბალი წარმომადგენლები C₁₀-მდე ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე სითხეებია, C₁₁-დან დაწყებული – მყარი ნივთიერებები. პირველი სამი წევრი წყალში კარგად იხსნება და აქვს ალკოჰოლის დამახასიათებელი სუნი. შემდეგი სპირტების ხსნადობა თანდათან კლებულობს C₄H₁₀ (ცუდად ხსნადია) და აქვთ არასასიამოვნო სუნი, ხოლო მაღალმოლეკულური სპირტები წყალ-

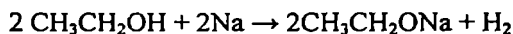
ში არ იხსნებიან, სუნი არ აქვთ, მათი სიმკვრივე 1-ზე ნაკლებია. დუ-
ლილისა და ლლობის ტემპერატურა შესაბამის ნახშირწყალბადებთან
და ჰალოგენალკილებთან შედარებით მაღალია და იზრდება ჰომო-
ლოგიური რიგის მასის ზრდასთან ერთად. ამასთან ნორმალური აღ-
ნაგობის სპირტების დუდილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდ-
რე იზოაღნაგობის. სპირტების ეს თვისებები აიხსნება ჰიდროქსი-
ლის ჯგუფის მაღალი პოლარობით. სპირტების მოლეკულები ასო-
ცირებულ მდგომარეობაში არიან, რაც აიხსნება წყალბადური ბმის
არსებობით, რომელიც წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა სპირტის
ჰიდროქსილის დადებითი წყალბადატომისა და მეორე მოლეკულა
სპირტის ჰიდროქსილის უარყოფითი მუხტის ხარჯზე.



7.1.4. ქიმიური თვისებები

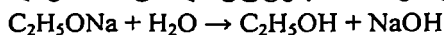
სპირტების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია
მათში არსებული ჰიდროქსილის ჯგუფით. რეაქციები ამ ჯგუფის
მონაწილეობით მიმდინარეობს O-H და C-O ბმის გაწყვეტით.

1. სპირტებს ახასიათებთ მჟავასა და ფუძის თვისებები. სპირ-
ტები, როგორც მჟავა ბუნების ნაერთები, რეაქციაში შედიან ძლიერ
ელექტროდადებით მეტალებთან (Na, K, Mg, Al) და წარმოქმნება შე-
საბამისი ალკოჰოლატი:



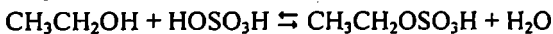
ნატრიუმეთილატი

ალკოჰოლატები ოდნავ შემჟავებული წყლის მოქმედებით იშ-
ლებიან, რის შედეგადაც სპირტი და ტუტე წარმოიქმნება

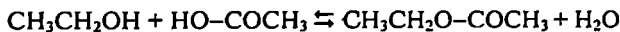


2. სპირტები შედიან რეაქციაში, როგორც მინერალურ მჟავებ-

თან, ასევე ორგანულ მჟავებთან და მიიღება რთული ეთერები:



გოგირდმჟავას ეთერი



ძმარმჟავათილის ეთერი, ეთილაცეტატი

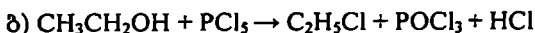
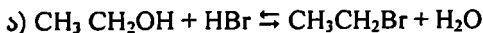
წყლის გამოყოფა ხდება სპირტის ჰიდროქსილის წყალბადისა და მჟავას ჰიდროქსილის ხარჯზე, რაც დამტკიცებულია ნიშანდებული ატომების გამოყენებით.

სპირტებისა და მჟავების ურთიერთქმედების რეაქციას, რომელიც მიმდინარეობს მარცხნიდან მარჯვნივ, ეწოდება ეთერიფიკაციის რეაქცია, ხოლო შეცქევადს კი - ჰიდროლიზის ანუ გასაპვნის რეაქცია. იმისათვის, რომ რეაქცია წარმართოთ მარცხნიდან მარჯვნივ, საჭიროა რეაქციის სფეროდან ჩამოვაცილოთ წყალი ან გავზარდოთ სარეაქციოდ აღებული ერთ-ერთი ნივთიერების რაოდენობა.

ორგანული მჟავებისა და სპირტების ურთიერთქმედებისათვის ხშირად იყენებენ გოგირდმჟავას ან რომელიმე სხვა წყალწამრთმევ საშუალებას.

3. ჰალოგენიდების წარმოქმნა.

სპირტების ჰიდროქსილის ჯგუფი შეიძლება ჩავანაცვლოთ ჰალოგენით. სპირტებზე ჰალოგენწყალბადმჟავას და ფოსფორის ჰალოგენიდების მოქმედებით:

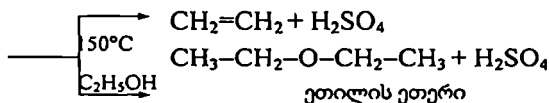
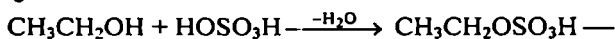


4. დეჰიდრატაცია.

სპირტებზე წყალწამრთმევი ნივთიერებების (H_2SO_4 , H_3PO_4 , $\text{COOH}-\text{COOH}$, CuSO_4 , Al_2O_3 , ZnCl_2 , ThO_2 და სხვა) მოქმედებით მოხდება დეჰიდრატაცია (წყლის გამოყოფა). იმის მიხედვით, თუ როგორ პირობებში ჩავატარებთ რეაქციას, დეჰიდრატაცია შეიძლება მოხდეს შიდამოლეკულური და მოლეკულათა შორის.

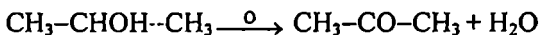
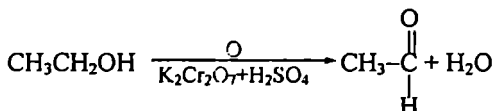
შიდამოლეკულური დეჰიდრატაციის დროს წარმოიქმნება ოლეფინი. თუ კატალიზატორად გოგირდმჟავას გამოვიყენებთ, მა-

შინ ჯერ წარმოიქმნება გოგირდმჟავათილის ეთერი, რომელიც გაცხელებით 150°C -ზე გამოყოფს გოგირდმჟავას და მიიღება ოლეფინი, უფრო დაბალ ტემპერატურაზე სპირტის შემთხვევაში მოხდება მოლეკულათაშორის წყლის გამოყოფა და მიიღება მარტივი ეთერი.



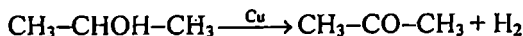
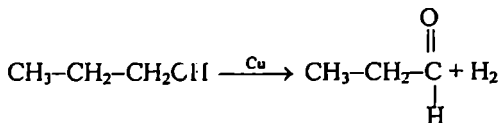
5. დაჟანგვა.

სპირტები იჟანგებიან ჰაერის ჟანგბადით კატალიზატორის თანაობით, აგრეთვე ისეთი ძლიერი დამჟანგველებით, როგორიცაა ქრომის ნარევი ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), კალიუმის პერმანგანატი და სხვ. პირველადი და მეორეული სპირტები წარმოქმნიან შესაბამისად ალდეჰიდებს და კეტონებს.



მესამეული სპირტები იჟანგებიან მწვანად.

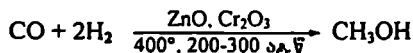
6. დეჰიდრირება. სპირტები $200-300^{\circ}\text{C}$ ისეთი კატალიზატორების თანდასწრებით, როგორიცაა Cu , Ag , Ni , Co და სხვ. განიცდიან დეჰიდრირებას (წყალბადის ნოხლეკას) და წარმოიქმნება პირველადი სპირტებიდან ალდეჰიდები, მეორეულიდან – კეტონები



სპირტების ცალკეული წარმომადგენლები:

მეთილის სპირტი, ხის სპირტი, მეთანოლი CH_3OH სამრეწველო

ძანძტაბით მიიღება ნახშირუანგის კატალიზური ჰიდრირებით, მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში.



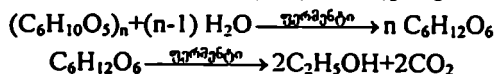
წინათ მას ლებულობდნენ მერქნის მშრალი გამოხდით, რისთვისაც მას დაერქვა ხის სპირტი.

იგი წარმოადგენს სუსტი სპირტის სუნის მქონე, გამჭვირვალე სითხეს, დუღს $64,7^\circ\text{C}$ -ზე. იგი არის კარგი ორგანული გამხსნელი, არის ძლიერ მომწამვლელი ნივთიერება. მისი მცირე დოზით მიღება იწვევს დაბრმავებას, ხოლო დიდი დოზა კი სიკვდილს.

მეთილის სპირტს დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს. მისგან ლებულობენ ფორმალდეჰიდს, იყენებენ მაალკილირებელ საშუალებად ორგანულ სინთეზში, საღებავების, ფარმაცევტული პრეპარატების და სხვა ნივთიერებების მისაღებად.

ეთილის სპირტი, ღვინის სპირტი, ეთანოლი $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. მრეწველობაში მას ლებულობენ ოთხი სხვადასხვა მეთოდით:

1. მიიღება სახამებლის შემცველი პროდუქტებიდან (კარტოფილი, სიმინდი, ხორბალი და სხვ). აღნიშნულ პროდუქტებში არსებულ სახამებელს სპეციალური ფერმენტების გავლენით გარდაქმნიან შაქრად, რომელიც შემდეგ შესაბამისი ფერმენტების მოქმედებით განიცდის სპირტულ დუღილს და მიიღება ეთილის სპირტი:



ამ გზით მიღებული ეთანოლი გამოიყენება სპირტიანი სასმელების დასამზადებლად.

2. მას დიდი რაოდენობით ლებულობენ ეთილენის კატალიზური ჰიდრატაციით (იხ.ალკენები).

3. აგრეთვე აცეტილენიდან კუჩეროვის რეაქციით. ამ დროს მიღებულ აცეტალდეჰიდს აღადგენენ სპირტად (იხ.ალკინები).

4. ეთანოლს დიდი რაოდენობით ლებულობენ მერქნის ნარჩენებიდან. მერქანში არსებული ცელულოზა სპეციალური ქიმიური და-

მუშავეებით გარდაიქმნება გლუკოზად. ეს უკანასკნელი კი სპირტული დუღილით გვამღევს ეთილის სპირტს.

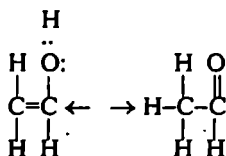
ქარხნებს, რომლებიც ღვინის სპირტს აწარმოებენ ხის ნარჩენები-საგან, ეწოდებათ ჰიდროლიზური ქარხნები, ხოლო ამ გზით მიღებული სპირტი ცნობილია ჰიდროლიზური სპირტის სახელწოდებით. ამ გზით მიღებულ სპირტს დიდი ეკონომიური ეფექტი აქვს.

ეთანოლი წარმოადგენს უფერო, სპირტებისათვის დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეს, დუღს 78°C -ზე, წყალს შეერევა ნებისმიერი პროპორციით. იწვის სუსტი, მნათი ალით.

ეთანოლს დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს. დიდი რაოდენობით იხარჯება დივინილის მისაღებად. აგრეთვე რიგი ორგანული ნაერთების: ძმარმჟავას, ქლოროფორმის, რთული ეთერების მისაღებად. გამოიყენება საღებარების, ფარმაცევტული პრეპარატების და საშხადებლად, პარფიუმერიაში და მრეწველობის სხვა დარგებში. გამოიყენება როგორც ორგანული გამხსნელი. არის კარგი ანტისეპტიკური ნითიერება.

7.2. უჯერი სპირტები

უჯერი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია ვინილის სპირტი $\text{CH}_2\text{-CHOH}$. მაგრამ იგი არამდგრადია, გამოყოფის მომენტში განიცდის შიდამოლექულურ გადაჯგუფებას (ელტეკოვის წესი) და გარდაიქმნება ძმრის ალდეჰიდად:



ენოლური ფორმა

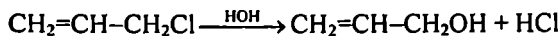
ალდეჰიდის ფორმა

მიუხედავად იმისა, რომ ვინილის სპირტი არამდგრადია, მისი ეთერები მდგრადი ნივთიერებები არიან და დიდი გამოყენება აქვთ

სამრეწველო მნიშვნელობის პოლიმერების მისაღებად (მაგალითად, პოლივინილაცეტატის და სხვა).

ეთილენური სპირტებიდან ყურადღებას იპყრობს ალილის სპირტი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ანუ პროპენოლი (ვინილკარბინოლი).

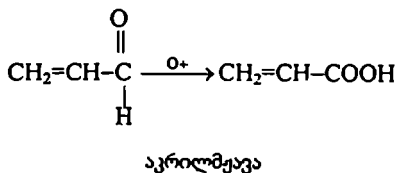
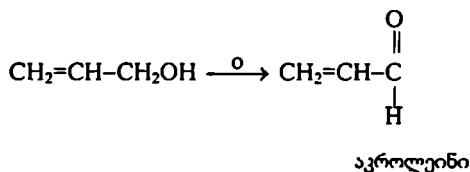
ალილის სპირტს ღებულობენ ალილქლორიდის ჰიდროლიზით



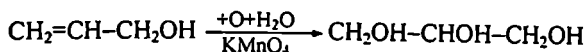
ალილის სპირტი უფრო არასასიამოვნო სუნის სითხეა, დუდილის ტემპერატურა $96,5^\circ\text{C}$. წყალს ერევა ნებისმიერი პროპორციით.

ალილის სპირტის ქიმიური თვისებები განპირობებულია ორმაგი ბმითა და ჰიდროქსილის ჯგუფით. იერთებს წყალბადს, მარტივ და რთულ ეთერებს, ჰიდროქსილი შეიძლება შეიცვალოს ჰალოგენით და სხვა.

ალილის სპირტზე დამჟანგველების მოქმედებით უჯერი ალდეჰიდი აკროლენი მიიღება, ხოლო შემდგომი დაჟანგვით აკრილმჟავა:

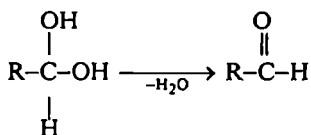


თუ დავეანგავთ პერმანგანატის ხსნარით, მიიღება გლიცერინი:

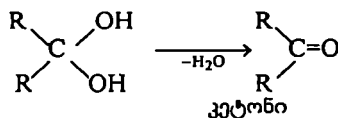


7.2.1. ორატომიანი სპირტები (გლიკოლები)

ორატომიანი სპირტები ანუ გლიკოლები მოლეკულაში შეიცავენ ორ ჰიდროქსილის ჯგუფს. საერთო ფორმულაა $C_nH_{2n}(OH)_2$. მაგრამ იზომერული ფორმულების გამოყვანის დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ ერთ ნახშირბადატომთან ერთზე მეტი ჰიდროქსილის არსებობა შეუძლებელია, რადგან ამ ტიპის ნაერთები ადვილად განიცდის დეჰიდრატაციას და გარდაიქმნება ალდეჰიდად ან კეტონად.



ალდეჰიდი



კეტონი

გლიკოლების უმარტივესი წარმომადგენელია ეთილენგლიკოლი $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$,

შემდეგი პროპილენგლიკოლი $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ და ა.შ.

ჰიდროქსილის ჯგუფების ადგილმდებარეობის მიხედვით არჩევენ α , β , γ და ა.შ. გლიკოლებს.

IUPAC ნომენკლატურის მიხედვით მათი სახელწოდება იწარმოება ალკანების სახელწოდებიდან დაბოლოება "ი"-ს "დიოლი"-ით შეცვლით და ციფრებით მივუთითებთ იმ ნახშირბადატომებს, რომელთანაც მდებარეობს ჰიდროქსილის ჯგუფები.

მაგალითად: $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ α -პროპილენგლიკოლი, 1,2-

პროპანდიოლი

$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ β -პროპანდიოლი

1,3-პროპანდიოლი

განვიხილოთ ბუთილ-გლიკოლის იზომერები

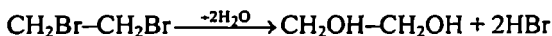
1. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ α -ბუტილენგლიკოლი
1,2-ბუტანდიოლი
2. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ β -ბუტილენგლიკოლი
1,3-ბუტანდიოლი

- | | |
|---|--|
| 3. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ | γ -ბუტილენგლიკოლი
1,4-ბუტანდიოლი |
| 4. $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ | ფსევდობუტილენგლიკოლი
2,3-ბუტანდიოლი |
| 5. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COH}-\text{CH}_3$
CH_3- | α -იზობუტილენგლიკოლი
2-მეთილ-1,2-პროპანდიოლი |
| 6. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$
CH_3 | β -იზობუტილენგლიკოლი
2-მეთილ-1,3-პროპანდიოლი |

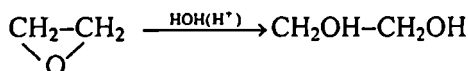
7.2.1.1. გლიკოლების მიღება

გლიკოლები მიიღებიან ყველა იმ მეთოდებით, რომელიც ერთატომიანი სპირტებისათვის არის ცნობილი, მხოლოდ სინთეზისათვის აღებული საწყისი ნაერთები ორ ფუნქციონალურ ჯგუფს უნდა შეიცავდეს

1. მიიღებიან დიჰალოგენნაწარმების ჰიდროლიზით, ტუტე არეში:



2. ეპოქსინაერთების ჰიდრატაციით:



ეთილენის ჟანგი

3. ოლეფინების დაჟანგვით განზავებული პერმანგანატის ხსნარით (ვაგნერის რეაქცია).

7.2.1.2. ფიზიკური თვისებები

გლიკოლების დაბალი წევრები არიან უსუნო, სქელი სითხეები. აქვთ ტკბილი გემო (ბერძ. გლიკუს-ტკბილი). წყალში კარგად იხ-

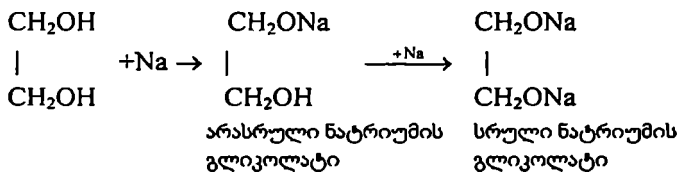
სნებიან. მაღალი წევრები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს, წყალში მცირედ იხსნებიან.

მოლეკულაში ორი ჰიდროქსილის შემცველობის გამო დუდილის ტემპერატურა ერთატომიან სპირტებთან შედარებით ძლიერ იზრდება. მაგალითად, ეთილენგლიკოლი დუღს $197,2^{\circ}\text{C}$ -ზე. სიმკვრივე 1-ზე მეტია.

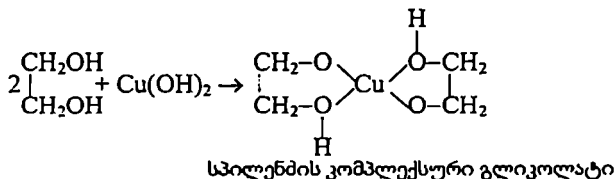
7.2.1.3. ქიმიური თვისებები

გლიკოლებს ახასიათებს ერთატომიანი სპირტების ანალოგიური ქიმიური თვისებები იმ განსხვავებით, რომ გლიკოლის ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი რეაქციებში შეიძლება შევიდეს ერთდროულად ან ცალ-ცალკე.

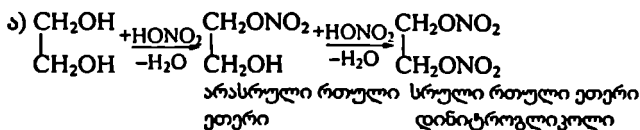
1. გლიკოლები ტუტე მეტალებთან იძლევიან არასრულ და სრულ გლიკოლატებს:



ისინი, განსხვავებით ერთატომიანი სპირტებისაგან, რეაქციაში შედიან ზოგიერთ მეტალის ჰიდროქსიდთან კომპლექსური გლიკოლატის წარმოქმნით:

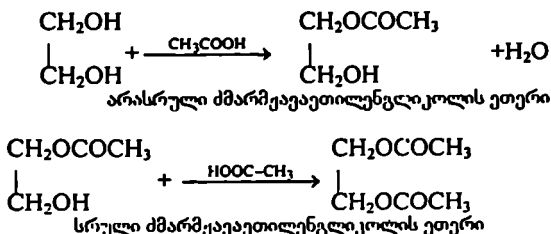


2. რეაქციაში შედიან როგორც არაორგანულ, ისე ორგანულ მჟავებთან, წარმოქმნიან არასრულ და სრულ რთულ ეთერებს:

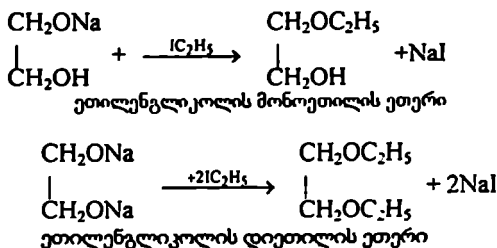


დინიტროგლიკოლი გამოიყენება ფეთქებადი ნივთიერებების დასამზადებლად, ტრინიტროგლიცერინის შესაცვლელად.

ბ) ორგანული მჟავას მოქმედება:



3. მარტივი ეთერის წარმოქმნა:

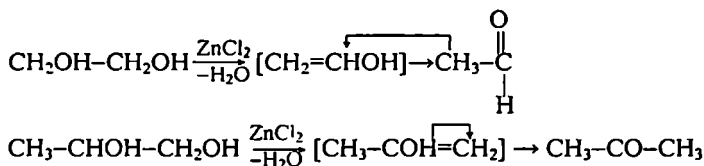


ეთილენგლიკოლის არასრული ეთილის ეთერი არის ნიტროლაქების, პიროქსილინის, აცეტატური ბოჭკოსა და, საერთოდ, ცელულოზის სხვა ნაწარმთა კარგი გამხსნელი.

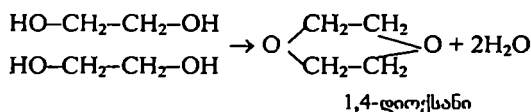
4. დეჰიდრატაცია. რეაქციის პირობების მიხედვით გლიკოლების დეჰიდრატაცია შეიძლება მოხდეს ა) ან ორივე ჰიდროქსილის ჯგუფის ხარჯზე – წყლის მოლეკულური გამოყოფა, ბ) ან გლიკოლის ორი ან რამდენიმე მოლეკულის ჰიდროქსილის ჯგუფის ხარჯზე – წყლის მოლეკულათაშორისი გამოყოფა.

ა) თუ გლიკოლებს გავაცხელებთ მჟავების, თუთიის ქლორი-

დის და სხვათა მონაწილეობით ხდება შიდამოლეკულური დეჰიდრატაცია. ამ დროს ალდეჰიდები ან კეტონები წარმოიქმნება:



ბ) ეთილენგლიკოლის მცირე რაოდენობის გოგირდმჟავასთან გაცხელებით ხდება მოლეკულათაშორისი დეჰიდრატაცია და წარმოიქმნება 1,4-დიოქსანი (ა.ფავორსკი):



დიოქსანი სითხეა, წყალში კარგად იხსნება. გამოიყენება როგორც გამხსნელი ცელულოზის ეთერების, ზეთების, ცხიმების, დიოქსანი მომწამვლეა. შენახვის დროს წარმოქმნის ფეთქებად ზეჟანგს.

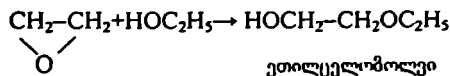
ორატომიანი სპირტებიდან ყველაზე უფრო დიდ ყურადღებას იპყრობს ეთილენგლიკოლი.

იგი გამოიყენება ანტიფრიზების (გაუყინავი ხსნარების) დასამზადებლად. ეთილენგლიკოლი ჰიგროსკოპულია და ამ თვისების გამო იყენებენ სასტამბო და მოსაჩრთი საღებარების დასამზადებლად. გამოყენებულია სინთეზური ბოჭკოს ლავსანის მისაღებად. ეთილენგლიკოლაზოტმჟავას სრული ეთერი ძლიერ ფეთქებადია და ამზადებენ მისგან დინამიტს. ეთილენგლიკოლი საწამლაია.

ეთილენგლიკოლის მონოეთილის ეთერი, ეთილცელოზოლოვი.

ეთილენის ოქსიდი წარმოადგენს რეაქციისუნარიან სითხეს. იგი არამდგრადი ციკლური ნაერთია. ყველა რეაქცია, რომელზეც დაკავშირებულია ეთილენის ოქსიდის მიერთებასთან, იწვევს ბმის გახ-

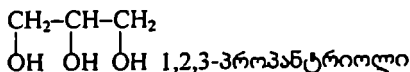
ლერვას. ასე ხდება მაგალითად ეთილენის ოქსიდთან ეთანოლის მიერთება და ეთილენგლიკოლის მონოეთილის ეთერის ანუ ეთილცელოზოლოვის მიღება:



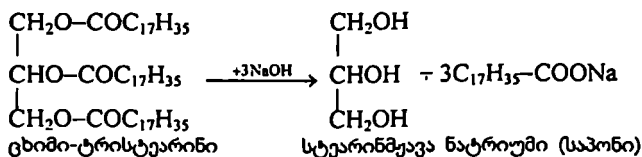
ეთილცელოზოლი წარმოადგენს ძვირფას გამხსნელს ნიტრო და აცეტილცელოზისათვის, აგრეთვე ბუნებრივი და სინთეზური პოლიმერების, ლაქების და ემალებისათვის. გამოყენებულია ხის გასაჟღენტად და ლაქის ფენის მოსაცილებლად.

7.2.2. სამატომიანი სპირტები

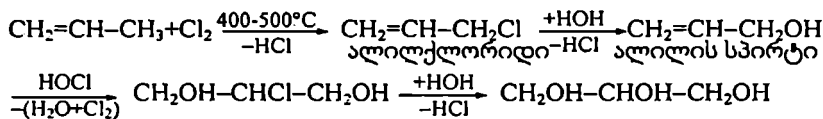
სამატომიანი სპირტები თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ სამ ჰიდროქსილის ჯგუფს. უმარტივესი წარმომადგენელია გლიცერინი



გლიცერინი შედის ცხიმებისა და ზეთების მოლეკულის შემადგენლობაში. იგი მიიღება ცხიმების ჰიდროლიზით (გასაპვნა) ჰიდროლიზს ახდენენ მჟავების, ტუტეების ან ფერმენტების (ლიპაზა) მოქმედებით:



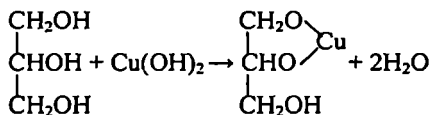
გლიცერინი სინთეზურად მიიღება პროპილენიდან. უკანასკნელი კი მიიღება ნავთობის კრეკინგით.



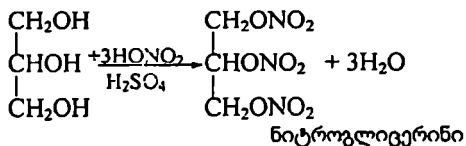
ფიზიკური თვისებები. გლიცერინი არის უფერო ტკბილი გემოს სიროფისებრი სითხე. ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში და სპირტში, არ იხსნება ეთერში. დუღს 290°C -ზე, ღღვება $+17^\circ\text{C}$ -ზე.

ქიმიური თვისებები. გლიცერინის ქიმიურ თვისებებს განაპირობებს სამი ჰიდროქსილის არსებობა მოლეკულაში. იგი უფრო მეტ მჟაურ ბუნებას ამჟღავნებს, ვიდრე ერთატომიანი სპირტები.

1. როგორც ტუტე მეტალების, ასევე მეტალთა ჰიდროქსიდების მოქმედებით წარმოქმნის არასრულ და სრულ გლიცერატებს. მაგალითად, გლიცერინისა და სპილენძის ჰიდროქსიდის ურთიერთქმედებით მიიღება ლურჯი ხსნარი სპილენძის გლიცერატი (ეს არის თვისებითი რეაქცია მრავალატომიანი სპირტებისათვის):



2. გლიცერინზე მინერალური და ორგანული მჟავების მოქმედებით მიიღება არასრული და სრული მარტივი და რთული ეთერები. დიდი ტექნიკური მნიშვნელობა აქვს აზოტმჟავას სრულ ეთერს ტრინიტროგლიცერინს. იგი მიიღება გლიცერინზე მანიტრირებელი ნარევის მოქმედებით (კონცენტრირებული გოგირდმჟავასა და აზოტმჟავას ნარევი):

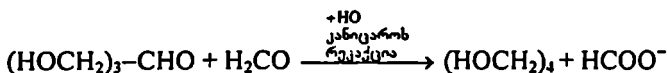


ნიტროგლიცერინი არის მოყვითალო ზეთისებური სითხე. წყალში არ იხსნება. სპირტში კარგად იხსნება. მისი ორთქლი მომწამვლელია, გახურებით ან დარტყმით ძლიერ ფეთქდება. გამოიყენება დინამიტის წარმოებაში.

გლიცერინი დიდი რაოდენობით გამოიყენება კვების მრეწველობაში სხვადასხვა სახის ლიქიორების, საკონდიტრო ნაწარმის და სამზადებლად. მისგან ამზადებენ სხვადასხვა სახის კანზე საცხებ მაღამოებსა და მედიკამენტებს, პლასტიკურ მასებს, ფეთქებად ნივთიერებებს, ლაქებს, იყენებენ როგორც ანტიფრიზსა და სხვ.

7.2.3. ოთხატომიანი სპირტი – პენტაერიტრიტი

ფორმალდეჰიდს ტუტეების თანხლებით შეუძლია კონდენსირება სხვა ალდეჰიდებთან და მრავალატომიანი სპირტების წარმოქმნა. ფორმალდეჰიდის ასეთი კონდენსაციით ძმრის ალდეჰიდთან ღებულობენ ოთხატომიან სპირტს – პენტაერიტრიტს $C(CH_2OH)_4$

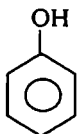


პენტაერიტრიტი გამოიყენება ფისების და ძლიერ ფეთქებადი ნივთიერების – ტეტრანიტროპენტაერიტრიტის - $C(CH_2ONO_2)_4$ მისაღებად.

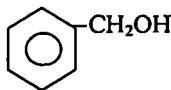
თავი VIII

8.1. არომატული ოქსინაერთები

არომატული ოქსინაერთები იყოფა ორ ჯგუფად. ფენოლები და არომატული სპირტები. ფენოლში ჰიდროქსილის ჯგუფი დაკავშირებულია უშუალოდ არომატულ ბირთვთან Ar-OH , ხოლო არომატული სპირტები ჰიდროქსილის ჯგუფს შეიცავენ გვერდითა ჯაჭვში $\text{Ar-CH}_2\text{OH}$



ფენოლი

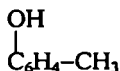


ბენზილის სპირტი

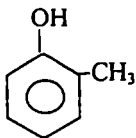
იმის მიხედვით, თუ რამდენი ჰიდროქსილის ჯგუფია დაკავშირებული არომატულ ბირთვთან, ანსხვავებენ ერთატომიან, ორატომიან და ა.შ. მრავალატომიან ფენოლებს.

8.2. ერთატომიანი ფენოლები

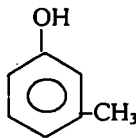
ერთატომიანი ფენოლების უმარტივესი წარმომადგენელია ფენოლი ანუ კარბოლის მჟავა, სისტემატური ნომენკლატურით უწოდებენ ოქსიბენზოლს. ერთატომიანი ფენოლების შემდეგი წევრია კრეზოლი



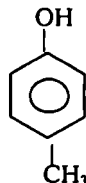
რომელიც არსებობს სამი იზომერის სახით: ო.მ.პ.



ო-კრეზოლი
2-მეთილფენოლი



მ-კრეზოლი
3-მეთილფენოლი



პ-კრეზოლი
4-მეთილფენოლი

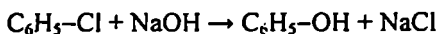
ფენოლების მიღება. ერთატომიანი ფენოლები მიიღებიან ქვანახშირის კუპრის ზეთის ანუ კარბოლის ზეთის ფრაქციიდან. ამ ფრაქციას ჯერ ამუშავებენ ტუტით, რის შედეგადაც ფენოლი გადაყავთ ფენოლატში, შემდეგ ამუშავებენ გოგირდმჟავით და ღებულობენ თავისუფალ ფენოლს. უკანასკნელს მინარევებისაგან გასუფთავების მიზნით გამოხდიან და მიიღება სუფთა ფენოლი.

ფენოლების მიღების რამდენიმე სინთეზური მეთოდი არსებობს, ზოგიერთ მათგანს სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს. გარკვეულ ინტერესს იმსახურებს შემდეგი მეთოდები:

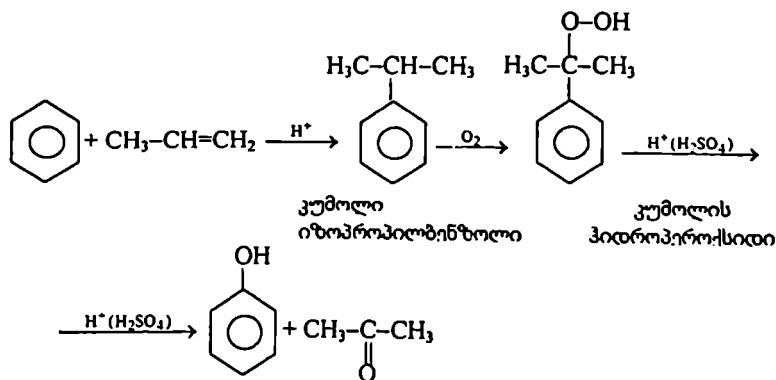
1. სულფომჟავების მარილების შელღობა ტუტეებთან (ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია)



2. არომატული ჰალოგენაწარმების ჰიდროლიზის რეაქცია მიმდინარეობს ძლიერი ტუტეების მოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე (340°C) და მაღალი წნევის (200ატ.წ.) ქვეშ



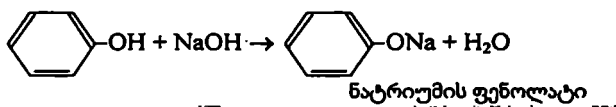
3. დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ფენოლის მიღებას კუმოლის დაჟანგვით. ჯერ ანხორციელებენ ბენზოლის ალკილირებას პროპილენით (ფრიდელ-კრაფტის რეაქცია) და ღებულობენ კუმოლს (იზოპროპილბენზოლი), რომელზეც მოქმედებენ ჟანგბადით (ფუძე კატალიზატორის თანაობით) და გარდაქმნიან კუმოლის ჰიდროპეროქსიდად. უკანასკნელი გოგირდმჟავას მოქმედებით გარდაიქმნება ფენოლად და აცეტონად:



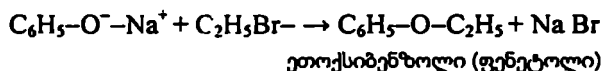
ფიზიკური თვისებები. ფენოლები წარმოადგენენ სპეციფიკური სუნის კრისტალურ ნივთიერებებს, წყალში ძნელად იხსნებიან, კარგად იხსნებიან სპირტში, ეთერსა და ბენზოლში. აქვთ უფრო მაღალი დუდილისა და ლღობის ტემპერატურა ნაჯერ და ალიციკლურ სპირტებთან შედარებით.

ქიმიური თვისებები. ფენოლის ქიმიური თვისებები განპირობებულია მისი ქიმიური აგებულებით.

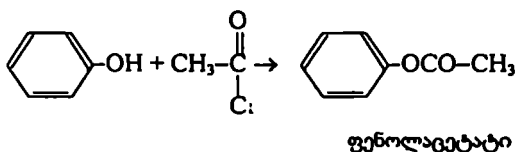
1. სპირტებისაგან განსხვავებით ფენოლის მჟაური ბუნება ვლინდება ტუტეებთან ურთიერთქმედების დროს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ალკოჰოლატის მსგავსი ნივთიერება, რომელსაც ფენოლატი ეწოდება.



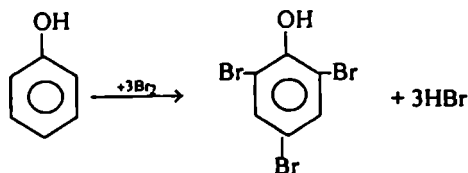
2. ალკილირება. ფენოლები ფენოლატ-იონების სახით ადვილად შედიან რეაქციაში ალკიჰალოგენიდებთან და იძლევიან მარტივ ეთერებს.



3. აცილირება. ფენოლები კარბომჟავების ანჰიდრიდების ან ჰალოგენანჰიდრიდების მოქმედებით მიიღებიან რთული ეთერები:

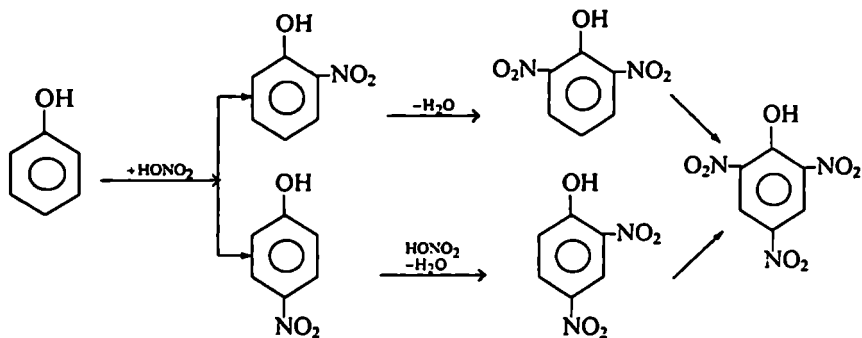


4. ჰალოგენირება. ფენოლის ჰალოგენირება შესაძლებელია ახლად მომზადებული ბრომიანი წყლით. ბრომირების საბოლოო პროდუქტია ტრიბრომფენოლი, თეთრი ფერის ამორფული ნალექი, რომელიც თვისებრივ რეაქციას წარმოადგენს:



2,4,6-ტრიბრომფენოლი

5. ნიტრირება. ფენოლის ნიტრირება გაცილებით უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლისა. ამ შემთხვევაში ნიტრირება ხორციელდება განზავებული აზოტმჟავის მოქმედებით და მიიღება ო- და პ-ნიტროფენოლების ნარევი, რომელშიც ჭარბობს ო-იზომერი. შემდგომი ნიტრირება ხდება კონცენტრირებული აზოტმჟავას მოქმედებით და მიიღება დი- და ტრინიტროფენოლი (პიკრინმჟავა)

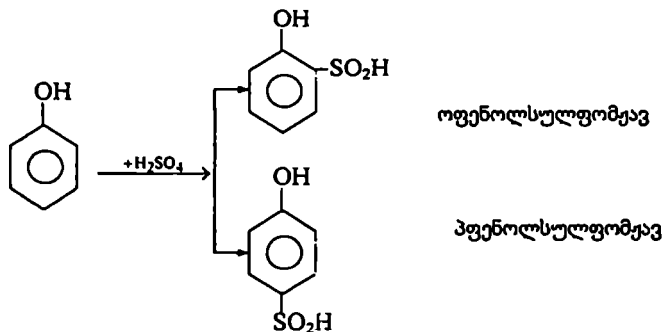


2,4,6-ტრინიტროფენოლი
(პიკრინმჟავა)

პიკრინმჟავა წარმოადგენს მკრთალ-ყვითელ, ბზინვარე კრისტალებს, გახურებით ან დარტყმით ფეთქდება, ძლიერი მჟავაა, გაუფრთხილებელი ხმარებით იწვევს კანის ეგზემისმაგვარ დაავადებას.

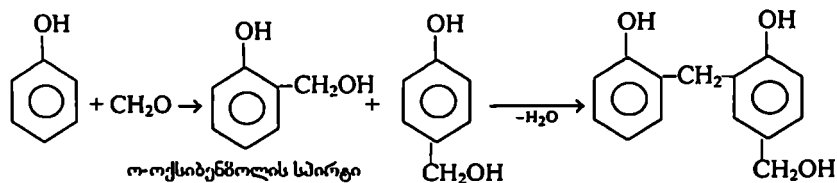
6. სულფირება. ფენოლის სულფირების რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ო- და პ-ფენოლსულფომჟავები, ოთახის ტემპერატურაზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით მიიღება

ო-ფენოლსულფომეცა, ხოლო 100°C-ზე მისი პ-იზომერი.

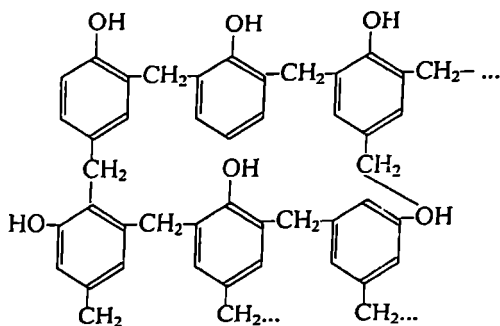


როგორც ჰალოგენფენოლები, ისე სულფო- და ნიტროფენოლები გამოიყენება შუალედი პროდუქტის სახით სხვადასხვა დიფუნქციონალური ნაერთების მისაღებად.

7. კონდენსაციის რეაქციები. ფენოლი მყავე ან ტუტე კატალიზატორების თანაობისას შედის კონდენსაციის რეაქციაში ფორმალდეჰიდთან ო- და პ-მდებარეობაში. ამ რეაქციას აქვს მეტად დიდი მნიშვნელობა, რადგან საფუძვლად უდევს პლასტიკური მასის ბაკელიტის წარმოებას. კონდენსაციის საწყის სტადიაზე ო- და პ-ოქსიბენზოლის სპირტი წარმოიქმნება



შემდეგ ფორმალდეჰიდის მოქმედებით ჯაჭვი იზრდება და ოქსიბენზოლური სპირტების პოლიკონდენსაციის საფეხუროვანი პროცესის შედეგად რთული სტრუქტურის - ფენოლფორმალდეჰიდური ფისები მიიღება, რომლის ფრაგმენტი წარმოდგენილია ქვემოთ:



იმის მიხედვით, თუ როგორია სარეაქციო არე (pH), ფორმალდეჰიდისა და ფენოლის მოლური შეფარდება, სხვადასხვა სახის ფისი მიიღება.

ფენოლფორმალდეჰიდური ფისები ძალიან იაფია და დიდი გამოყენება აქვთ ტექნიკაში. მისგან ამზადებენ თერმორეაქტიულ პლასტმასებს, კომპოზიციურ მასალებს და სხვ.

ცალკეული წარმომადგენლები. ფენოლი (ოქსიბენზოლი, კარბოლის მჟავა). იგი წარმომადგენს უფრო ნემსისებურ კრისტალებს, აქვს დამახასიათებელი სუნი. მას ღებულობენ როგორც ქვანახშირის კუპრიდან, ასევე სინთეზური გზით. წყალში იხსნება, მაგრამ უფრო კარგად იხსნება სპირტსა და ეთერში. ფენოლი იწვევს კანის ქსოვილის დაზიანებას. იგი საწამლაია, მისი ორთქლის ხანგრძლივად ჩასუნთქვა იწვევს ნერვული სისტემის დაზიანებას.

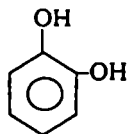
ფენოლს ახასიათებს ანტისეპტიკური და სადეზინფექციო თვისებები, ფენოლის 5%-იანი წყალხსნარი გამოყენებულია როგორც სადეზინფექციო საშუალება. იგი დიდი რაოდენობით გამოიყენება პლასტიკური მასების, საღებარების, ფეთქებადი ნივთიერების (პიკრინმჟავის), სალიცილის პრეპარატების და სხვათა მისაღებად.

კრეზოლები. ო-, მ- და პ- კრეზოლები ტექნიკაში დიდი რაოდენობით მიიღება ქვანახშირის კუპრიდან, კრეზოლებს ფენოლის მსგავსად ახასიათებთ სადეზინფექციო თვისებები. მაგალითად, დი-

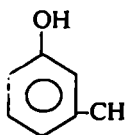
ზოლი, რომელიც საუკეთესო სადუზინფექციო საშუალებას წარმოადგენს, არის ო-, მ- და პ- კრეზოლებისა და საპნის წყალხსნარის ნარევი. კრეზოლები გამოყენებული არიან პლასტიკური მასების, ანტიოქსიდანტების (დაჟანგვის ინჰიბიტორები) და სხვა ნივთიერებათა მისაღებად.

8.3. ორატომიანი ფენოლები

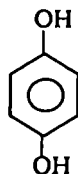
ისინი შეიცავენ ორ ჰიდროქსილის ჯგუფს ბენზოლის ბირთვში. არსებობენ სამი იზომერის სახით (ო, მ და პ):



ო-დიოქსიბენზოლი
პიროკატეჟინი



მ- დიოქსიბენზოლი
რეზორცინი



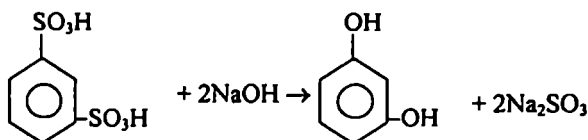
პ- დიოქსიბენზოლი
ჰიდროჟინონი

იხმარება ტრივიალური სახელწოდებაც პიროკატეჟინი, რეზორცინი, ჰიდროჟინონი.

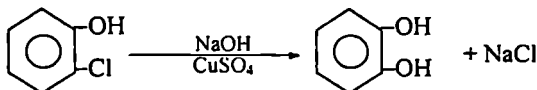
ზოგიერთი ორატომიანი ფენოლები ნაწარმების ახით გვხვდება მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში, მთრიმლავ ნივთიერებებსა და ფისებში.

მიღება.

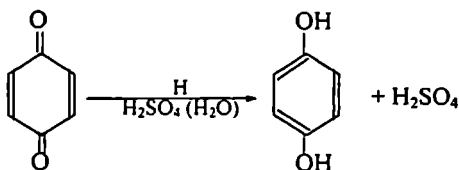
1. ორატომიანი ფენოლები მიიღებიან ბენზოლსულფომჟავების მარილების ტუტეებთან შეღებობით:



2. დიქლორბენზოლზე ან ქლორფენოლზე ტუტის მოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე (200°C) კატალიზატორის – სპილენძის სულფატის თანაობით (ნუკლეოფილური ჩანაცვლება) მიიღება ორატომიანი ფენოლები:



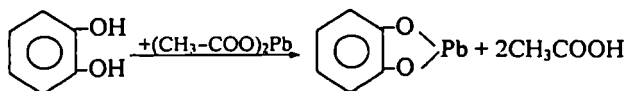
3. ორატომიანი ფენოლები (ო, მ და პ-იზომერი) წარმოიქმნებიან შესაბამისი ქინონების აღდგენით, აღმდგენლად იყენებენ გოგირდოვან მჟავას ან რკინას



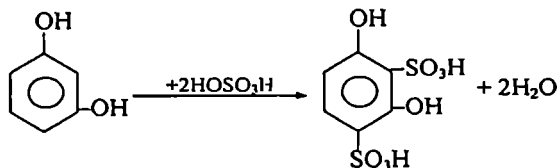
ფიზიკური თვისებები. ორატომიანი ფენოლები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს. ო, მ და პ-იზომერი წყალში კარგად იხსნება. ჰაერზე ადვილად იჟანგებიან და ღებულობენ მუქ ფერს.

ქიმიური თვისებები. ორატომიანი ფენოლების ქიმიური თვისებები იგივეა, რაც ერთატომიანი ფენოლებისა, მაგრამ ამასთან მათ ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები, რომლითაც განსხვავდებიან ერთატომიანი ფენოლებისაგან.

1. ერთატომიანი ფენოლები უფრო ძლიერი მჟავური ბუნებით ხასიათდებიან, ვიდრე ერთატომიანი ფენოლები. ისინი იძლევიან მარილებს, არა მარტო მეტალებთან, არამედ ზოგიერთ მძიმე მეტალებთანაც. მაგალითად, პიროკატეჩინზე ტყვიის აცეტატის მოქმედებით წარმოიქმნება წყალში უხსნადი ტყვიის მარილი:

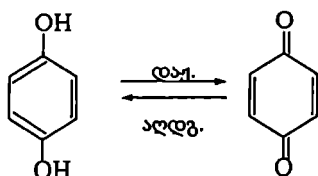


ჰიდროქსილის არსებობის გამო მსუბუქ პირობებში მიმდინარეობს სულფირებისა და ნიტრირების რეაქციები:



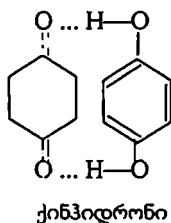
რეზორცინისულფომჰევა

ორატომიანი ფენოლები იჟანგებიან. ჰიდროქინონი გაცილებით უფრო ადვილად იჟანგება, ვიდრე პიროკატეჟინი და რეზორცინი. ჰიდროქინონის დაჟანგვა შეიძლება განხორციელდეს FeCl_3 ან ზოგიერთი დამჟანგავის მოქმედებით.

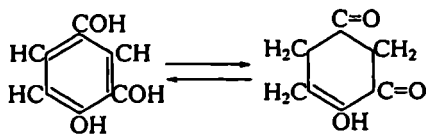


ამ რეაქციის დროს ადგილი აქვს ორმაგი ბმების გადაჯგუფებას. ეს მოვლენა ცნობილი ქინოიდური გადაჯგუფების სახელწოდებით.

ქინონების აღდგენით მიიღებიან ჰიდროქინონები. ამ პროცესის დროს, როგორც რეაქციის შუალედური პროდუქტები წარმოიქმნებიან შეფერილი კომპლექსები. მაგალითად ჰიდროქინონის აღდგენის დროს წარმოიქმნება ქინჰიდრონი



რეზორცინი არსებობს კეტონოლური ტაუტომერიის სახით:



ენოლური ფორმა

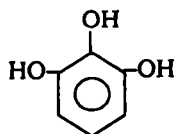
კეტონური ფორმა

ორატომიანი ფენოლები განსაკუთრებით პიროკატეჟინი, ჰიდროქინონი ფართოდ გამოიყენება ფოტოგრაფიაში, როგორც გამამჟღავნებელი.

რეზორცინი ნაკლებად შხამიანია, ვიდრე პიროკატეჟინი და ჰიდროქინონი. იგი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც ანტისეპტიკური საშუალება. დიდი რაოდენობით მას იყენებენ საღებარების მისაღებად.

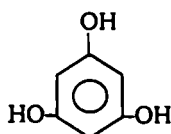
8.4. სამატომიანი ფენოლები

სამატომიანი ფენოლები გვხვდება სამი იზომერის სახით:



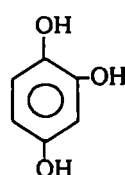
პიროგალოლი

1,2,3-ტრიოქსიბენზოლი



ფლოროგლუცინი

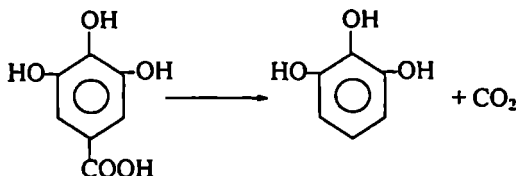
1,3,5-ტრიოქსიბენზოლი



ოქსიჰიდროქინონი

1,2,4-ტრიოქსიბენზოლი

პიროგალოლი მიიღება გალის მჟავას დეკარბოქსილირებით



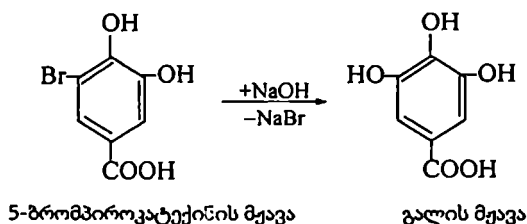
სამატომიანი ფენოლები კრისტალური ნივთიერებებია. წყალში კარგად იხსნებიან (ფლოროგლუცინი მცირე რაოდენობით იხსნება) რკინის ქლორიდთან პიროგალოლი გვამლევს წითელ ფერს, ოქსი-ჰიდროქინონი – მოყავისფრო-მწვანე ფერს, ფლოროგლუცინი კი ღია ლურჯ-იისფერს.

პიროგალოლი არის ძლიერი აღმდგენელი, მას იყენებენ აირე-ბის ანალიზის დროს როგორც ჟანგბადის მშთანთქმელს. იგი გამოიყენება აგრეთვე ფოტოგრაფიასა და საღებარების წარმოებაში. ოქსი-ჰიდროქინონს იყენებენ აირების ანალიზის დროს.

ფლოროგლუცინი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში რთული ნაერთების სახით. იგი შედის მრავალი ბუნებრივი საღებარების – ფლავონისა და ანტოციანის შემადგენლობაში.

8.5. ტანინები. გალის მჟავა

ამ ნივთიერებებიდან ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია გალის მჟავა. იგი თავისუფალი ან დიგალის მჟავის და გლუკოზიდების სახით შედის სხვადასხვა მთრიშლავი ნივთიერებების შემადგენლობაში (მელნის მარცვლები, ჩაის ფოთლები, მუხის ქერქი, ბროწეულის ხის ფესვები და ა.შ.) მისი მიღება შეიძლება პიროკატექინის მჟავის ჰალოგენნაწარმის ტუტესთან შელღობით:



გალის მჟავა – კრისტალური ნივთიერებაა, აქვს ძლიერი აღმდგენლობითი უნარი.

ჩინური ტანინი წარმოადგენს გლუკოზის ეთერის, დიგალის

და გალის მჟავების ნარევს. ე.ფიშერმა შეძლო მიეღო გლუკოზიდან და გალის მჟავებიდან პენტატეტერი, რომელსაც გააჩნდა ტანინის ყველა ძირითადი თვისებები.

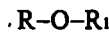
ტანინები გამოიყენება ტყავის გამოყვანისათვის (ტყავის თრიმვლა) და ქსოვილების შეღებვისას.

8.6. მარტივი ეთერები

მარტივი ეთერები ისეთ ნაერთებს ეწოდება, რომლებშიც ორი ნახშირწყალბადის რადიკალი, ჟანგბადის საშუალებითაა შეკავშირებული, ან ისინი შეიძლება განვიხილოთ როგორც სპირტი, რომლის ჰიდროქსილის H ატომი შეცვლილია რადიკალით. რადიკალები შეიძლება იყოს ერთნაირი, მათ სიმეტრიული მარტივი ეთერი ეწოდება, თუ სხვადასხვა რადიკალებს შეიცავს არასიმეტრიულ (შერეულს) ეთერებს უწოდებენ.



სიმეტრიული

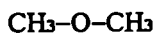


არასიმეტრიული

8.6.1. იზომერია, ნომენკლატურა

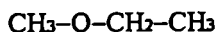
მარტივი ეთერები ერთატომიანი სპირტების იზომერებს წარმოადგენენ, მათი საერთო ფორმულაა $C_nH_{2n+2}O$

როგორც ზოგადი ფორმულიდან ჩანს, მარტივ ეთერებში იზომერიას და ნომენკლატურას განსაზღვრავს ალკილები:

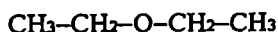


დიმეთილეთერი, მეთილის ეთერი

მეთოქსიმეთანი (სისტ.ნომენკლატურა)



მეთილეთილეთერი, მეთოქსიეთანი

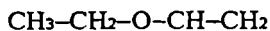


დიეთილეთერი, ეთილის ეთერი,

ეთოქსიეთანი



ეთილპროპილეთერი,

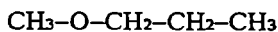


1-ეთოქსიპროპანი

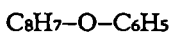
ეთილიზოპროპილეთერი,

2-ეთოქსიიზოპროპანი და ა.შ.

ეთერების ტრივიალური სახელწოდება რადიკალების სახელებიდან იწარმოება, ეთერის მიმატებით სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით ყველაზე გრძელი ნახშირწყალბადის რადიკალის სახელს ემატება პრეფიქსი ალკოქსი ($\text{R}-\text{O}-$), ხოლო ფენილის ეთერებისათვის არილოქსიჯგუფის ($\text{Ar}-\text{O}-$) სახელი მაგალითად:

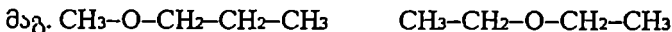


მეთოქსიპროპანი

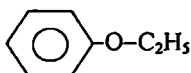


ფენოქსიოქტანი

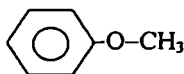
მარტივი ეთერებისათვის, გარდა ჩვეულებრივი იზომერიისა, განსაკუთრებული სახის სტრუქტურული იზომერიაც არის შესაძლებელი, რომელიც მეტამერიის სახელით არის ცნობილი. მეტამერები ისეთ იზომერულ ეთერებს ეწოდებათ, რომლებიც ერთი მეორისაგან მოლეკულაში ჟანგბადის მდებარეობით განსხვავდებიან.



ფენოლების მარტივი ეთერები:



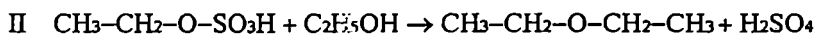
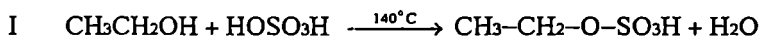
ფენეტოლი



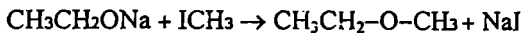
ანიზოლი

8.6.2. მარტივი ეთერების მიღების მეთოდები

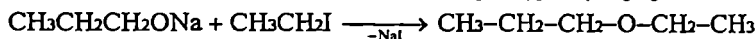
1. მარტივი ეთერები მიიღებიან 2 მოლეკულა სპირტიდან 1 მოლეკულა წყლის გაცლით



2. მარტივი ეთერები მიიღებიან ალკოჰოლატებზე ალკილების მოქმედებით (ვილიამსონის რეაქცია).

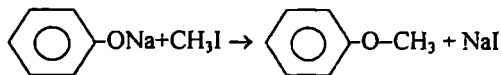


მეთილეთილის ეთერი



ეთილპროპილის ეთერი

ფენოლების მარტივი ეთერები შეიძლება მივიღოთ ფენოლატების ალკილირებით:



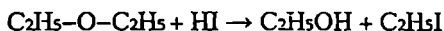
8.6.3. ფიზიკური თვისებები

ეთერების პირველი ორი წევრი (მეთილის ეთერი და მეთილეთილის ეთერი) გაზია, დანარჩენი სითხეებია. წყალში ცუდად იხსნებიან, სიმკვრივე 1-ზე ნაკლებია, აქვთ სასიამოვნო სუნი. მათი დუღილის ტემპერატურა დაბალია შესაბამის სპირტებზე. მაგალითად, ეთილის სპირტი $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ დუღს 78°C . მეთილის ეთერი $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ დუღს 24°C -ზე, ხოლო ეთილის ეთერი 25°C -ზე. ეს აიხსნება იმით, რომ მარტივი ეთერის მოლეკულები იმყოფებიან არაასოცირებულ მდგომარეობაში, ე.ი. მათ წყალბადური ბმა არ ახასიათებთ.

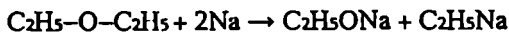
8.6.4. ქიმიური თვისებები

მარტივი ეთერები სპირტებთან შედარებით ნაკლები რეაქციის უნარიანობით ხასიათდებიან. ისინი განზავებულ მინერალურ მჟავებთან და ტუტეებთან გაცხელებით არ ჰიდროლიზდებიან (რთული ეთერებისაგან განსხვავებით).

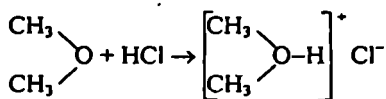
1. დამახასიათებელია იოდწყალბადმჟავას მოქმედება ეთერებზე, ამ შემთხვევაში ხდება მოლეკულის გახლეჩა და მიიღება სპირტი და იოდალკილი



2. მარტივი ეთერები მეტალ ნატრიუმის მოქმედებით იშლებიან გაცხელებით (შორიგინი)

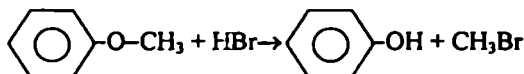


3. მარტივ ეთერებს დაბალ ტემპარეტურაზე ძლიერ მინერალურ მჟავებთან რეაგირების უნარი აქვთ ოქსონიუმის მარილების წარმოქმნით (ოქსონიუმის მარილების აგებულება ამონიუმის მარილების აგებულების ანალოგიურია)



ქლორიანი დიმეთილოქსონიუმი

ფენოლების მარტივ ეთერებში C-O ბმის გაწყვეტა მიმდინარეობს ყველაზე უფრო ადვილად. ალკილის ჯგუფის მოხლეჩა შეიძლება განხორციელდეს $AlCl_3$ ან კონცენტრირებული HBr -ის მოქმედებით. გახლეჩა ყოველთვის ხდება ფენოლისა და ალკილჰალოგენიდის წარმოქმნით:



ეთერებიდან ყველაზე უფრო ყურადღებას იპყრობს დიეთილის ეთერი $C_2H_5-O-C_2H_5$ ეთილის ეთერი ან უბრალოდ ეთერი. მას ადრე გოგირდის ეთერსაც უწოდებდნენ. ეთერი არის ადვილად აქროლადი, აალებადი, უფერო, სპეციფიკური სუნის სითხე, წყალში ცუდად იხსნება, სპირტს შეერევა ნებისმიერი პროპორციით. იგი არის ძვირფასი ორგანული გამხსნელი, ეთერი მედიცინაში განიხილება როგორც ანესტეზიისა და ნარკოზის საშუალება.

9.1. ალდეჰიდები და კეტონები

ალდეჰიდები და კეტონები წარმოადგენენ ნახშირწყალბადების ნაწარმებს, რომელთა მოლეკულები შეიცავენ კარბონილის ჯგუფს $>C=O$ ალდეჰიდებში კარბონილის ჯგუფის ერთი ვალენტობა დაკავშირებულია წყალბადთან, ხოლო მეორე ალკილთან



გამონაკლისს წარმოადგენს ფორმალდეჰიდი, სადაც კარბონილის ჯგუფის ორივე ვალენტობა დაკავშირებულია წყალბადატომებთან. კეტონებში ორივე ვალენტობა დაკავშირებულია ალკილებთან



რადიკალის ხასიათის მიხედვით განასხვავებენ ნაჯერ, უჯერ, ალიციკლურ და არომატული რიგის ალდეჰიდებს და კეტონებს.

9.2. ნაჯერი ალდეჰიდები და კეტონები

ჰომოლოგიური რიგი, იზომერია, ნომენკლატურა

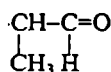
$\begin{array}{c} H-C=O \\ | \\ H \end{array}$ – ჭიანჭველამჟავას ალდეჰიდი, მეთანალი

$\begin{array}{c} CH_3-C=O \\ | \\ H \end{array}$ – ძმარმჟავას ალდეჰიდი, ეთანალი

$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-C=O \\ | \\ H \end{array}$ – პროპიონმჟავას ალდეჰიდი, პროპანალი და ა.შ.

იზომერია იწყება მეოთხე წევრიდან, რომელსაც შეესაბამება ორი იზომერი:

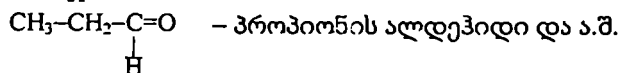
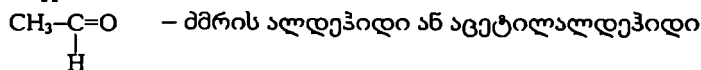
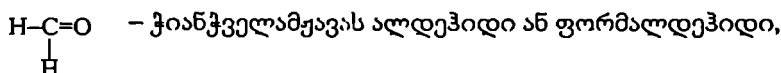
1. $\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2-C=O \\ | \\ H \end{array}$ – ერბომჟავას ალდეჰიდი



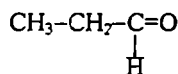
– იზომეროიზაცია ალდეჰიდი, 2-მეთილპროპანალი

ალდეჰიდებს სახელწოდებას აძლევენ ტრივიალური, რაციონალური და სისტემატური ნომენკლატურით. ტრივიალური ნომენკლატურით ალდეჰიდების სახელწოდება გამოყავთ იმ მჟავას სახელწოდებიდან, რომელიც მიიღება ალდეჰიდის დაჟანგვით.

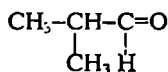
მაგალითად,



რაციონალური ნომენკლატურით ალდეჰიდს ეწოდება მეთილმმრის ალდეჰიდი.



IUPAC ნომენკლატურით მათი სახელწოდება იწარმოება შესაბამისი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან დაბოლოება “ი“-ის “ალი“-თ შეცვლით. ალდეჰიდებში დანომვრა მიღებულია კარბონილის ჯგუფიდან. მაგალითად, მეთანალი, ეთანალი, პროპანალი, ბუტანალი 2-მეთილპროპანალი.



კეტონების პირველი წევრია $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ დიმეთილკეტონი, პროპანონი, $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ მეთილეთილკეტონი, ბუტანონი.

იზომერია იწყება მე-3-მე წევრიდან. იზომერიას განაპირობებს ერთის მხრივ ნახშირბადის ჯაჭვის განტოტვა და მეორეს მხრივ ჯაჭვში კარბონილის ჯგუფის გადაადგილება.

$\text{CH}_3\text{--CO--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ მეთილპროპილკეტონი, 2-პენტანონი

$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CO--CH}_2\text{--CH}_3$ დიეთილკეტონი, 3-პენტანონი

$\text{CH}_3\text{--CO--CH--CH}_3$ მეთილიზოპროპილკეტონი, 3-მეთილბუტანონი



კეტონებს, რომელთა მოლეკულაში კარბონილის ჯგუფი დაკავშირებულია სხვადასხვა რადიკალებთან შერეულ კეტონებს უწოდებენ.

რაციონალური სახელწოდება კეტონებისა წარმოსდგება მასში შემავალი რადიკალების სახელწოდებიდან დაბოლოება “კეტონის” დამატებით. მაგალითად, დიმეთილკეტონი, მეთილეთილკეტონი და ა.შ.

ზოგიერთ კეტონებს აქვთ ტრივიალური სახელწოდებაც.

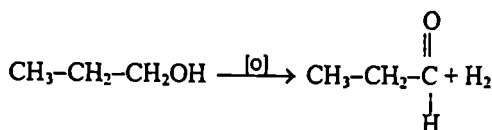
მაგ: $\text{CH}_3\text{--CO--CH}_3$ ეწოდება აცეტონი.

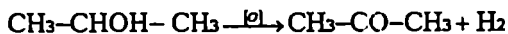
IUPAC ნომენკლატურის მიხედვით კეტონების სახელწოდებას შესაბამისი ნახშირწყალბადის სახელწოდებიდან აწარმოებენ, დაბოლოება “ი” იცვლება “ონი”-ით, ხოლო კარბონილის ჯგუფის ადგილმდებარეობას ციფრით უჩვენებენ. დანომვრა იწყება იმ კიდურა ნახშირბადატომიდან, რომელთანაც კარბონილის ჯგუფი ახლოსაა. მაგ: $\text{CH}_3\text{--CO--CH}_3$ პროპანონი, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CO--CH}_3$ 2-პენტანონი.

9.3. ალდეჰიდებისა და კეტონების მიღება

1. ალდეჰიდები და კეტონები მიიღებიან სპირტების დაჟანგვით და დეჰიდრირებით. ამასთან პირველადი სპირტები გვაძლევენ ალდეჰიდებს, მეორეული – კეტონებს:

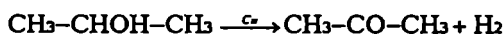
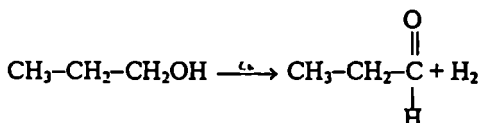
ა)



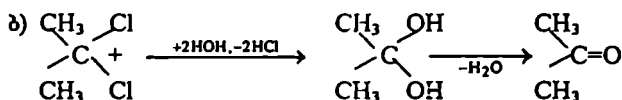
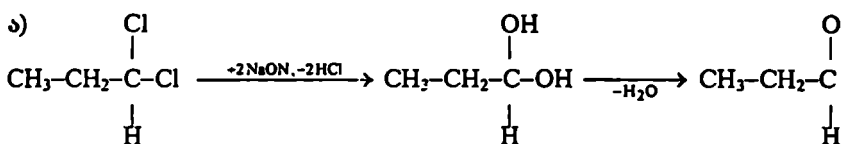


დამჟანგველად ლაბორატორიულ პირობებში იყენებენ კალიუმის ბიქრომატისა და გოგირდმჟავას ნარევს ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$), საწარმოო პირობებში ჰაერის ჟანგბადს კატალიზატორების თანდასწრებით.

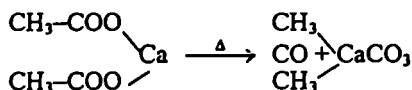
ბ) სპირტების კატალიზური დეჰიდრირება ხდება სპილენძის თანაობით მაღალ ტემპერატურაზე



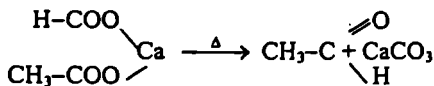
2. ალდეჰიდები და კეტონები მიიღებიან ჰემინალური დიჰალოგენნაწარმების ჰიდროლიზით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰალოგენები პირველად ნახშირბადატომთან მდებარეობენ წარმოიქმნება ალდეჰიდები, ხოლო თუ ჰალოგენები მეორეულ ნახშირბადატომთან მდებარეობენ – კეტონები:



3. კეტონები მიიღებიან კარბომჟავათა კალციუმის ან ბარიუმის მარილების პიროლიზით:

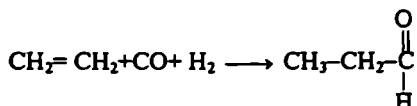


ხოლო სხვა მჟავათა და ჰიანჰველამჟავას მარილების პიროლიზით წარმოიქმნებიან ალდეჰიდები:



4. ოქსოსინთეზი. ალდეჰიდები მიიღებიან წყალგაზისა ($\text{CO} + \text{H}_2$) და ოლეფინების ურთიერთქმედებით $100\text{--}200^\circ\text{C}$ და $100\text{--}200$ ატ. წნევის ქვეშ – კატალიზატორის ($\text{CO} + \text{ThO}_2 + \text{MgO}$) თანაობით (რეპე):

ამ სინთეზს დიდი მნიშვნელობა აქვს უმაღლესი პირველადი სპირტების მისაღებად.



9.3.1. ფიზიკური თვისებები

ჰიანჰველამჟავას ალდეჰიდი მკვეთრი სუნის მქონე გაზია. უმაღლესი ალდეჰიდები და კეტონები წყალში ადვილად ხსნადი სითხეებია, ხოლო მაღალი წევრები კი მყარი ნივთიერებებია. ალდეჰიდები და კეტონები კარგად იხსნებიან სპირტში და ეთერებში, ალდეჰიდების და კეტონების დუდილის ტემპერატურა შესაბამის სპირტებზე დაბალია. ეს იმით აიხსნება, რომ ალდეჰიდები და კეტონები სპირტებისაგან განსხვავებით არაასოცირებული ნივთიერებები არიან. ალდეჰიდების და კეტონების დუდილის ტემპერატურა იზრდება მოლეკულური წონის ზრდასთან დაკავშირებით. კეტონები უფრო მაღალ ტემპერატურაზე დუღს ალდეჰიდებთან შედარებით, ამასთან ნორმალური აღნაგობის ალდეჰიდებსა და კეტონებს უფრო მაღალი დუდილის ტემპერატურა აქვთ, ვიდრე იზოაღნაგობის მქონე წევრებს.

მაგ. 5. ვალერიანმჟავას ალდეჰიდი დუღს $103,4^\circ\text{C}$, ხოლო იზო-

ვალერიანის – 92,5°C. ხვედრითი წონა ალდეჰიდების და კეტონების 1-ზე ნაკლებია.

9.3.2. ქიმიური თვისებები

ალდეჰიდები და კეტონები კარბონილის ჯგუფის შემცველობის გამო დიდი რეაქციის უნარიანობით ხასიათდებიან. კარბონილის ჯგუფის $>C=O$ ორმაგი ბმის ელექტრონული აღნაგობა ($\sigma+\pi$) ხასიათდება მსგავსად ნახშირბადატომებს შორის ორმაგი ბმისა. კარბონილის ჯგუფის ორმაგი ბმის ქიმიური ბუნება $>C=C<$ ორმაგი ბმისაგან იმით განსხვავდება, რომ კარბონილის ჯგუფში ნახშირბადის ატომი ელექტროუარყოფით ქანგბადის ატომთანაა დაკავშირებული, ამის გამო ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე 0-ატომისკენ არის გადაწეული და ბმა პოლარიზებულია, სადაც ქანგბადი დამუხტულია უარყოფითად. ხოლო ნახშირბადი დადებითად.



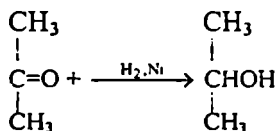
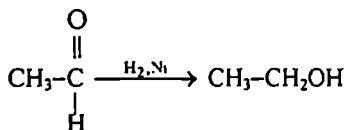
კარბონილის ჯგუფი გავლენას ახდენს α -წყალბადატომებზე და ადვილმოდრავს ხდის მათ.

კარბონილის ჯგუფის რეაქციის უნარიანობა დამოკიდებულია აგრეთვე მასთან დაკავშირებულ რადიკალების სიდიდეზე და რაოდენობაზე. რაც უფრო მეტი მოცულობის იქნება R, მით უფრო მწელად მიმდინარეობს რეაქციები კარბონილის ჯგუფთან. ამასთან კარბონილის ჯგუფი ალდეჰიდებში უფრო მეტად რეაქციის უნარიანია, ვიდრე კეტონებში.

ალდეჰიდებს და კეტონებს ახასიათებთ: შეერთების, ჩანაცვლების, დაჟანგვის, კონდენსაციის და პოლიმერიზაციის რეაქციები.

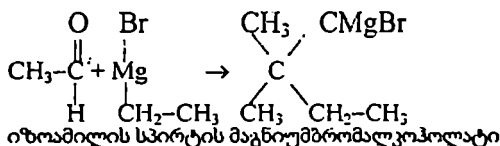
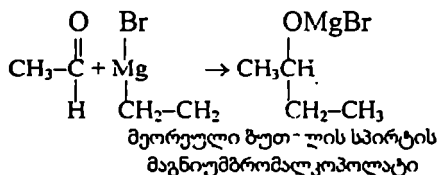
9.3.3. შერთების რეაქციები

1. ალდეჰიდები და კეტონები იერთებენ წყალბადს კატალიზატორების თანდასწრებით (Ni, Co, Pt, Pd) ალდეჰიდები გადადიან პირველად სპირტებში, ხოლო კეტონები მეორეულ სპირტებში.



2. მეტალორგანული ნერთების მოქმედება

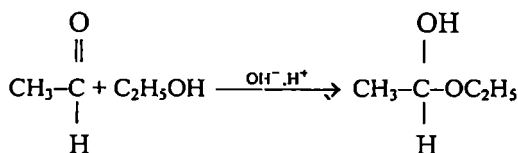
ალდეჰიდებზე და კეტონებზე მეტალორგანული ნერთების მოქმედებით მიიღება შესაბამისი ალკოჰოლატები



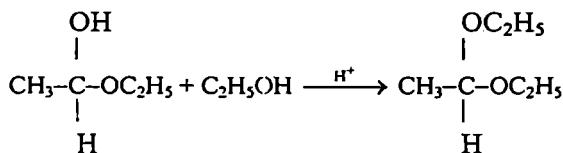
ამ შემთხვევაში რადიკალი უერთდება კარბონილის C-ატომს, ხოლო მეტალი ჟანგბადატომს.

3. ნახევრადაცეტალებისა და აცეტალების წარმოქმნა

ალდეჰიდებისა და სპირტების ურთიერთქმედებით ფუძის ან მჟავის თანაობით მიიღება ნახევრადაცეტალი, ხოლო ნახევრადაცეტალიდან აცეტალის წარმოქმნა ხდება მხოლოდ მჟავას კატალიზური მოქმედებით:



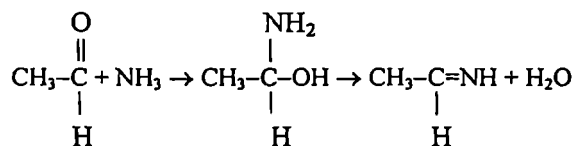
ნახევრადაცეტალი (1-ეთოქსიეთანოლი)



აცეტალი (1,1-დიეთოქსიეთანი)

4. ამიაკის მოქმედება

ალდეჰიდები უერთდებიან ამიაკს და წარმოიქმნება ალდეჰიდ-ამიაკი, რომელიც ადვილად კარგავს წყალს და გარდაიქმნება ალდი-მინად.

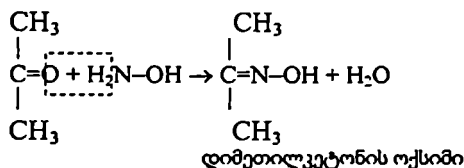
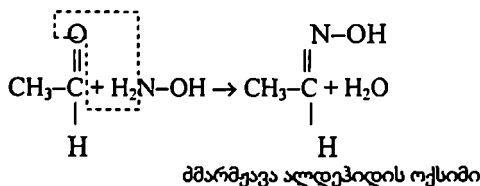


აცეტალდიმინი

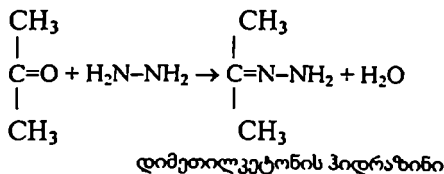
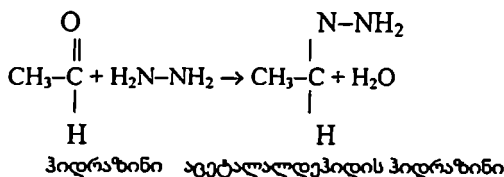
კეტონები ამიაკთან მსგავს ნაერთებს არ იძლევიან – ისინი რეაგირებენ ძნელად.

9.3.4. ჩანაცვლების რეაქციები

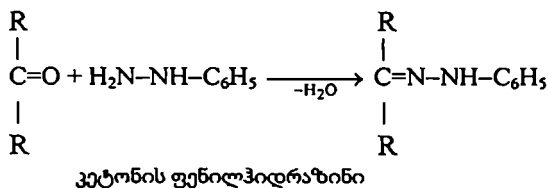
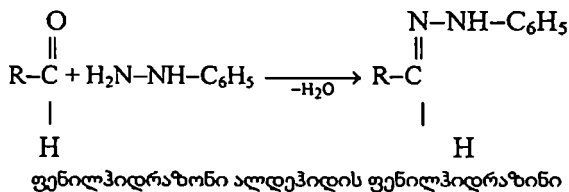
1. ალდეჰიდები და კეტონები წარმოქმნიან ჰიდროქსილამინთან ოქსიმებს (ალდოქსიმი და კეტოქსიმი)



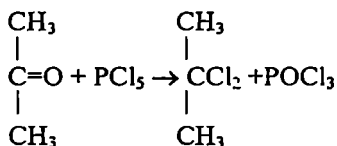
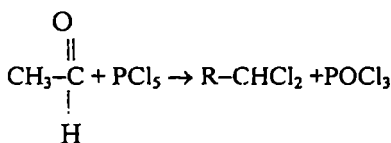
2. ალდეჰიდები და კეტონები რეაქციაში შედიან ჰიდრაზინთან და წარმოქმნიან ჰიდრაზონებს.



ანალოგიურად მიმდინარეობს რეაქცია ფენილჰიდრაზინთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება შესაბამისი ფენილჰიდრაზონი.



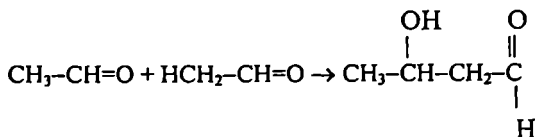
ფოსფორის ხუთქლორიანი ნაერთის მოქმედებით ალდეჰიდები და კეტონები გვამღევენ ჰემინალურ დიჰალოგენნაერთებს:



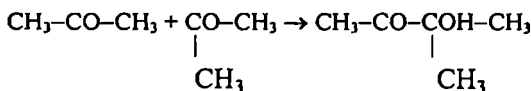
9.3.5. კონდენსაციის რეაქციები

ალდეჰიდები და კეტონები ფუძე, ტუტე ან მჟავა არეში ადვილად განიცდიან კონდენსაციას, ორი მოლეკულა ალდეჰიდი შეიძლება კარბონილის ჯგუფის მეზობლად მყოფი α -C-ატომის წყალბადის ხარჯზე შევიდეს კონდენსაციის რეაქციაში მეორე იოლეკულის კარ-

ბონილის ჯგუფთან β ოქსიალდეჰიდის ალდოლის წარმოქმნით:



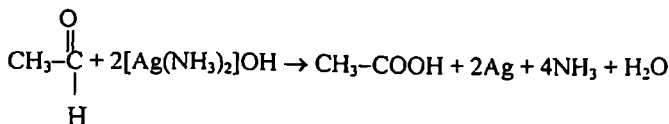
ალდეჰიდების კონდენსაციის ამ ტიპს ეწოდება ალდოლური კონდენსაცია. ეს გარდაქმნა ბოროდინის რეაქციის სახელითაა ცნობილი. ვინაიდან რეაქციის შედეგად მიღებულ დიმერს ეწოდება ალდოლი. ალდეჰიდების მსგავსად კეტონებიც ალდოლური კონდენსაციით იძლევიან კეტოსპირტებს



დიაცეტონის სპირტი
4-ოქსი-4მეთილ-2-პენტანონი

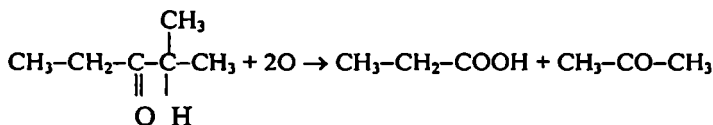
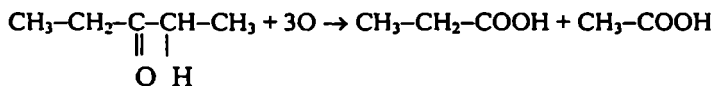
9.3.6. დაჟანგვის რეაქციები

ალდეჰიდები და კეტონები განსხვავებულ დამოკიდებულებაშია დამჟანგველების მიმართ. ალდეჰიდები ადვილად იჟანგებიან ისეთი სუსტი დამჟანგველებითაც კი როგორიცაა ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარი და წარმოქმნიან მჟავებს ნახშირბადატომების იმავე რიცხვით, რამდენსაც შეიცავდა დასაჟანგად აღებული ალდეჰიდი და აღადგენენ თავისუფალ ვერცხლს (ვერცხლის სარკის რეაქცია)



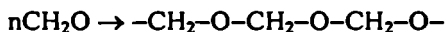
კეტონები არ იჟანგებიან სუსტი დამჟანგველებით. მათი დაჟანგვა შეიძლება მხოლოდ ძლიერი დამჟანგველებით, მაგ. აზოტმჟა-

ვით, კალიუმის პერმანგანატით. კეტონის მოლეკულა ამ დროს იზ-
ლიჩება და მიიღება ორი მოლეკულა მჟავა ან ერთი მოლეკულა მჟავა
და ერთი მოლეკულა კეტონი ნაკლები ნახშირბადატომების რიცხ-
ვით, ვიდრე დასაჟანგად აღებული კეტონი იყო:

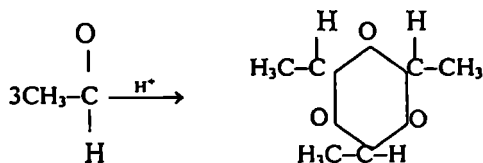


9.3.7. პოლიმერიზაციის რეაქციები

პოლიმერიზაციის რეაქცია მხოლოდ ალდეჰიდებისათვისაა და-
მახასიათებელი. ჭიანჭველანჯავას ალდეჰიდი ჩვეულებრივ ტემპე-
რატურაზე თავისთავად პოლიმერიზდება პარაფორმალდეჰიდის
(პოლიოქსიმეთილენის) წარმოქმნით:

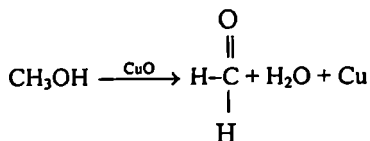


3 მოლეკულა ძმარმჟავა ალდეჰიდი მინერალური მჟავების
თანდასწრებით პოლიმერიზდება ჰეტეროციკლურ ნაერთად პარალ-
დეჰიდად (ტრიმერი)



9.4. ცალკეული წარმომადგენლები

ჭიანჭველმჟავა აღდებური ანუ ფორმალდეჰიდი სამრეწველო მასშტაბით მიიღება მეთილის სპირტის კატალიზური დაჟანგვით:



ფორმალდეჰიდი უფერო, დამახასიათებელი სუნის გაზია, წყალში კარგად იხსნება. იგი საწამლავია, აღიზიანებს თვალსა და სასუნთქი ორგანოების ლორწოვან გარსს.

ფორმალდეჰიდის 40% წყალხსნარს ფორმალინი ეწოდება. იგი გამოიყენება ანატომიური ორგანიზმების კონსერვაციისათვის, თეს-ლთა შეწამვისათვის. ფორმალდეჰიდი გამოიყენება ფენოლფორმალდეჰიდური ფისის, ლაქების, წებოების, სინთეზური ბოჭკოების და დიდი რაოდენობით უროტროპინის მისაღებად.

აცეტალდეჰიდი. $\text{CH}_3-\text{C}=\text{O}$



არსებობს აცეტალდეჰიდის მიღების რამდენიმე სამრეწველო მეთო-დი:

აცეტალდეჰიდი მკვეთრი, არასასიამოვნო სუნის სითხეა, წყალ-ში კარგად იხსნება. მისი ჩასუნთქვა იწვევს სასუნთქი ორგანოების ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებასა და ხუთვას.

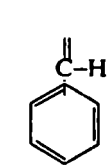
აცეტალდეჰიდი გამოიყენება პლასტმასების, ეთილის სპირ-ტის, ძმარმჟავა ანჰიდრიდისა და მთელი რიგი სხვა ნივთიერებების მისაღებად.

აცეტონი, დიმეთილკეტონი $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$. სამრეწველო მასშტა-ბით მას ღებულობენ ფენოლთან ერთად კუმოლიდან. აცეტონი არის

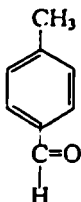
უფერო, აქროლადი, დამახასიათებელი სუნის სითხე. იხსნება წყალში, სპირტსა და ეთერში ნებისმიერი პროპორციით. იგი გამოიყენება ორგანული მინის და სხვა მრავალი ორგანული ნაერთის მისაღებად. იგი როგორც გამხსნელი გამოყენებულია ხელოვნური ბოჭკოს, უკვამლო დენტის, ლაქსაღებარების დასამზადებლად და სხვ.

10.1. არომატული ალდეჰიდები და კეტონები

ცხიმოვანი რიგის ალდეჰიდებისა და კეტონების მსგავსად, არომატული ალდეჰიდები და კეტონები შეიცავენ კარბონილის ჯგუფს, არომატული ალდეჰიდების შემთხვევაში კარბონილის ჯგუფი შეიძლება დაკავშირებული იყოს ბენზოლის ბირთვთან ან გვერდითა ჯაჭვში მდებარეობდეს:



ბენზალდეჰიდი

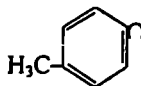


პ-ტოლალდეჰიდი



ფენილმარმეჟას

ალდეჰიდი

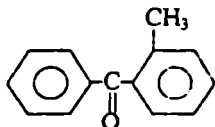


ტოლუენი

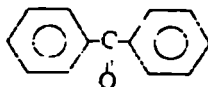
ალდეჰიდი

არილკეტონებში კარბონილის ჯგუფი შეიძლება დაკავშირებული იყოს არილებთან ან არილთან და ალკილთან.

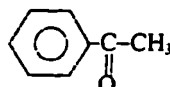
რადიკალის ხასიათის მიხედვით არომატული კეტონები ორ ჯგუფად იყოფა: წმინდა არომატული კეტონი, როდესაც კარბონილის ჯგუფი დაკავშირებულია არილებთან, მაგალითად:



ფენილ-ო-ტოლილკეტონი



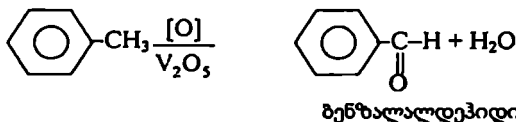
დიფენილკეტონი

ცხიმოვან-არომატული
კეტონებიმეთილფენილკეტონი
(აცეტოფენონი)

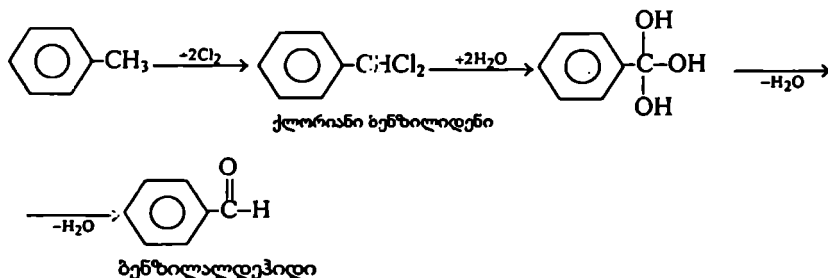
10.2. არომატული ალდეჰიდების მიღება

არომატული ალდეჰიდები მიიღება როგორც ცხიმოვანი რიგის ალდეჰიდების ზოგადი მეთოდებით (შესაბამისი სპირტების დაჟანგვა, დიჰალოგენნაწარმების ჰიდროლიზი და სხვა) ასევე სპეციფიკური მეთოდებით.

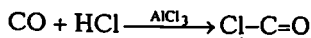
1. ბენზოლის ჰომოლოგების დაჟანგვა. რეაქციას ატარებენ მაღალ ტემპერატურაზე ვანადიუმის (V) ოქსიდის თანაობით:



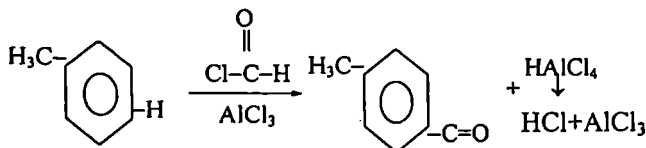
2. ალდეჰიდები მიიღებიან ჰემინალური დიჰალოგენნაწარმების ჰიდროლიზით. ტოლუოლს ჯერ აქროლებენ უკატალიზატოროდ ქლორიანი ბენზინიდენის სტადიამდე, შემდეგ ახდენენ ჰიდროლიზს გაცხელებით:



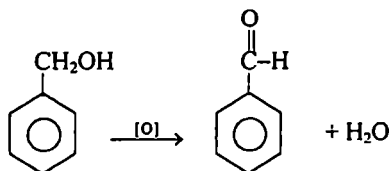
3. ბენზალდეჰიდის შემდგომი ჰომოლოგი მიიღება გატერმანკოსის სინთეზით. არომატულ ნახშირწყალბადებზე ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და ქლორწყალბადის ნარევის მოქმედებით AlCl_3 თანაობით, ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და ქლორწყალბადისაგან ჯერ წარმოიქმნება ჭიანჭველას ქლორანჰიდრიდი, რომელიც შედის ტოლუოლთან კონდენსაციის რეაქციაში



ჰიანჰველამეავას ქლორანჰიდრიდი (ფორმილქლორიდი)



4. გარდა აღნიშნულისა არომატული ალდეჰიდები მიიღებიან: არომატული პირველადი სპირტების დაჟანგვით, დეჰიდრირებით და ზოგიერთი სხვა მეთოდით, რომლითაც ღებულობენ ალიფატური რიგის ალდეჰიდებს:



10.2.1. ფიზიკური თვისებები

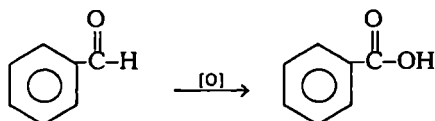
არომატული ალდეჰიდების დიდი ნაწილი სითხეებს წარმოადგენს, წყალში მწელად იხსნებიან. ისეთ ალდეჰიდებს, რომლებშიც ალდეჰიდის ჯგუფი უშუალოდ არის დაკავშირებული ბირთვთან, აქვთ სასიამოვნო სუნი, ხოლო ალდეჰიდებს, ალდეჰიდის ჯგუფით გვერდითა ჯაჭვში ახასიათებთ მძაფრი სუნი.

10.2.2. ქიმიური თვისებები

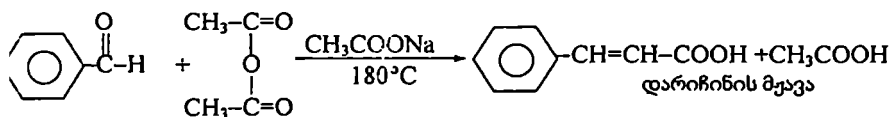
არომატული ალდეჰიდები, რომლებიც შეიცავენ ალდეჰიდის ჯგუფს გვერდითა ჯაჭვში, ქიმიური თვისებებით ანალოგიურია ალიფატური ალდეჰიდებისა, ხოლო არომატული ალდეჰიდები ალდეჰიდების ჯგუფის ბირთვში მეტწილად ამჟღავნებენ ალიფატური ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელ ქიმიურ თვისებებს, მაგრამ ამავე დროს მათ ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები. არომატული ალდეჰიდები მსგავსად ცხიწოვანი ალდეჰიდებისა შედიან შეერთების რეაქციაში წყალბადთან, ციანწყალბადთან, ჰიდროსულფატნატრიუმთან, ჩანაცვლების რეაქციებში ჰიდროქსილამინთან, ჰიდრაზინთან და სხვა ნაწარმებთან, იჟანგებიან, იძლევიან ვერცხლის სარკის რეაქციას და სხვ.

არომატული ალდეჰიდების სპეციფიკური თვისებებიდან მნიშვნელოვანია:

1. დაჟანგვა. არომატული ალდეჰიდები ადვილად იჟანგებიან მჟავების წარმოქმნით, ბენზალდეჰიდის დაჟანგვით ბენზომჟავა მიიღება.

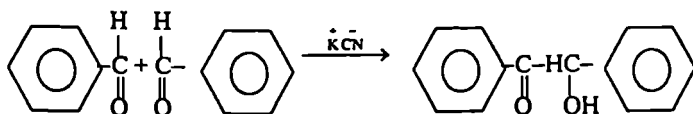


2. მნიშვნელოვანია არომატული ალდეჰიდების კონდენსაცია ცხიწოვანი რიგის ერთფუძიანი მჟავების ანჰიდრიდებთან შესაბამისი მჟავების ნატრიუმის ან კალიუმის მარილის თანაობით (პერკინის რეაქცია) ამ დროს წარმოიქმნება α,β - უჯერი მჟავები.



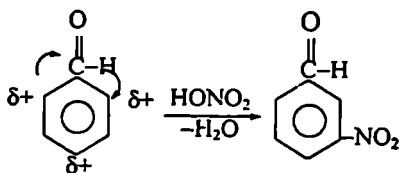
3. ბენზოინური კონდენსაცია. კონდენსაციის რეაქციის განსაკუთრებულ ტიპს წარმოადგენს ე.წ. ბენზოინური კონდენსაცია.

ორი მოლეკულა ალდეჰიდი დიმერიზდება α -ოქსიკეტონის წარმოქმნით კალიუმის ციანიდის სპირტული წყალხსნარის თანაობისას (ნ.ზინინი, 1939წ.)



4. ელექტროფილური ჩანაცვლება

არომატულ ალდეჰიდებს ახასიათებთ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები: ნიტრირება, სულფირება, ჰალოგენირება. ალდეჰიდის ჯგუფი, როგორც მეორე რიგის ჩანაცვლებელი ბენზოლის ბირთვთან შეუდლებით იწვევს ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის შემცირებას σ - და π -მდებარეობაში, ამიტომ ელექტროფილური ჩანაცვლებელი ალდეჰიდის ჯგუფის მიმართ მიემართება π -მდებარეობაში. მაგალითად ბენზალდეჰიდის ნიტრირებისას მიიღება მ-ნიტრობენზალდეჰიდი.



მ-ნიტრობენზალდეჰიდი

ანალოგიურად მიმდინარეობს სულფირების და ჰალოგენირების რეაქციები.

10.2.3. ცალკეული წარმომადგენლები

არომატული ალდეჰიდებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბენზალდეჰიდი იგი თავისუფალი სახით იმყოფება ზოგიერთ ეთერზეთში, აგრეთვე გლიკოზიდ ამიგდალინის სახით მწარე ნუშის ზეთში, ალუბლის, ჭერამის, ატმისა და ზოგიერთ სხვა კურკოვანთა გულში.

ბენზალდეჰიდი წარმოადგენს უფერო, მწარე ნუშისთვის დამახასიათებელი სუნის სითხეს, წყალში მცირე რაოდენობით იხსნება. კარგად იხსნება სპირტში, ეთერში, ბენზოლსა და ქლოროფორმში.

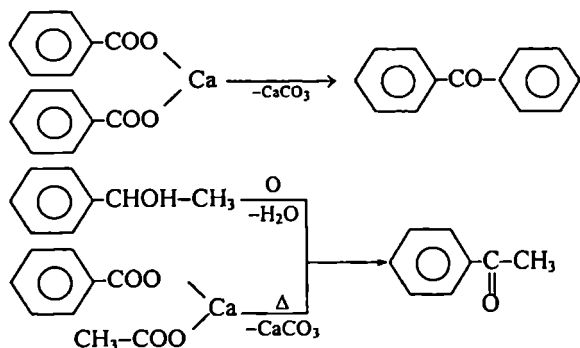
ბენზალდეჰიდი დიდ გამოყენებას პოულობს ორგანულ სინთეზში. იყენებენ ოზონის განსაზღვრისათვის, ფენოლებისა და ალკალოიდების აღმოჩენისათვის. როგორც სურნელოვანი ნივთიერება გამოიყენება პარფიუმერიაში.

$$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$$
 უჯერი ალდეჰიდებიდან აღსანიშნავია დარიჩინის ალდეჰიდი, რომელიც წარმოადგენს დარიჩინის ზეთის მთავარ შემადგენელ ნაწილს. მას იყენებენ ორგანულ სინთეზში და პარფიუმერიაში.

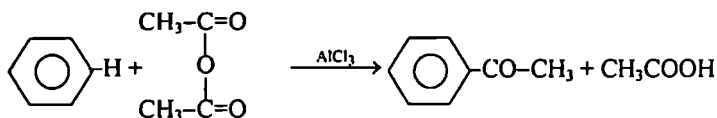
10.3. არომატული კეტონები

10.3.1. მიღება

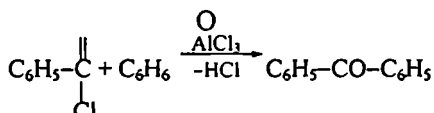
1. არომატული კეტონები ცხიმოვანი რიგის კეტონების მსგავსად შეიძლება მივიღოთ ზოგადი მეთოდებით. მაგალითად, მეორეული არომატული სპირტების დაჟანგვით, არომატული მჟავების ან არომატული და ცხიმოვანი მჟავების კალციუმის ან ბარიუმის მარილების მშრალი გამოხდით, დიჰალოგენაწარმების ჰიდროლიზით და სხვ.



2. არომატული კეტონების მიღების სპეციალური მეთოდებიდან მნიშვნელოვანია ფრიდელ-კრაფტსის რეაქცია. არენების აცილირებას ახდენენ ალუმინის ქლორიდის თანაობით, მააცილირებელ საშუალებად იყენებენ მჟავას ანჰიდრიდს ან მჟავას ჰალოგენანჰიდრიდს:



ან



10.3.2. ფიზიკური თვისებები

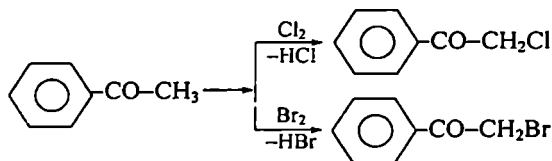
არომატული კეტონები სითხეებს ან მყარ ნივთიერებებს წარმოადგენენ. წყალში არ იხსნებიან, აქვთ სასიამოვნო სუნი.

10.3.3. ქიმიური თვისებები

წმინდა არომატული და ცხიმოვანარომატული კეტონები ალიფატურ კეტონებთან შედარებით ნაკლებად აქტიურია. ისინი არ რეაგირებენ ნატრიუმის ჰიდროსულფიტთან. წმინდა არომატული კეტონები უფრო ძნელად შედიან შეერთების და ჩანაცვლების რეაქციებში, ვიდრე ცხიმოვანარომატული კეტონები. არომატული კეტონები რეაქციაში შედიან ჰიდროქსილამინთან, ჰიდრაზინთან, მის ნაწარმებთან და სხვა რეაგენტებთან. დამახასიათებელია ალდგენის, დაჟანგვის რეაქციები, ისე როგორც ყველა დანარჩენი კეტონი არომატული კეტონები პოლიმერიზაციის რეაქციებს არ განიცდიან.

განვიხილოთ ზოგიერთი მნიშვნელოვანი რეაქციები.

1. ცხიმოვან-არომატულ კეტონებში მეთილის ჯგუფის H ატომი ადვილად მოძრავია, ამიტომ ჩანაცვლების რეაქციები ადვილად მიმდინარეობს. თუ ვიმოქმედებთ აცეტონზე ქლორით ან ბრომით მიიღება შესაბამისად ქლორ- და ბრომაცეტონონი:



მიღებული ორივე ნივთიერება არის ცრემლმდენი.

10.3.4. ცალკეული წარმომადგენლები

აცეტონონი წარმოდგენს უფერო ან მოყვითალო ზეთისებურ სითხეს, წყალში ცუდად იხსნება, კარგად იხსნება მრავალ ორგანულ გამხსნელში, აქვთ ყვავილის დამახასიათებელი სუნი და გამოიყენება პარფიუმერიაში, აგრეთვე გამხსნელად, მასთან მუშაობის დროს უნდა ვერიდოთ მისი ორთქლის ჩასუნთქვას, რადგან მისი მომგვრელია.

ბენზოფენონი წარმოადგენს დამახასიათებელი სუნის, თეთრი ფერის კრისტალებს, წყალში არ იხსნება, იხსნება ქლოროფორმში. ბენზოფენონი გვხვდება ორი მოდიფიკაციის სახით. სტაბილური (დღ.ტემპ. 49 °C) და არასტაბილური (დღ.ტემპ. 28°C). ბენზოფენონი გამოიყენება ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზში, პარფიუმერიაში და საღებარების წარმოებაში.

კარბომჟავები ეწოდება ნახშირწყალბადების ნაწარმებს, რომელთა მოლეკულები შეიცავენ კარბოქსილის ჯგუფს ($-\text{COOH}$), კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ ერთ-, ორ- და მრავალფუძიან მჟავებს.

11.2. ერთფუძიანი ნაჯერი მჟავები

ერთფუძიანი ნაჯერი მჟავები გარდა პირველი წევრისა, შეიძლება განხილულ იქნას, როგორც ნაჯერი ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია კარბოქსილის ჯგუფით, მათი ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ ანუ $\text{R}-\text{COOH}$.

უმარტივეს მჟავას წარმოადგენს ჰიანჰველამჟავა, რომელშიც კარბოქსილის ჯგუფი დაკავშირებულია წყალბადატომთან: $\text{H}-\text{COOH}$ შემდეგი წევრია CH_3COOH მმარმჟავა, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ პროპიონმჟავა და ა.შ.

11.2.1. იზომერია და ნომენკლატურა

პირველ სამ წევრს იზომერი არ გააჩნია. იზომერია იწყება მეოთხე წევრიდან, რომელსაც შესაბამება ორი იზომერი:

1. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ერბომჟავა, ეთილმმარმჟავა, ბუტანმჟავა
2. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ იზოერბომჟავა, დიმეთილმმარმჟავა, 2-მეთილპროპანმჟავა



მჟავებს სახელწოდებას აძლევენ ტრივიალური, რაციონალური და სისტემატური ნომენკლატურით.

ტრივიალური ნომენკლატურის მიხედვით მჟავების სახელწოდება იწარმოება იმ ნედლეულის (წყაროს) სახელწოდებიდან, საიდანაც პირველად მიიღეს მჟავა. მაგალითად $\text{H}-\text{COOH}$ ჭიანჭველამჟავა უწოდეს იმიტომ, რომ იგი გამოყოფილ იქნა ჭიანჭველას სხეულის სითხიდან. CH_3-COOH ძმარმჟავა თავდაპირველად მიიღეს ძმრის გამოხდით.

რაციონალური ნომენკლატურით მჟავებს იხილავენ როგორც ძმარმჟავას, სადაც მეთილის წყალბადატომები შეცვლილია რადიკალებით:

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ მეთილძმარმჟავა,

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ეთილძმარმჟავა და ა.შ.

სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით მჟავების სახელწოდებას აწარმოებენ ნახშირწყალბადიდან კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადის ჩათვლით, რომელსაც ემატება სიტყვა “მჟავა”, მაგალითად, ჭიანჭველამჟავას ეწოდება მეთანმჟავა, ძმარმჟავას – ეთანმჟავა და ა.შ. როდესაც ჯაჭვი განტოტვილია, მაშინ გრძელ ჯაჭვში მყოფი ნახშირბადატომები ინომრება კარბოქსილის ჯგუფიდან.

მაგალითად, $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ 2-მეთილპროპანმჟავა.



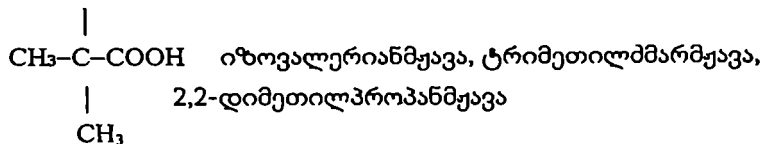
განვიხილოთ ვალერიანმჟავას $\text{C}_4\text{H}_9-\text{COOH}$ იზომერები:

1. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ვალერიანმჟავა, პროპილძმარმჟავა, პენტანმჟავა
2. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ მეთილეთილძმარმჟავა, 2-მეთილბუტანმჟავა

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$
3. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ იზოვალერიანმჟავა, იზოპროპილძმარმჟავა, 3-მეთილბუტანმჟავა

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

4. CH_3



ჰიდროქსილის ჯგუფის მოწყვეტით მიღებულ მჟავას ნაშთს



|

უწოდებენ მჟაურ ანუ აცილის რადიკალს (ლათ. acidum-მჟავას ნიშნავს) რადიკალების სახელწოდება იწარმოება მჟავას ლათინური სახელწოდების ძირიდან დაბოლოება "ილის" მიმატებით. მაგალითად, ჰიანჭველამჟავას რადიკალს

$\text{H}-\text{C}=\text{O}$ ფორმილი ეწოდება (მეთანოილ),

|

მმარმჟავას რადიკალს $\text{CH}_3-\text{C}=\text{O}$ აცეტილი (ეთანოილ),

|

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$ პროპიონილი (პროპანოილ),

|

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O}$ ბუტრილი (ბუტანოილ).

|

11.2.2. მიღების მეთოდები

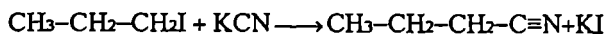
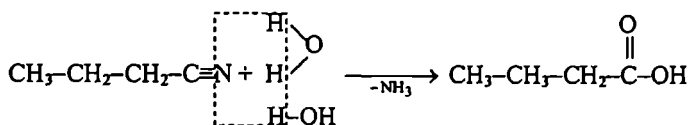
1. ერთფუძიანი მჟავები მიიღებიან პირველადი სპირტებისა და ალდეჰიდების დაჟანგვით



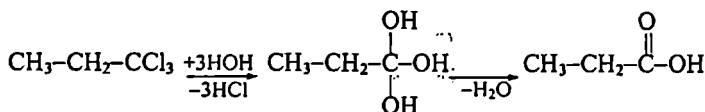
|
H

|
OH

2. მჟავები მიიღებიან ნიტრილების ჰიდროლიზით. თვით ნიტრილი კი მიიღება ჰალოგენალკილზე ციანწყალბადმჟავას მარილების მოქმედებით. ნიტრილების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს მჟავე

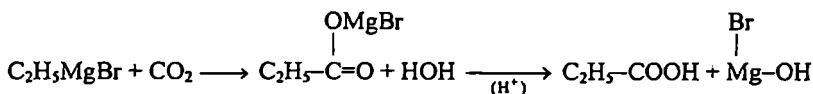


3. პოლიპალოგენნაწარმების ჰიდროლიზით:

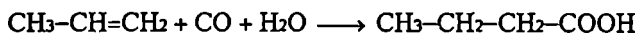


4. მეტალორგანული ნაერთების სინთეზით.

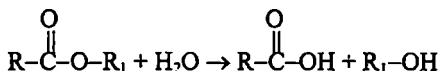
გრინიარის რეაქტივზე უწყლო ნახშირმჟავა გაზის მოქმედებით და შემდგომი მიღებული პროდუქტის შემჟავებული წყლით დაშლისას წარმოიქმნება მჟავა:



5. ოქსოსინთეზით. საწარმოო მასშტაბით ზოგიერთ კარბონმჟავას ღებულობენ ოლეფინებზე ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და წყლის ორთქლის მოქმედებით კატალიზატორების (ტეტრაკარბონილნიკელის $\text{Ni}(\text{CO})_4$, H_3PO_4 და სხვა) თანაობით, $300\text{-}400^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე და $200\text{-}500$ ატმოსფეროზე.

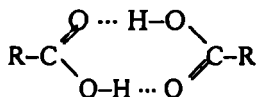


6. მჟავები მიიღებიან რთული ეთერების ჰიდროლიზით:



11.2.3. ფიზიკური თვისებები

ერთფუძიანი მჟავების პირველი სამი წევრი არის დამახასიათებელი მძაფრი სუნის მქონე სითხე. წყალში კარგად იხსნება, შუა წევრები C₄-C₉ არასასიამოვნო სუნის მქონე ზეთისებური სითხეებია, წყალში ძნელად იხსნებიან, მაღალი წევრები უსუნო, მყარი ნივთიერებებია. წყალში არ იხსნებიან. ყველა მჟავა კარგად იხსნება სპირტში და ეთერში. ჰიანჭველამჟავას და ძმარმჟავას სიმკვრივე ერთზე მეტია, დანარჩენი მჟავების – ერთზე ნაკლები. მჟავების დუდილის ტემპერატურა ძლიერ მაღალია. მაგალითად, ჰიანჭველამჟავა დუღს 100,5°C-ზე, ძმარმჟავა 118,5°C. მოლეკულური წონის ზრდასთან ერთად იზრდება, რაც იმით აიხსნება, რომ მჟავების მოლეკულები სპირტების მსგავსად ასოცირებულ მდგომარეობაშია, განსხვავებით სპირტებისაგან ორგანული მჟავებისათვის დამახასიათებელია დიმერის წარმოქმნის ასოციაცია.

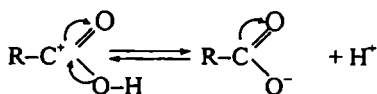


ლობის ტემპერატურა წყვილნახშირბადიანი მჟავების უფრო მაღალია, ვიდრე კენტნახშირბადატომიანი მჟავების.

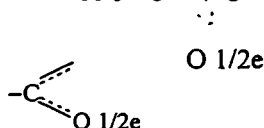
11.2.4. ქიმიური თვისებები

კარბომჟავების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია კარბოქსილის ჯგუფით, მათ მკვეთრად გამოხატული მჟაური თვისებები ახასიათებთ, ელექტრონული თვალსაზრისით ეს იმით აიხსნება, რომ კარბონილის ელექტროუარყოფითი ჟანგბადი იწვევს ნახშირბადიდან ელექტრონული ღრუბლის გადაწევას და ამიტომ კარბონილის ნახშირბადი ნაწილობრივ დადებით მუხტს იძენს, თავის მხრივ კარბონილის ნახშირბადი იზიდავს ელექტრონულ ღრუბელს ჰიდროქსილის ჯგუფის ჟანგბადიდან, რაც იწვევს

O-H ბმის შესუსტებას და ელექტრონული წყვილის ჟანგბადისაკენ გადაწევას, რის შედეგადაც წყალბადი დისოცირდება დადებითი იონის – კათიონის, ე.ი.პროტონის სახით

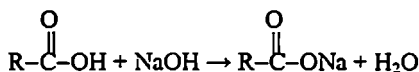


კარბოქსილატიონში ორივე ჟანგბადატომი ტოლფასოვანია

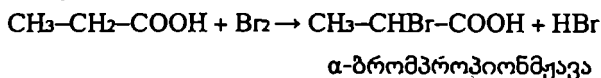


ორგანული მჟავები მინერალურ მჟავებთან (HCl, H₂SO₄, HNO₃ და სხვა) შედარებით სუსტია, მაგრამ უფრო ძლიერი მჟაური ბუნებით ხასიათდებიან, ვიდრე სპირტები.

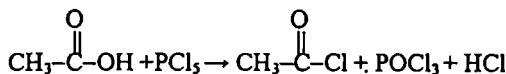
1. ორგანული მჟავები აქტიურ მეტალებთან, ჰიდროქსიდებთან ან ოქსიდებთან წარმოქმნიან მარილებს:



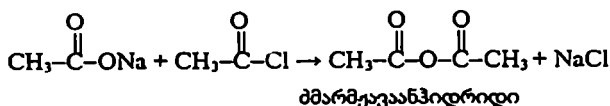
2. მჟავები გაცხელებით ადვილად ჰალოგენირდება, ვიდრე ნაჯერი ნახშირწყალბადები, ამასთან ჰალოგენი, როგორც წესი ა-მდგომარეობაში ჩაენაცვლება:



3. კარბომჟავები შედიან რეაქციაში ფოსფორის ჰალოგენნაწარმებთან და წარმოქმნიან მჟავების ჰალოგენანჰიდრიდებს:



4. ორგანულ მჟავათა მარილების ჰალოგენანჰიდრიდებთან ურთიერთქმედებით მიიღებიან ანჰიდრიდები:



ანჰიდრიდები წარმოიქმნება აგრეთვე ორი მოლეკულა მჟავიდან ერთი მოლეკულა წყლის გამოყოფით.

ჰიდროლიზით ანჰიდრიდები შესაბამის მჟავებს გვამღუვენ.

ძმარმჟავა ანჰიდრიდი გამოიყენება მაცეტილირებელ საშუალებად.

5. კარბონმჟავები სპირტებთან გაცხელებით, კატალიზატორის თანდასწრებით გამოყოფს მოლეკულა წყალს და წარმოიქმნება რთული ეთერი.



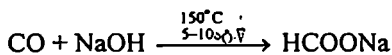
რეაქციას მჟავასა და სპირტს შორის, რომლის შედეგადაც გამოიყოფა რთული ეთერი და წყალი, ეთერიფიკაციის რეაქციას უწოდებენ.

ეთერიფიკაციის რეაქცია შექცევადია. ეს აიხსნება იმით, რომ რეაქციის პროცესში გამოყოფილი წყლით ჰიდროლიზდება რთული ეთერი და იშლება საწყის ნივთიერებებად, მჟავად და სპირტად. ამ თვალსაზრისით ეთერიფიკაციის რეაქცია ბოლომდე არ მიდის, ის აღწევს მხოლოდ ქიმიურ წონასწორობამდე. იმისათვის, რომ მივაღწიოთ ეთერის გამოსავალს, ე.ი. რეაქცია რომ გადავხაროთ მარჯვნივ, აღებული ნივთიერებებიდან ერთ-ერთი უნდა ავიღოთ ჭარბი და ამასთანავე უნდა გამოვიყენოთ წყალწმართმევი ნივთიერება.

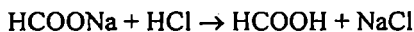
11.2.5. ცალკეული წარმომადგენლები

ჰიანჰველმჟავა HCOOH . პირველად აღმოაჩინეს ტყის წითელი ჰიანჰველების სხეულის სითხეში. იგი თავსუფალი სახით იმყოფება ჰინჭრის ბუსუსებში, მუხლუხას ბეწვებში.

სამრეწველო მასშტაბით ჭიანჭველამჟავას ღებულობენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და ნახშირბადის ოქსიდის ურთიერთქმედებით, მაღალ ტემპერატურაზე და წნევის ქვეშ.



მიღებულ ჭიანჭველმჟავა ნატრიუმის მარილზე მჟავას მოქმედებით (H_2SO_4 , HCl) მიიღება ჭიანჭველმჟავა

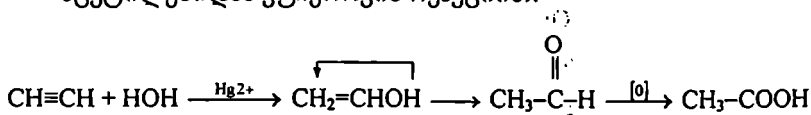


ჭიანჭველმჟავა წარმოადგენს მწვავე სუნის მქონე სითხეს, მისი ორთქლი ჩასუნთქვისას აღიზიანებს სასუნთქ ორგანოებს. იგი კარგად იხსნება წყალში, სპირტში, ეთერში. მის მარილებს ფორმიატები ეწოდება.

ჭიანჭველამჟავას დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს. იგი გამოიყენება ქსოვილების შეღებვის დროს მმარმჟავის მაგიერ. ალუმინის ფორმიატს იყენებენ ქსოვილების გასაჟღენტად. იყენებენ ტყავის მრეწველობაში, როგორც ბაქტერიოციდური ნივთიერება გამოიყენება საკონსერვო, ღვინისა და ლუდის წარმოებაში, 25%-იან ხსნარს ჭიანჭველას სპირტს უწოდებენ და გამოიყენება მედიცინაში, აგრეთვე კატალიზატორების დასამზადებლად და მრავალი სინთეზისათვის.

მმარმჟავა CH_3COOH . იგი უძველესი დროიდანაა ცნობილი ძმრის სახით (3-5%-იანი წყალხსნარი), რომელსაც საკვებში იყენებენ, უწყლო მმარმჟავა $+16,6^{\circ}\text{C}$ -ზე იყინება კრისტალურ მასად. ამიტომ მას ყინულოვან მმარმჟავას უწოდებენ. 70-80%-იანი ხსნარი ცნობილია ძმრის ესენციის სახით. მას ახასიათებს მკვეთრი (ძმრის) სუნი. ერევა წყალს ნებისმიერი პროპორციით. ყინულოვანი და კონცენტრირებული მმარმჟავა იწვევს კანის დაწვას. მმარმჟავა ტექნიკაში მიიღება აცეტილენიდან კუჩეროვის რეაქციით, ნაჯერი ნახშირწყალბადების დაჟანგვით და სხვა მეთოდებით.

აცეტილენიდან კუჩეროვის რეაქციით:



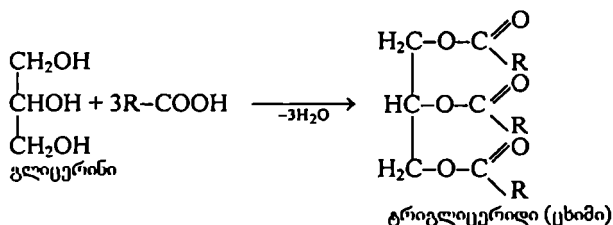
მმარმჟავას და მის ნაწარმებს აქვთ დიდი ტექნიკური გამოყენება: ქსოვილების შესაღებად და მოსაჩითავად, ტყავის წარმოებაში, მმარმჟავას იყენებენ საკონსერვო და კვების წარმოებაში, მრეწველობის სხვა დარგებში. დიდი რაოდენობით იგი გამოიყენება რთული ეთერების, მმარმჟავა ანჰიდრიდის, ვინილაცეტატის მისაღებად, აგრეთვე საღებარების, სამედიცინო პრეპარატების და პლასტმასების წარმოებაში.

უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავებიდან დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს პალმიტინის $C_{15}H_{31}COOH$ და სტეარინის $C_{17}H_{35}COOH$ მჟავებს. ისინი ზოგიერთი მცენარეული ზეთებისა და ცხოველური ცხიმების მთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენენ.

11.3. ცხიმები და ზეთები

ცხიმები ასრულებენ უაღრესად მნიშვნელოვან ბიოლოგიურ როლს მცენარეული და ცხოველური სამყაროს ცხოვრებაში.

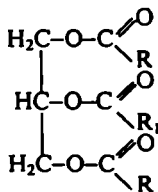
ცხიმები წარმოადგენენ გლიცერინის და უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების რთული ეთერების ნარევს. ცხიმების შემადგენლობაში შემავალი რთული ეთერების წარმოქმნაში შეუძლიათ მონაწილეობდნენ სხვადასხვა ცხიმოვანი მჟავები, მაგრამ სპირტებიდან მხოლოდ გლიცერინი. ამიტომ ამ ეთერებს გლიცერიდებს უწოდებენ:



ცხიმში საერთო მასის მხოლოდ 10% მოდის გლიცერინზე, დანარჩენს შეადგენენ მის შემადგენლობაში შემავალი უმაღლესი მჟავები (ტრიგლიცერიდების სახით). როგორც წესი, ბუნებრივი ცხიმები

წარმოადგენენ სხვადასხვა მჟავების გლიცერიდების ნარევს. ყველაზე ხშირად გვხვდებიან C_{16} - C_{18} -ის შემცველი მჟავები. ისინი შეიძლება იყვნენ ნაჯერი და უჯერი. მაგ: პალმიტინის და სტეარინის, აგრეთვე ოლეინის, ლინოლის და ლინოლენის.

გლიცერიდებს, რომელთა შემადგენლობაში შედიან ერთი და იგივე მჟავის ნაშთები, ეწოდებათ მარტივი, ხოლო გლიცერიდებს, რომელთა შემადგენლობაში შედიან ნაშთები სხვადასხვა მჟავებისა, ეწოდებათ შერეული. მაგ.



ამის გარდა გვხვდებიან ცხიმები, რომელთა ტრიგლიცერიდები შედგებიან ერთდროულად ნაჯერი და უჯერი მჟავების ნაშთებისაგან. მაგ. ლორის ცხიმი (ქონი) შედგება ოლეინის, პალმიტინისა და სტეარინის ტრიგლიცერიდებისაგან, ხოლო ძროხის – ოლეინის, პალმიტინის და ერბომჟავისაგან.

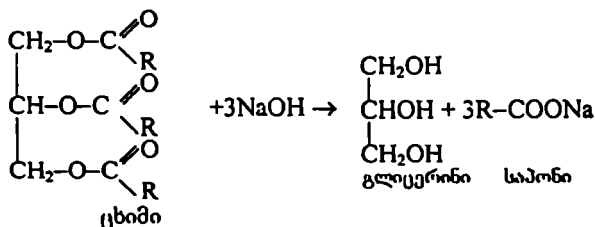
თხევად ცხიმებს ჩვეულებისამებრ უწოდებენ ზეთებს. ნაჯერი მჟავების გლიცერიდები მყარი ნაერთებია, ხოლო უჯერი მჟავებისა კი თხევადი. ამიტომ მცენარეული ზეთები, რომელთა გლიცერიდებში შედიან უჯერი მჟავები, მეტწილად თხევადი პროდუქტებია.

ცხიმების ქიმიური თვისებებიდან მეტად მნიშვნელოვანს წარმოადგენს მათი უნარი განიცადოს ჰიდროლიზი (შესაპვნა) და ჰიდროგენიზაცია.

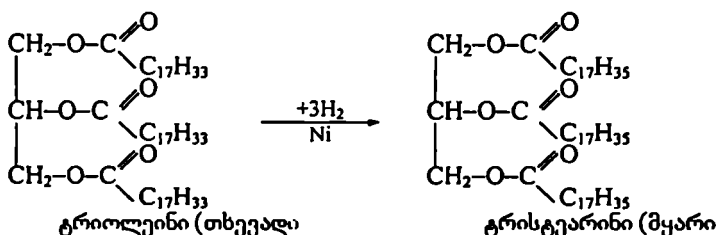
1. ცხიმების ჰიდროლიზი (შესაპვნა)

წყლისა და მაღალი ტემპერატურის ან მინერალური მჟავების (და ტუტეების), აგრეთვე ფერმენტების (ლიპაზა) გავლენით შეიძლება წარმართოს ცხიმების ჰიდროლიზის პროცესი. წყლით ჰიდროლიზის შემთხვევაში მიიღება გლიცერინი და უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავები, ხოლო ტუტით ჰიდროლიზისას მიიღებიან გლიცერი-

ნი და უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავას მარილები – საპონი (აქედან წარმოდგება ჰიდროლიზის პროცესის სახელწოდება - შესაპვნა).



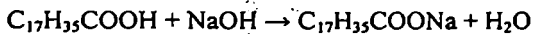
2. ცხიმების ჰიდროგენიზაცია (ჰიდრირება). ეს პროცესი მიმდინარეობს კატალიზატორის – წვრილად დაფხვნილი ნიკელის თანხლებით:



ამ დროს თხევადი მცენარეული ზეთები გადადიან მყარ ცხიმებში, თხევადი ცხიმებიდან მყარი ცხიმების მიღების მეთოდი პირველად დაამუშავა ს.ა.ფოკინმა. ასეთი მეთოდით მიღებული მყარი ცხიმები გამოიყენება არა მარტო ტექნიკური მიზნებისათვის, არამედ საკვები ცხიმის მარგარინის წარმოებისათვის.

11.4. საპნები და დეტერგენტები რთული ეთერების ბაზაზე

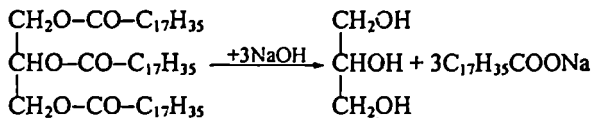
საპნებს უწოდებენ უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების ტუტე მეტალების შემცველ მარილებს წახშირბადის 10-18 ატომით . უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავები იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში და არ იხსნებიან წყალში, მაგრამ ისინი იხსნებიან ტუტეების წყალხსნარებში და წარმოქმნიან მარილებს:



სტეარინის მჟავა

ნატრიუმის სტეარატი (საპონი)

საპნები მიიღება ცხიმებზე Na-ის ან K-ის ტუტის მოქმედებით:

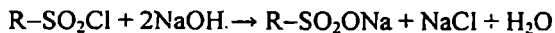


თუ ცხიმზე ვიმოქმედებთ KOH-ით მიიღება თხევადი საპონი.

საპნებს გააჩნიათ გრძელი, ნახშირბადული ჯაჭვი, რომელიც აზოტოვებს მათ გახსნას წყალში და ამიტომ ისინი მოქმედებენ როგორც ემულგატორები და დეტერგენტები (გამრეცხი საშუალებანი). თუ საპნის ნახშირბადულ ჯაჭვს აქვს ნახშირბადის 10 ატომზე ნაკლები, მაშინ იგი არ შეასრულებს ემულგატორის როლს, ხოლო როცა ნახშირბადატომების რაოდენობა აღემატება 18-ს, მაშინ არ წარმოქმნის წყალში კოლოიდურ ხსნარს.

უკანასკნელი ათწლეულების მანძილზე დაიწყო სინთეზური პროდუქტების წარმოება, რომელთაც აქვთ საპნების ან ემულგატორების თვისებები. ასეთებია, მაგ. მეორეული ალკილსულფატების ნატრიუმის მარილები, რომელთაც 8-დან 18-მდე ნახშირბადის ატომი გააჩნია. მათ ღებულობენ ნავთობის კრეკინგის პროდუქტების ოლეფინური ფრაქციის სულფირებით.

ნახშირწყალბადების ფრაქციის სულფოქლორირებით წარმოქმნილ სულფომჟავების ქლორჰიდრიდების ნარევეზე სოდის ან სილიკატების მოქმედებით ისინი გარდაიქმნებიან სულფომჟავების მარილებად, რომლებიც გამოიყენებიან გამრეცხ ფხვნილებად:



ცხიმოვანი მჟავების კატალიზური ალდგენით, განსაკუთრებით ქოქოსის ზეთიდან წარმოიქმნება სპირტების ნარევი, რომელიც სულფირებით გარდაიქმნება გამრეცხ საშუალებად.

ამჟამად მზადდება გაცილებით მეტი რაოდენობით გამრეცხი საშუალებები, ვიდრე საპნები (ექვსას დასახელებაზე მეტი). სინთეზური გამრეცხი საშუალებები საპნებისაგან განსხვავდებიან ვერ

გრძნობენ წყლის სიხისტეს. საპნების შეცვლა სინთეზური გამრეცხი საშუალებებით ამცირებს საკვები ცხიმების ხარჯს ტექნიკური მიზნებისათვის.

უამრავი ღირსების მიუხედავად სინთეზურ გამრეცხ საშუალებებს გააჩნიათ არსებითი ნაკლოვანებები. მათგან მთავარია ის, რომ ზოგიერთი მათგანი ტოქსიკურია, შხამავს ჩანარეცხ წყლებს, რის გამო ირღვევა მდინარეების ბიოლოგიური გაწმენდა, რაც გამოუსადეგარს ხდის წყალს საკვების მოსამზადებლად და თევზის გამრავლებისათვის.

11.5. ზეთების გაშროსა (აფსკწარმოქმნა), სიკატივები და ცვილები, მათი გამოყენება ხის დამუშავებაში

მცენარეული ზეთები, რომლებიც შეიცავენ ორი ან მეტი ორმაგი კავშირების მქონე უჯერი მჟავების გლიცერიდებს, ჰაერზე დაჟანგვისას წარმოქმნიან გამჟვრვალე აფსკს-ლინოქსინს. ასეთ ზეთებს უწოდებენ შრობადს, თუმცა ამ დროს ზეთი კი არ შრება სიტყვის პირდაპირი გაგებით, არამედ შთანთქავს ჟანგბადს და თვითიჟანგება ჰიდროჟენის წარმოქმნით. ეს პროცესი მთავრდება პოლიმერიზაციის სტადიით. ზეთი შრება (იჟანგება) მით უფრო ადვილად, რაც უფრო უჯერია მისი გლიცერიდის შემადგენლობაში შემავალი მჟური ნაშთები. ამ ნიშნის მიხედვით ყველა მცენარეული ზეთები იყოფიან შრობად (ტუნგის, სელის, ყაყაჩოს, კაკლის, კანაფის, რომელთა შემადგენლობაში ჰედიან ლინოლის და ლინოლენის მჟავები), ნახევრადშრობად (მზესუმზირის, სოიოს, ბამბის, რომელთა შემადგენლობაში შედიან მცირე რაოდენობით უჯერი მჟავები) და ბოლოს, უშრობ ზეთებად, ზეითუნის, არაქისის, ნუშის, პალმის, ქოქოსის, რომელთა გლიცერიდები ძირითადად შედგებიან ოლეინის მჟავის ნაშთებისაგან).

ზეთების გაშრობა შეიძლება მნიშვნელოვნად დავაჩქაროთ, თუ შრობად ზეთებს დავამატებთ სპეციალურ დამაჩქარებლებს – ე.წ. სი-

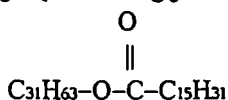
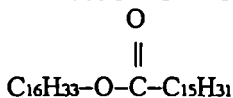
კატივებს (ტყვიის, მანგანუმის და კობალტის მარილები). მათგან ყველაზე აქტიურები არიან კობალტის სიკატივები, ზეთების გახურებისას ასეთი დანამატებით მიიღებენ ოლიფას.

ნედლეულის და ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ოლიფები იყოფიან ნატურალურ (მათ აზოადებენ შრობადი ზეთებისაგან სიკატივების დამატებით), ნახევრადნატურალურ (მათ მიიღებენ შესქელებული მცენარეული ზეთებიდან და ცხიმებიდან, აგრეთვე პოლიეთერებიდან და თანაპოლიმერებიდან მათზე სიკატივების შემდგომი დამატებით) და სინთეზურ ოლიფებად (ისინი მზადდება ნავთობპროდუქტებისაგან, ქვანახშირის, ფიქალების, სინთეზური კაუჩუკის წარმოების ნარჩენებისაგან და სხვ).

ოლიფა გამოიყენება შესქელებული საღებავების დასამზადებლად და გასაზაველად, აგრეთვე შესაღები ზედაპირის დაგრუნტისათვის. ოლიფისაგან დამზადებული საღებავები წარმოადგენენ მეტალების კოროზიისაგან, ხოლო ხის – ლპობისაგან დაცვის საშუალებას. ოლიფა გამოიყენება სხვადასხვა ობიექტების და ნაკეთობების როგორც შიგა, ისე გარეთა ზედაპირების დეკორატიული გაწყობისათვის. –

11.6. ცვილები

ცვილები (თაფლის სანთელი) წარმოადგენენ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ცხიმისმაგვარ ნივთიერებებს. ქიმიური შემადგენლობის მიხედვით ცვილები რთული ეთერებია, მხოლოდ მათ შემადგენლობაში გლიცერინის ნაცვლად შედიან ერთატომიანი მაღალმოლეკულური ცეტილის და მირიცილის სპირტები. მაგ:



გარეგნობით, ფიზიკური თვისებებით და წარმოშობის მიხედვით ცხიმებს და ცვილს ბევრი რამ აქვთ საერთო. ცნობილია მარტი-

ვი ხერხი, რომლის საშუალებით ადვილად შეიძლება ცვილის განსხვავება ცხიმისაგან. კერძოდ, ძლიერი გახურებისას ცხიმი გამოსცემს აკროლენის მწვავე სუნს, ხოლო ცვილს ამ დროს სასიამოვნო სუნი აქვს.

ცვილები იჩენენ დიდ ჰდგრადობას მრავალი ქიმიური რეაგენტის მოქმედებისადმი და პრაქტიკულად არ იცვლებიან ხანგრძლივი შენახვისას.

ცვილები გამოიყენებიან ადამიანის მოღვაწეობის მრავალ სფეროში. მაგ. ცვილის ხსნარები სკიპიდარში გამოიყენებიან როგორც მასტიკა პარკეტის იატაკის, ავეჯის და სხვ. გასაპრიალებლად.

11.7. ერთფუძიანი უჯერი მჟავები

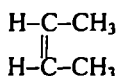
ერთფუძიანი უჯერი მჟავების ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n-1}COOH$.

ამ რიგის ნაერთების პირველი წევრია $CH_2=CH-COOH$ აკრილ-მჟავა, რომელსაც საერთაშორისო ნომენკლატურით ეწოდება პროპენმჟავა. შემდეგი წევრი $C_4H_6O_2$ გვხვდება სამი იზომერის სახით:

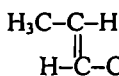
1. $CH_2=CH-CH_2-COOH$ ვინილმმარმჟავა, 3-ბუტენმჟავა
2. $CH_3-CH=CH-COOH$ კროტონმჟავა, 2-ბუტენმჟავა
3. $CH_2=C-COOH$ მეთაკრილმჟავა, 2-მეთილპროპენმჟავა



კროტონმჟავა არსებობს ორი გეომეტრიული იზომერის სახით,



ცის-იზომერი
იზოკროტონმჟავა
(ლაბილური ფორმა)



ტრანს-იზომერი
კროტონმჟავა
(სტაბილური ფორმა)

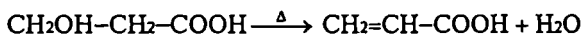
გეომეტრიული (ცის-ტრანს) იზომერია გამოწვეულია ორმაგ-ბმიან ნახშირბადატომებთან ჩანაცვლების სივრცითი განლაგებით,

ცის-იზომერში ორმაგი ბმის მიმართ წყალბადატომები განლაგებულია ერთ მხარეზე, ხოლო ტრანს-იზომერში სხვადასხვა მხარეზე.

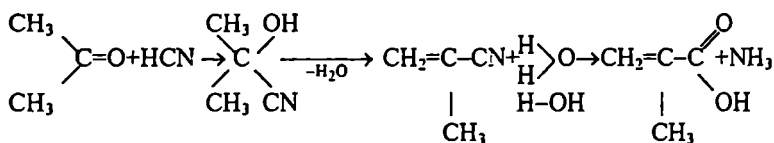
მჟავებში ორმაგი ბმის მდებარეობას კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ აღნიშნავენ ბერძნული ასოებით. მაგალითად, აკრილმჟავა მიეკუთვნება α, β -უჯერ მჟავებს, ვინილმმარმჟა β, γ -უჯერ მჟავებს.

11.7.1. მიღების ხერხები

1. უჯერი მჟავები მიიღება β -ოქსიმჟავების დეჰიდრატაციით:

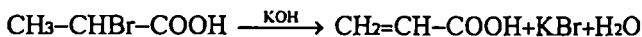


2. მეთაკრილმჟავას სინთეზს ჩვეულებრივ აცეტონის და ციან-წყალბადმჟავასაგან აწარმოებენ. ჯერ წარმოიქმნება შესაბამისი α -ოქსინიტრილი, რომელიც შემდეგ განიცდის დეჰიდრატაციას, მიიღება უჯერი მჟავას ნიტრილი, რომლის შემდგომი დეჰიდრატაციით მიიღება უჯერი მჟავა:



α -ოქსიზოგერბოჟავას ნიტრილი

3. უჯერი მჟავები მიიღებიან ჰალოგენჩანაცვლებული მჟავებიდან ჰალოგენწყალბადის მოხლეჩით, მაშინ რეაქცია მიდის ადვილად თუ ჰალოგენი α -მდგომარეობაშია. რეაქცია მიმდინარეობს ტუტე სპირტსნარების მოქმედებით:



11.7.2. ფიზიკური თვისებები

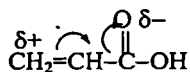
უჯერი მჟავები არიან როგორც სითხეები, ასევე კრისტალური ნივთიერებები. პირველი წევრები მძაფრი სუნის მქონე, წყალში

ხსნადი ნივთიერებებია. ნაჯერი რიგის ერთფუძიან მჟავებთან შედარებით, აქვთ მეტი სიმკვრივე და დისოციაციის ხარისხი.

11.7.3. ქიმიური თვისებები

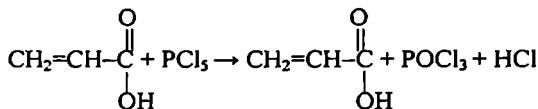
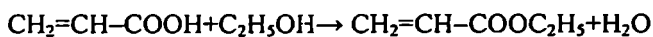
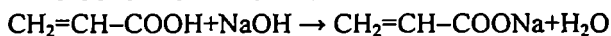
უჯერი ერთფუძიანი მჟავები უფრო ძლიერია ვიდრე ნაჯერი რიგის ერთფუძიანი მჟავები.

მჟავა მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო ახლოა ეთილენური ბმა კარბოქსილის ჯგუფთან, ეს აიხსნება იმით, რომ ორმაგი ბმა კარბოქსილის ჯგუფთან იმყოფება შეუღლებულ მდგომარეობაში.

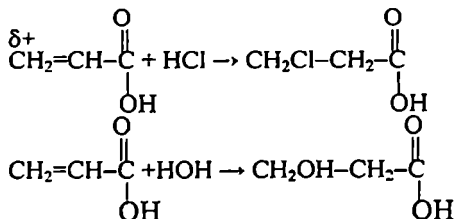


მათ ახასიათებთ როგორც კარბოქსილის, ასევე ეთილენური ბმის რეაქციები. ისინი, როგორც მჟავები, წარმოქმნიან მარილებს, რთულ ეთერებს, ჰალოგენიდებს, ანჰიდრიდებს, ამიდებს, ხოლო როგორც ეთილენური წარმოებულები ორმაგი ბმის ხარჯზე შედიან შეერთების. დაჟანგვისა და პოლიმერიზაციის რეაქციებში.

ა) რეაქციები კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ



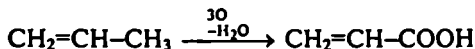
ბ) რეაქციები ეთილენური ბმის მიმართ:



11.7.4. ცალკეული წევრები

აკრილმჟავა $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ მრეწველობაში მას ღებულობენ:

1. პროპილენის დაჟანგვით:

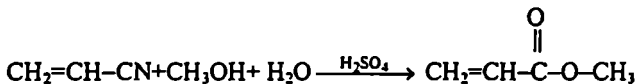


2. აცეტილენიდან:



აკრილმჟავა წარმოადგენს მძაფრი სუნის, უფერო სითხეს, დუღს 140°C -ზე. იგი განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება მყარი მასა – პოლიაკრილმჟავა.

ტექნიკაში გამოიყენება აკრილმჟავას ნიტრილები და ეთერები. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია აკრილმჟავას მეთილის ეთერი ანუ მეთილაკრილატი, რომელსაც სამრეწველო გზით ღებულობენ აკრილნიტრილის, მეთანოლისა და გოგირდმჟავას ნარევის გაცხელებით:

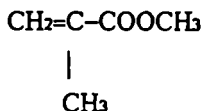


მეთილაკრილატი ადვილად განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება გამჭვირვალე მინისებური ნივთიერება, რომელიც გამოიყენება ორგანული მინისა და ზოგიერთი სხვა პოლიმერების მისაღებად.

მეთაკრილმჟავა $\text{CH}_2=\text{C}-\text{COOH}$

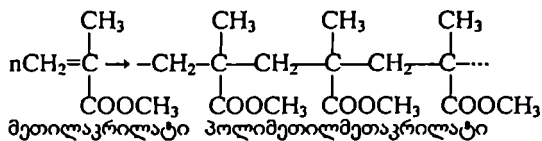


იგი დიდი რაოდენობით მიიღება აცეტონიდან. მნიშვნელოვანია მეთაკრილმჟავას მეთილის ეთერი – მეთილაკრილატი



რომელიც ადვილად განიცდის პოლიმერიზაციას და წარმოიქმნება მინისებური მასა.

მეთილმეთაკრილატის პოლიმერიზაცია მიმდინარეობს შემდეგი სქემის მიხედვით:



პოლიმეთილმეთაკრილატი გამოყენებულია ორგანული მინის, აფსკების, წებოებისა და მრავალი სხვა დანიშნულების მასალების მისაღებად.

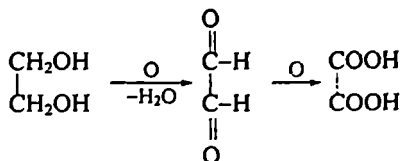
11.8. ორფუძიანი მჟავები

ორფუძიანი მჟავები შეიცავენ კარბოქსილის ორ ჯგუფს. მათი ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{COOH})_2$. ქვემოთ მოყვანილია ორფუძიანი მჟავას ფორმულები, მათი სახელწოდება ტრივიალური და საერთაშორისო ნომენკლატურით:

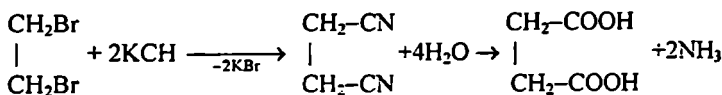
	ტრივიალური	საერთაშორისო
$\text{COOH}-\text{COOH}$	მჟაუნმჟავა	ეთანდიმჟავა
$\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	მალონმჟავა	პროპანმჟავა
$\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	ქარვამჟავა	ბუტანდიმჟავა
$\text{COOH}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$	მეთილმალონმჟავა	მეთილ-პროპან-დიმჟავა
$\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	გლუტარმჟავა	პენტანდიმჟავა
$\text{COOH}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	ადიპინმჟავა	ჰექსანდიმჟავა

მიღება. მიღების სინთეზური წესები ძირითადად იგივეა, რაც ერთფუძიანი მჟავებისათვისაა ცნობილი. ამასთანავე ორთავე კარბოქსილის ჯგუფი ერთდოულად ან თანდათანობით შეიძლება იქნას შეყვანილი.

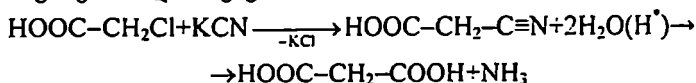
1. ორფუძიანი მჟავები მიიღებიან ორატომიანი სპირტების და დიალდეჰიდების დაჟანგვით:



2. მიიღებიან ციანჰიდრინის მეთოდით. დიჰალოგენალკანებზე KCN-ის მოქმედებით წარმოიქმნება შესაბამისი დინიტრილი, რომლის ტუტე ან მჟავე არეში ჰიდროლიზის შედეგად მიიღება ორფუძიანი მჟავა



3. მალონმჟავას ლებულობენ მონოქლორმარმჟავაზე KCN-ის მოქმედებით მიღებული ნიტრილის მჟავე არეში ჰიდროლიზით წარმოიქმნება მალონმჟავა



11.8.1. ფიზიკური თვისებები

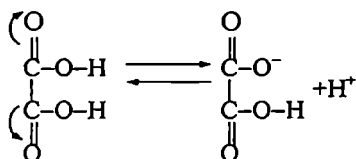
ორფუძიანი მჟავები უფრო კრისტალური ნივთიერებები არიან. წყალბადური ბმის მეშვეობით ისინი უფრო ძლიერ ასოცირებულნი არიან, ვიდრე ერთფუძიანი მჟავები. ორფუძიან მჟავებში უფრო მკვეთრადაა გამოხატული ლღობის ტემპერატურის თავისებური კანონზომიერება. ლუწი ნახშირბადატომის შემცველი მჟავების ლღო-

ბის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე კენტი ნახშირბადის ატომის შემცველი მჟავასი.

ორფუძიანი მჟავები წყალში იხსნებიან. წყალში ხსნადობა ჰომოლოგიური რიგის ზრდასთან ერთად მცირდება.

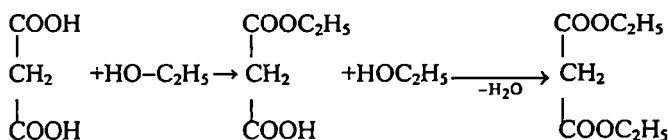
11.8.2. ქიმიური თვისებები

ორფუძიანი მჟავები უფრო ძლიერი არიან, ვიდრე შესაბამისი ერთფუძიანი მჟავები. ეს აიხსნება კარბოქსილის ჯგუფების ურთიერთგავლენით, რაც აადვილებს დისოციაციას.



მათ ახასიათებთ ყველა ის რეაქცია, რაც ერთფუძიანი მჟავებისათვისაა დამახასიათებელი, მაგრამ რადგან შეიცავს ორ კარბოქსილის ჯგუფს, აქვს უნარი მოგვცეს სრული და არასრული ნაწარმები, ტუტეებთან წარმოქმნის მჟავე და სრულ მარილებს, მაგალითად კალიუმის ოქსალატი $\text{KOOC}-\text{COOK}$ კალიუმის მჟავე ოქსალატი $\text{COOH}-\text{COOK}$.

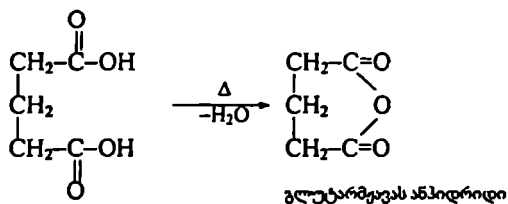
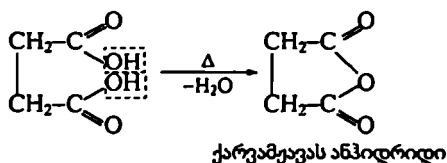
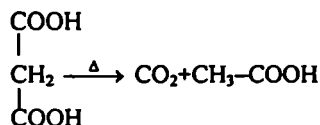
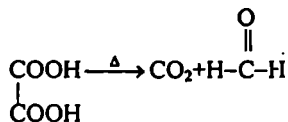
მნიშვნელოვანია მალონმჟავას ეთილის ეთერი, რომელიც მიიღება მალონმჟავაზე ეთილის სპირტის მოქმედებით.



მალონმჟავა ეთილის ეთერი.

ორი კარბოქსილის ჯგუფის შემცველობის გამო მათ ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები. კერძოდ, დაბალი წარმომადგენლები გა-

ხურებით განიცდიან დეკარბოქსილირებას და გადადიან ერთფუძიან მჟავაში.



მაღალი წევრები გახურებით გამოყოფენ წყალს და გარდაიქმნებიან ციკლურ ანჰიდრიდებად:

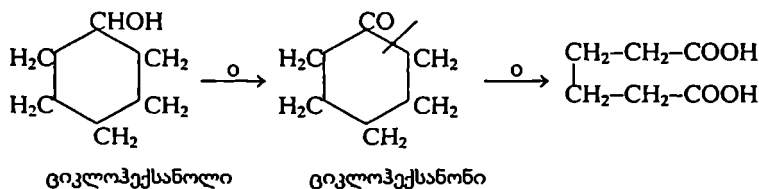
11.8.3. ცალკეული წარმომადგენლები

მჟაუნმჟავა. იგი ფართოდაა გავრცელებული მარილების სახით მცენარეებში. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიცავს წყალმცენარეები, სოკოები, კალიუმის მჟავე მარილის სახით იგი გვხვდება მჟაუნაში.

მჟაუნმჟავას იყენებენ, როგორც აღმდგენელს. გარდა ამისა, მას

იყენებენ სამღებრო საქმეში, როგორც ფერმჭერს, მეტალთა გაპრია-
ლებისათვის, ზოგიერთი ხის ნაკეთობათა გათეთრებისათვის, ქსო-
ვილებიდან ლაქების ამოსაყვანად და სხვა საქმეში.

მალონმჟავა და ადიპინმჟავა იმყოფება შაქრის ჭარხლის წვენ-
ში. ადიპინმჟავა დიდი რაოდენობით მიიღება ციკლოჰექსანოლის
დაჟანგვით:

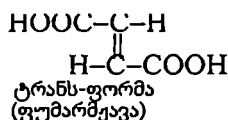
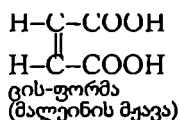


ადიპინმჟავა წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, ღვება
153°C-ზე. ცუდად იხსნება წყალსა და ეთერში. კარგად იხსნება სპირ-
ტში.

ადიპინმჟავა ზოგჯერ გამოიყენება კვების მრეწველობაში ღვი-
ნისა და ლიმონმჟავას მაგიერ, დიდი რაოდენობით გამოყენებულია
სინთეზური ბოჭკოს – ნეილონის მისაღებად.

11.9. ორფუმიანი უჯერი მჟავები

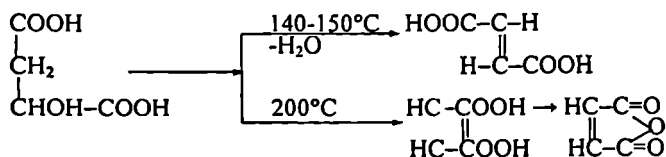
ორფუმიანი უჯერი მჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია
ბუტენდიმჟავა ანუ ეთილენდიკარბონმჟავა $\text{CH}_3\text{--CH=CH--COOH}$, რო-
მელიც გვხვდება ორი კონფიგურაციის ცის და ტრანს იზომერის სა-
ხით:



ფუმარმჟავა გვხვდება სხვადასხვა მცენარეებში. იგი აღმოჩენი-
ლი იქნა მცენარე – შავთარაში, საიდანაც წარმოიშვა მისი სახელი

(ლათ. *maria officinales*). მალეინმჟავა ბუნებაში არ არის ნაპოვნი. იგი პირველად მიიღეს ვაშლის მჟავის დეჰიდრატაციით (ლათ. *malum* ვაშლი).

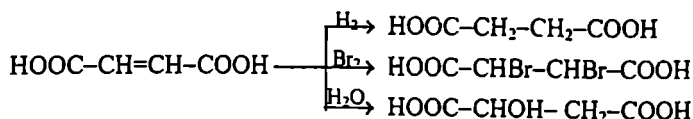
ორივე მჟავა მიიღება ვაშლის მჟავას (ოქსიქარვამჟავა) გახურებით. ფრთხილი გახურებით $140-150^{\circ}\text{C}$ პირითადად ფუმარმჟავა წარმოიქმნება, ხოლო უფრო მაღალ ტემპერატურაზე 200°C მალეინის მჟავა



ეს მჟავები მკვეთრად განსხვავდებიან ფიზიკური და ზოგიერთი ქიმიური თვისებებით. ფუმარმჟავა კრისტალური ნივთიერებაა, რომელიც ღვება 287°C , წყალში ცუდად იხსნება, განსხვავებით მალეინმჟავისაგან წარმოადგენს სტაბილურ ფორმას. მალეინმჟავა ღვება 130°C -ზე, წყალში კარგად იხსნება, წარმოადგენს ლაბილურ ფორმას, მომწამვლელია.

11.9.1. ქიმიური თვისებები

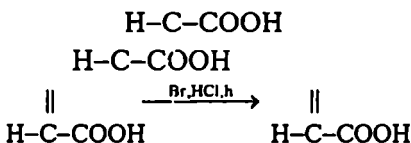
მალეინისა და ფუმარის მჟავებს, როგორც ორმაგი ბმის შემცველ ნაერთებს ახასიათებთ შეერთების რეაქციები. მაგალითად იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენებს, ჰალოგენწყალბადს, წყალს და სხვ.



ორივე მჟავა KmnO_4 -ის განზავებული ხსნარით დაჟანგვისას წარმოქმნის ღვინომჟავებს (ყურძნის ან მეზოლვინის მჟავას). მეორეს

მხრივ ორივე მჟავა კარბოქსილის ჯგუფის ხარჯზე წარმოქმნის მარილებს, რთულ ეთერებს, ამიდებს და სხვა მჟავას ნაწარმებს.

მალეინის მჟავა როგორც ლაბილური ფორმა ბრომის და ჰალოგენწყალბადმჟავათა კატალიზური მოქმედებით, მზის სხივების გავლენით გადადის ფუმარმჟავაში:



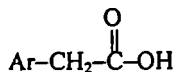
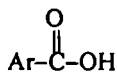
ფუმარმჟავას გადასვლა მალეინმჟავაში ხორციელდება ულტრაიისფერი დასხივებით.

მალეინმჟავას დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს. მალეინმჟავათი დამუშავებული მინის ქსოვილი თავისი სიმტკიცით არ ჩამოუვარდება უჟანგავ ფოლადს. მალეინმჟავას სხვადასხვა ნივთიერებებთან კომპოზიციით მიღებულია ისეთი გამძლე მასალები, რომლებიც გამოყენებულია კოსმოსური რაკეტების კორპუსის, ავტომანქანების, გემების კორპუსების, წყალსადენი მილებისა და სხვათა დასამზადებლად. მალეინმჟავას ბაზაზე შექმნილია სპეციალური საიზოლაციო ქსოვილები და სხვ. მალეინმჟავას იყენებენ კვების მრეწველობაში ცხიმების, ზეთების, რძის ფხვნილისა და სხვა საკვები პროდუქტების გამწარების თავიდან ასაცილებლად.

თავი XII

12.1. არომატული კარბონმჟავები

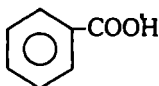
არომატული კარბონმჟავები ეწოდება ბენზოლის წარმოებულებს, რომლის ერთი ან რამდენიმე H ატომი შეცვლილია კარბოქსილის ჯგუფით. იმ შემთხვევაში, როცა კარბოქსილის ჯგუფი გვერდით ჯაჭვშია, განიხილება როგორც ცხიმოვან-არომატული კარბონმჟავები.



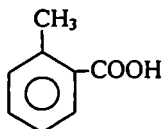
იმის მიხედვით არომატული მჟავები თუ რამდენ კარბოქსილის ჯგუფს შეიცავენ არჩევენ მონო, დი- და მრავალფუძიან მჟავებს.

12.2. ერთფუძიანი არომატული მჟავები

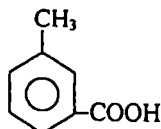
ერთფუძიანი არომატული მჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია ბენზოის მჟავა



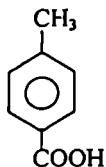
მომდევნო წევრი არსებობს ოთხი იზომერის სახით



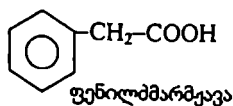
ო-ტოლუილმჟავა
(ო-მეთილბენზოლმჟავა)



მ-ტოლუილმჟავა
(მ-მეთილბენზოის მჟავა)



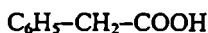
პ-ტოლუოლმჟავა
(პ-მეთილბენზოის მჟავა)



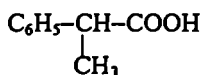
ფენილმმარმჟავა

არომატული კარბომჟავების სახელწოდება, როდესაც კარბოქსილის ჯგუფი უშუალოდ ბირთვთან არის დაკავშირებული, იწარმოება არომატული ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან, დაემატება დაბოლოება ერთფუძიანი მჟავასათვის მჟავა (კარბომჟავა), ხოლო ორფუძიანი მჟავასათვის დიკარბომჟავა, მაგ. ბენზომჟავა.

რაც შეეხება ცხიმოვან-არომატულ კარბომჟავებს, მათი სახელწოდება იწარმოება შესაბამისი ცხიმოვანი რიგის მჟავას სახელწოდებიდან იმ არილის ჩვენებით, რომელიც რადიკალის H-ის ადგილზეა ჩანაცვლებული.

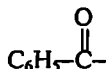


ფენილმარმჟავა
(α -ტოლულის მჟავა)



ფენილმეთილმარმჟავა
(α -ფენილპროპიონმჟავა)

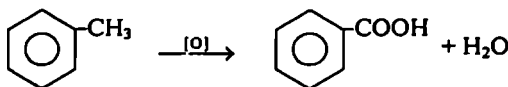
ბენზომჟავას რადიკალს ბენზოილი ეწოდება.

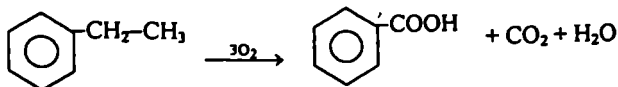


12.2.1. ერთფუძიანი არომატული კარბომჟავების მიღება

არომატული კარბომჟავები მიიღებიან იმ საერთო მეთოდებით, რომელიც ცნობილია ალიფატური რიგის მჟავების მისაღებად. არის კიდევ სპეციალური სხვა მეთოდებიც, რომელთაგან მნიშვნელოვანია:

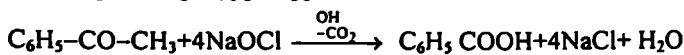
1. ბენზოლის ჰომოლოგების დაჟანგვა. დამჟანგველად გამოყენებულია ქრომის მჟავა ან პერმანგანატის ტუტეანი ხსნარი. მაგალითად ტოლუოლის ან მონოალკილჩანაცვლებულთა დაჟანგვით მიიღება ბენზოის მჟავა:



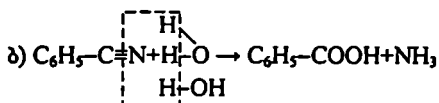
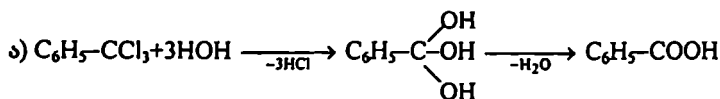


იქანგება ის ნახშირბადატომი, რომელიც უშუალოდ არის დაკავშირებული ბირთვთან.

2. მიიღებიან ცხიმოვან-არომატული კეტონების დაჟანგვით. მაგ. მეთილფენილკეტონის დაჟანგვა მიმდინარეობს ჰიპოქლორიდის დახმარებით შემდეგი სქემით:

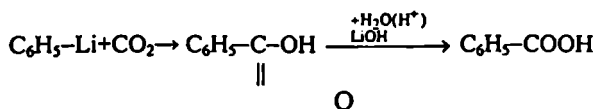


3. მიიღებიან ჰალოგენანწარმებისა და ნიტრილების ჰიდროლიზით:

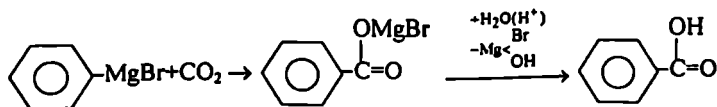


4. არომატული კარბომჟავები მიიღებიან ლითიუმორგანული ნაერთების, გრინიარის რეაქტივის კარბოქსილირებით და მიღებული პროდუქტის შემჟავებული წყლით ჰიდროლიზით.

ა) ლითიუმორგანული ნაერთის გამოყენებით:



ბ) გრინიარის რეაქტივის გამოყენებით



12.2.2. ფიზიკური თვისებები

ბენზოლის რიგის ერთფუძიანი კარბონმჟავები წარმოადგენენ უფრო კრისტალურ ნივთიერებებს. პირველი წევრები მცირე ოდენობით იხსნებიან წყალში. კარგად იხსნებიან სპირტში და ეთერში.

არომატულ მჟავებს დუდილის და ღღობის ტემპერატურა უფრო მაღალი აქვთ, ვიდრე შესაბამისი ალიფატური რიგის მჟავებს, იმავე ნახშირბადის ატომების რიცხვით.

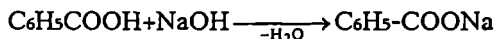
12.2.3. ქიმიური თვისებები

არომატული კარბონმჟავები ალიფატური რიგის მჟავებთან შედარებით უფრო მაღალი მჟაური ბუნებით ხასიათდება

არომატული კარბონმჟავებისათვის დამახასიათებელია ყველა თვისება, რაც ახასიათებს ალიფატური რიგის კარბონმჟავებს, იძლევიან მარილებს, ჰალოგენანჰიდრიდებს, რთულ ეთერებს, ნიტრილებს, ამიდებს. მეორეს მხრივ იძლევიან ბენზოლის ბირთვის დამახასიათებელ რეაქციას. ნიტრირდებიან, სულფირდებიან, ჰალოგენირდებიან.

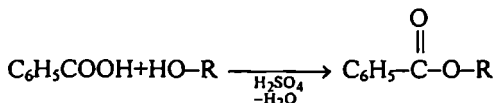
განვიხილოთ ზოგიერთი რეაქციები

1. მარილები. მარილები წარმოიქმნებიან არომატულ კარბონმჟავებზე ტუტის მოქმედებით

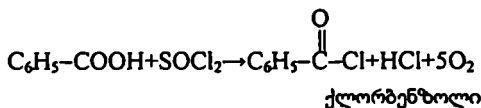


ბენზომჟავანატრიუმის მარილი

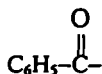
2. რთული ეთერების წარმოქმნა



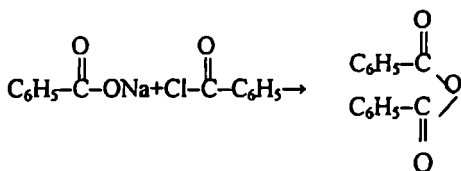
3. ჰალოგენანჰიდრიდების წარმოქმნა. ჰალოგენანჰიდრიდები მიიღებიან არომატულ მჟავაზე თიონილქლორიდის ან ფოსფორის (V) ქლორიდის მოქმედებით:



ქლორბენზოილი არასასიამოვნო სითხეა, მისი ორთქლი აღიზიანებს ლორწოვან გარსს. იგი ადვილად შედის რეაქციებში და გამოყენებულია, როგორც მახეზოილირებელი საშუალება (ე.ი. ბენზოლის ჯგუფის შეყვანა მოლეკულაში).



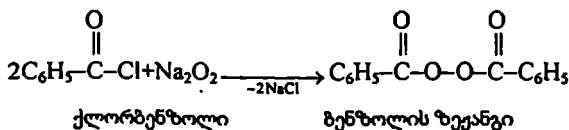
4. ბენზოისმჟავას ანჰიდრიდის მიღება. იგი მიიღება ბენზომჟავანატრიუმის მარილის მოქმედებით ქლორბენზოლზე:



ბენზომჟავას ანჰიდრიდი

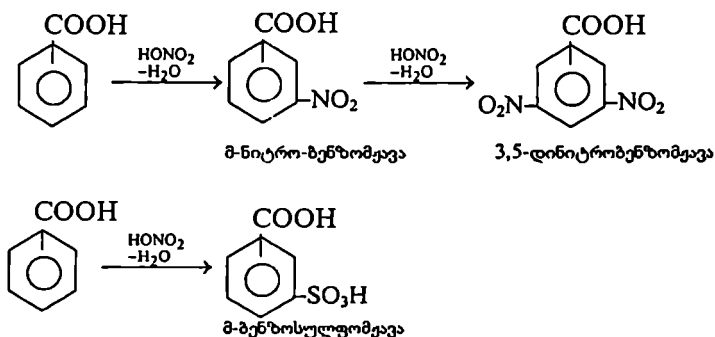
ბენზოისმჟავას ანჰიდრიდი უფრო სუსტი მახეზოილირებელი რეაგენტი, ვიდრე ქლორბენზოილი.

5. ქლორბენზოილზე ნატრიუმის ზეჟანგის მოქმედებით მიიღება ბენზოილის ზეჟანგი (ბენზოილის პეროქსიდი), რომელიც გამოყენებულია როგორც პოლიმერიზაციის რეაქციის ინიციატორი. იგი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას.



12.2.4. ბირთვის დამახასიათებელი რეაქციები

კარბოქსილის ჯგუფი როგორც მეორე რიგის ჩამნაცვლებელი ელექტროფილურ რეაგენტს მიმართავს მეტა-მდგომარეობაში. მაგალითად, ბენზოის მჟავის ნიტრირებისას მიიღება მ-ნიტრობენზომჟავა.



12.2.5. ცალკეული წარმომადგენლები

ბენზომჟავა ძალიან გავრცელებულია ბუნებაში. იგი გვხვდება როგორც თავისუფალი, ისე ეთერების სახით. სხვადასხვა ფისსა და ბალზამში (პერუს ბალზამში), ბენზოის მჟავა ეთერის სახით არის საკმეველში. გვხვდება დიდი რაოდენობით ცხოველებშიც. იგი მცირე რაოდენობით ფარმაცევტული მიზნებისათვის მიიღება ბენზოის ფისის გამოხდით. დიდი რაოდენობით მას ღებულობენ ტოლუოლის უშუალო დაჟანგვით.

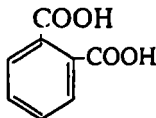
ბენზომჟავა კრისტალური ნივთიერებაა, აქროლადია. ლღობის ტემპერატურა $122,4^{\circ}\text{C}$. სიციფეში მას სუნი არ აქვს. მის ორთქლს კი ინტენსიური, თავისებური სუნი აქვს. ძლიერ აღიზიანებს ლორწოვან გარსს და იწვევს ხველას.

ბენზოის მჟავა და მისი მარილები გამოყენებას პოულობენ მედიცინაში, საღებარების წარმოებაში. იგი წარმოადგენს აგრეთვე სა-

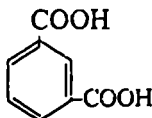
წყის მასალას პოლიმერიზაციული პროცესების ერთ-ერთი ინდიკატორის - ბენზოის ზეჟანგის მისაღებად.

12.3. არომატული ორფუძიანი მჟავები (ფტალმჟავა)

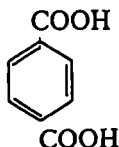
ორფუძიანი არომატული მჟავები ფტალმჟავას სახელწოდებითაა ცნობილი, რომლებიც გვხვდება ო-, მ- და პ-იზომერების სახით



ფტალის მჟავა
(ო-ფტალის მჟავა)
1,2-ბენზოდიკარბონმჟავა

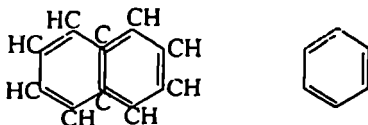


იზოფტალის მჟავა
(მ-ფტალის მჟავა)
1,3-ბენზოდიკარბონმჟავა

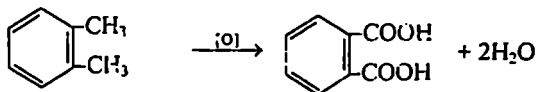


ტერეფტალმჟავა
(პ-ფტალის მჟავა)
1,4-ბენზოდიკარბონმჟავა

ყველაზე მნიშვნელოვანია ფტალის მჟავა (ო-იზომერი). იგი მიიღება სამრეწველო მასშტაბით ნაფტალინის კატალიზური დაჟანგვით. დაჟანგვა წარმოებს ჰაერის ჟანგბადით კატალიზატორის ვანადიუმის ოქსიდის თანაობით:



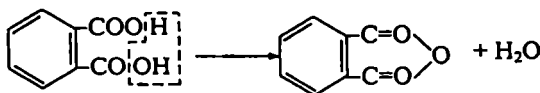
ორთოქსილოლის დაჟანგვით



ორფუძიანი არომატული მჟავები კრისტალური ნივთიერებებია, წყალში ცუდად იხსნებიან, განსაკუთრებით ტერეფტალისმჟავა. ორფუძიან მჟავებს ახასიათებს ის თვისებები, რაც საერთოდ არომატულ ერთფუძიან მჟავებს.

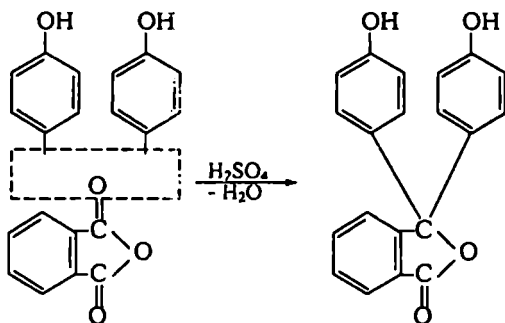
ფტალის მჟავა ადვილად კარგავს წყალს და წარმოიქმნება ან-

ჰიდრიდი, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა ორგანული ნაერთების მისაღებად.



ფტალის ანჰიდრიდი კრისტალური ნივთიერებაა. გამოიყენება პლასტიკური მასების, საღებავების წარმოებაში და სხვადასხვა ნაერთების მისაღებად.

ფტალის ანჰიდრიდი შედის კონდენსაციის რეაქციაში ფენოლთან გოგირდმჟავას თანაობით და წარმოქმნის ფენოლფტალეინს.



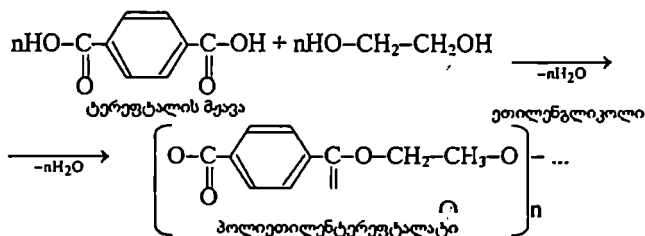
ფენოლფტალეინი

ფენოლფტალეინი უფერო კრისტალური ნივთიერებაა. წყალში ცუდად იხსნება, სპირტში კარგად. ტუტის მოქმედებისას იგი ინტენსიურად წითლად იფერება. იგი გამოყენებულია ინდიკატორად, ხოლო მედიცინაში – “პურგენის” სახელწოდებით, როგორც კუჭის შეკრულობის საწინააღმდეგო საშუალება.

არომატული ორფუბიანი მჟავები ფტალის მჟავა, ტერეფტალის მჟავა განსაკუთრებულ გამოყენებას პოულობენ პოლიმერების სინთეზში. იმის მიხედვით თუ როგორია აღნიშნული მოლეკულის მოლეკულური მასა, შეიძლება გამოყენებულ იქნას პლასტმასების, ლავსანის წარმოებაში და ფოტოგრაფიაში.

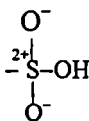
მაგალითად, ტერეფტალის მჟავა ორატომიან სპირტებთან – ეთილენგლიკოლთან შედის პოლიკონდენსაციის რეაქციაში, წარ-

მოქმნის მაღალმოლეკულურ რთულ პოლიეთერს – პოლიეთილენ-ტერეფტალატს, რომელიც გამოიყენება სინთეზური ბოჭკოს ლავსანის მისაღებად.

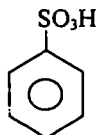


12.3.1. არომატული სულფომჟავები

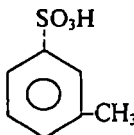
არომატულ სულფომჟავებს უწოდებენ ისეთ ნაერთებს, რომლებიც ბირთვში შეიცავენ სულფოჯგუფს – SO_3H . სულფოჯგუფი ელექტრონული აგებულების მხრივ ხასიათდება იმის სემიპოლარული ბმით:



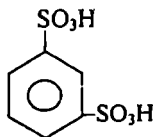
იმის მიხედვით, თუ რამდენი სულფოჯგუფია ბირთვთან დაკავშირებული, ანსხვავებენ მონო, დი, ტრი სულფომჟავებს.



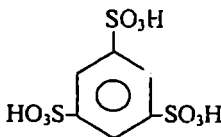
ბენზოსულფომჟავა



პ-ტოლსულფომჟავა

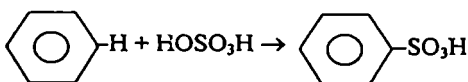


მ-ბენზოლისულფომჟავა



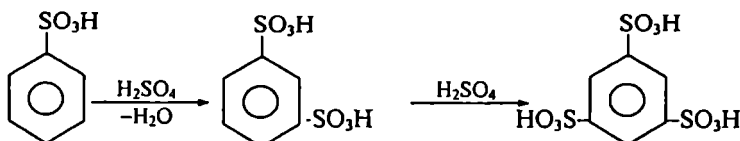
სიმ.ბენზოლტრისულფომჟავა

მიღება. ბენზოლსულფომჟები მიიღებიან არენებზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ან გოგირდის ტრიოქსიდის (SO_3) მოქმედებით:



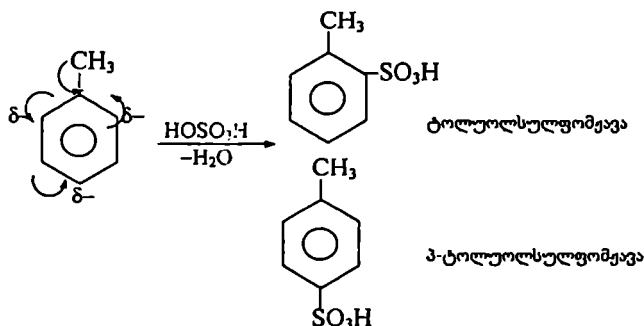
აღნიშნულ რეაქციას სულფირების რეაქცია ეწოდება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ბირთვში უკვე არსებობს ერთი სულფოჯგუფი მეორე სულფოჯგუფის შეყვანა შედარებით ჭირს. მეორე სულფოჯგუფი იკავებს მეტა-მდებარეობას. დი- და ტრისულფომჟებს ღებულობენ არენებზე მბოლავი გოგირდმჟავას ან უშუალოდ გოგირდის ტრიოქსიდის მოქმედებით, გაცხელებითა და კატალიზატორების თანაობით:



სიმ. ბენზოლტრისულფომჟება

შედარებით ადვილად ხდება სულფირება ბენზოლის ჰომოლოგების, რადგანაც ელექტრონული ღრუბელი აქ დეფორმირებულია. მაგ. ტოლუოლის სულფირებით შესაძლებელია ო და პ-იზომერის წარმოქმნა:



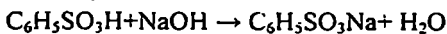
12.3.2. ფიზიკური თვისებები

სულფომჟავები წარმოადგენენ წყალში ხსნად, ჰიგროსკოპულ კრისტალურ ნივთიერებებს, სულფომჟავების მარილებიდან განსაკუთრებით კარგად იხსნებიან წყალში ნატრიუმის მარილები.

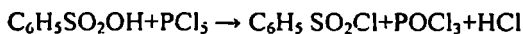
12.3.3. ქიმიური თვისებები

სულფომჟავები მიეკუთვნება ძლიერ მჟავებს. ისინი მრავალმხრივი ქიმიური გარდაქმნების პროდუქტებს იძლევიან.

1. მარილების წარმოქმნა

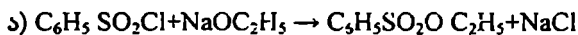


2. სულფომჟავა-ქლორანჰიდრიდების წარმოქმნა (სულფოქლორიდები)



ბენზოსულფოქლორიდი

სულფომჟავაქლორანჰიდრიდები კარბონმჟავაქლორანჰიდრიდების მსგავსად შეიძლება გარდაიქმნას შესაბამის ეთერებად, ამიდეზად და სხვ:



ბენზოსულფომჟავა ეთილის ეთერი

სულფოქლორიდებზე ამიაკის მოქმედებით მიიღება სულფამიდები

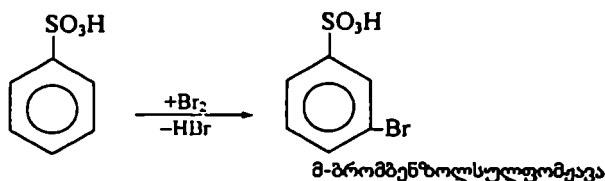


ბენზოსულფამიდი

სულფამიდები არიან უფრო კრისტალური ნივთიერებები, რომლებიც უფრო ნელა ჰიდროლიზდებიან, ვიდრე კარბონმჟავების არილები.

ბირთვის დამახასიათებელი რეაქციები (ელექტრული ჩანაც-

ვლების რეაქციები). როგორც ცნობილია, სულფოჯგუფი არის მეორე რიგის ჩამნაცვლებელი, ამიტომ შემდეგ ელექტროფილური ჩამნაცვლებელი უმთავრესად ადგილს იჭერს მ-მდებარეობაში



არილსულფომჟეები დიდ გამოყენებას პოულობენ მრეწველობასა და ორგანულ სინთეზში.

13.1. ნიტრონაერთები

ნიტრონაერთები იყოფიან ორ ჯგუფად: ცხიმოვანი რიგის ანუ ალიფატური ნიტრონაერთები და არომატული ნიტრონაერთები.

ალიფატური რიგის ნიტრონაერთები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნაჯერი ნახშირწყალბადების ნაწარმები, სადაც წყალბადის ერთი ან რამდენიმე ატომი აზოტმკავას ნაშთით – ნიტროჯგუფითაა ($-\text{NO}_2$) ჩანაცვლებული. ნაჯერი ნიტრონაერთებისათვის ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{NO}_2$

ზოგადი ფორმულის თანახმად ნიტროალკანების ჰომოლოგიური რიგი იქნება: CH_3-NO_2 , $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ და ა.შ.

13.1.1. იზომერია, ნომენკლატურა

პირველ ორ წევრს (CH_3NO_2 , $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$) იზომერი არ აქვს. იზომერია იწყება მესამე წევრიდან – ნიტროპროპანიდან და აქვს ორი იზომერი: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$; $\text{CH}_3-\text{C}_2\text{H}_4-\text{NO}_2$ ნიტრონაერთების სახელწოდება იწარმოება შესაბამისი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან თავსართი “ნიტროს” მიმატებით. სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით ნიტროჯგუფის მდებარეობა აღინიშნება ციფრით.

CH_3-NO_2 – ნიტრომეთანი

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ – ნიტროეთანი

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ – 1-ნიტროპროპანი (პირველადი)

$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ – 2-ნიტროპროპანი (მეორეული)



$\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$ იზომერებისათვის შესაბამისად გვექნება:

1. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ – 1-ნიტრობუტანი (პირველადი)

2. $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH--CH}_3$ – 2-ნიტრობუტანი (მეორეული)



3. $\text{CH}_3\text{--CH--CH}_2\text{--NO}_2$ – 1-ნიტრო-2-მეთილპროპანი (პირველადი)



4. CH_3



$\text{CH}_3\text{--C--CH}_3$ – 2-ნიტრო-2-მეთილპროპანი (მესამეული)



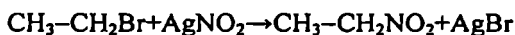
იმის მიხედვით, თუ რომელად ნახშირბადატომთან არის დაკავშირებული ნიტროჯგუფი, არჩევენ: პირველად (R--NO_2), მეორეულ (R_2CHNO_2) და მესამეულ (R_3CNO_2) ნიტრონაერთებს.

13.1.2. მიღების ხერხები

ნიტრონაერთები მიიღებიან:

1. პარაფინული ნახშირწყალბადების ნიტრირებით თხევად და გაზურ ფაზებში (კონოვალოვი, ტიტოვი).

2. ჰალოგენალკილებზე აზოტოვანი მჟავას მარილების მოქმედებით:



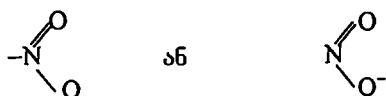
13.1.3. ფიზიკური თვისებები

ნიტრონაერთების დაბალი წარმომადგენლები დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეებია. წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან სპირტსა და ეთერში. შხამიანია. ნიტროჯგუფის შეყვანა ამაღლებს დუდილის ტემპერატურას. ნიტრომეთანი დუღს 101°C , ჰომოლოგიური რიგის გაზრდასთან ერთად იზრდება მათი დუდილის ტემპერატუ-

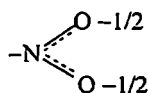
რა. პირველი სამი წევრის (ნიტრომეთანი, ნიტროეთანი, 1-ნიტროპროპანი) შეფარდებითი სიმკვრივე 1-ზე მეტია, ხოლო დანარჩენი წევრებისა 1-ზე ნაკლებია.

13.1.4. ქიმიური თვისებები

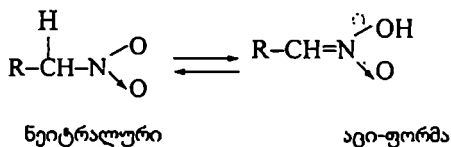
ნიტრონაერთების ქიმიური თვისებები განპირობებულია ნიტროჯგუფის შემცველობით მოლეკულაში. ნიტროჯგუფში ($-\text{NO}_2$) ადგილი აქვს სემიპოლარულ ბმას ჟანგბადს და აზოტს შორის:

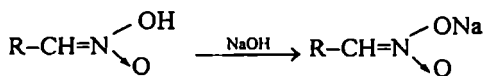


დადგენილია, რომ ჟანგბადის ორივე ატომი ნიტროჯგუფში ტოლფასია, რაც შეიძლება ასე გამოისახოს:



1. ნიტროჯგუფს ახასიათებს – I ეფექტი და იგი, როგორც ძლიერი ელექტროაქცეპტორული ბუნების მქონე ჯგუფი, პირველად და მეორეულ ნიტრონაერთებში H-წყალბადატომებს ხდის ადვილად მოძრავს. ნიტრონაერთები ჩვეულებრივ ნეიტრალური არიან, მაგრამ ტუტე გარემოში α -წყალბადატომები გადაადგილდება ნიტროჯგუფის ჟანგბადატომთან და წარმოიქმნება ნიტრონის მჟავა (აციფორმა), რომელიც წარმოადგენს ნიტრონაერთის ტაუტომერს. უკანასკნელი ტუტესთან მოქმედებით იძლევა მარილს.

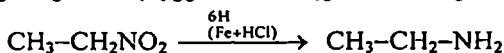




აციტრონაერთის მარილი

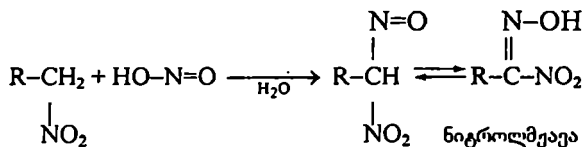
ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი მეორეული ნიტრონაერთებისათვისაც.

2. ნიტრონაერთების აღდგენით მიიღებიან ამინები:



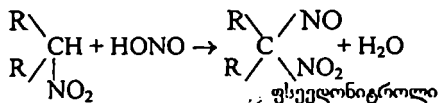
3. პირველადი და მეორეული ნიტრონაერთები შედიან რეაქციაში აზოტოვან მჟავასთან. ამ შემთხვევაში თავს იჩენს α -წყალბადატომის ძვრადობა:

ა) პირველადი ნიტრონაერთები აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით იძლევიან ნიტროლის მჟავებს



ნიტროლის მჟავები წარმოადგენენ უფერო კრისტალურ ნივთიერებებს, რომლებიც ტუტეებთან წარმოქმნიან წითელი ფერის მარილებს.

ბ) მეორეული ნიტრონაერთები აზოტოვან მჟავასთან იძლევიან ფსევდონიტროლებს.



ფსეთდონიტროლები კრისტალურ მდგომარეობაში არიან უფერო დიმერების სახით, ხოლო გახსნისას გადადიან მონომერში და აქვთ ინტენსიური ლურჯი ფერი.

მესამეული ნიტრონაერთები აზოტოვან მჟავასთან არ შედიან რეაქციაში.

13.1.5. ცალკეული წარმომადგენლები

კერძო წევრებიდან ყურადღებას იპყრობს ნიტრომეთანი, რომელიც საწარმოო მასშტაბით მიიღება მეთანის ნიტრირებით. იგი გამოიყენება როგორც გამხსნელი, მისი ქლორირებით ღებულობენ ტრიქლორნიტრომეთანს CCl_3NO_2 , რომელსაც ქლორპიკრინი ეწოდება.

ქლორპიკრინი სითხეა მძაფრი დამახასიათებელი სუნით, ძლიერ აღიზიანებს ლორწოვან გარსს, პირველი მსოფლიო ომის დროს გამოყენებული იყო, როგორც საბრძოლო-მომწამვლელი ნივთიერება. მას იყენებენ მარცვლეული პროდუქტების შესაწამლავად და მღრღნელების საწინააღმდეგოდ.

აღსანიშნავია ტეტრანიტრომეთანი $\text{C}(\text{NO}_2)_4$. იგი გამოყენებულია ოლეფინების აღმოსაჩენად და მანიტრირებელ საშუალებად.

ნიტრონაერთები ფართოდ არიან გამოყენებული მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, ბევრი მათგანი გამოყენებულია, როგორც გამხსნელი. მათ იყენებენ რეზინის, პლასტიკური მასების, ფეთქებადი ნივთიერებებისა და სხვა მრავალი ქიმიური პროდუქტების წარმოების საქმეში.

13.2. არომატული ნიტრონაერთები

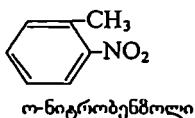
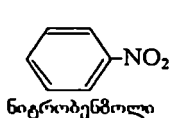
არომატული ნიტრონაერთები ეწოდება არომატული ნახშირწყალბადების ნაწარმებს, რომლებიც მიიღებიან ერთი ან რამდენიმე წყალბადის ნიტროჯგუფით NO_2 ჩანაცვლებით (შეიძლება ნიტროჯგუფის ჩანაცვლება მოხდეს გვერდით ჯაჭვში).

ნიტროჯგუფი შეიცავს სემიპოლარულ ბმას, რაც არის მიზეზი

ნიტრონაერთების ბევრი სპეციფიკური თვისებების

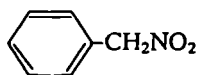


უმარტივესი წარმომადგენელია ნიტრობენზოლი



არსებობს მ და პ-
იზომერიც

შესაძლებელია NO_2 ჯგუფი გვერდით ჯაჭვში იყოს ჩანაცვლებული

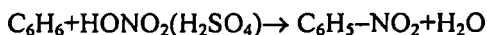


შეიძლება ბენზოლის ბირთვი შეიცავდეს ორ ან მეტ ნიტროჯგუფს.

ნიტრონაერთებს ნიტროჯგუფით ბირთვში აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, აგრეთვე გამოიყენებიან, როგორც ფეთქებადი ნივთიერებები, გამხსნელი და სხვ.

13.2.1. არომატული ნიტრონაერთების მიღება

ნიტრონაერთები მიიღება არომატული ნახშირწყებალბადების დანიტრებით კონცენტრირებული აზოტმჟავასა და გოგირდმჟავას ნარევით (მანიტრირებელი ნარევი)



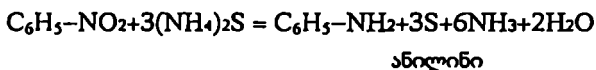
როდესაც ბენზოლის ბირთვში ერთი ნიტროჯგუფია, მაშინ შემდგომი ნიტრირებისას ნიტროჯგუფი მიემართება მეტა მდგომარეობაში პირველის მიმართ, შედარებით ძნელად უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. მესამე ნიტროჯგუფი შედის კიდევ უფრო დიდი სიძნე-

დროს ისინი ფეთქდებიან, წყალში არ იხსნებიან. საერთოდ, აქვთ მაღალი დუღილის ტემპერატურა, შხამიანი ნივთიერებებია.

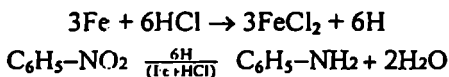
13.2.3. ქიმიური თვისებები

ნიტრონაერთების ქიმიური თვისებები განპირობებულია ნიტროჯგუფით, ბენზოლის ბირთვითა და მათი (ბენზოლის ბირთვისა და ნიტროჯგუფის) ურთიერთგავლენით.

1. ნიტრონაერთების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს თვისებას წარმოადგენს მათი ამინებად აღდგენა. ეს რეაქცია პირველად განახორციელა ზინინმა 1842 წ. ამიტომ ზინინი ითვლება ფუძემდებლად საღებავების მრეწველობაში. რადგან ანილინი (პირველადი ამინი) წარმოადგენს გამოსავალ ნივთიერებას საღებარების სინთეზში. ზინინმა ნიტრობენზოლი ანილინად აღადგინა ამონიუმის სულფიდის მეშვეობით:



ამჟამად ნიტრონაერთის აღდგენას ახდენენ ლითონებით მჟავე გარემოში გამოყოფის მომენტში მიღებული წყალბადით

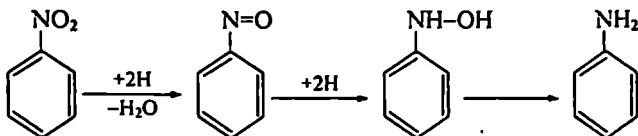


მჟავე არეში აღდგენა ხდება შუალედური პროდუქტების გამოყოფის გარეშე.

აღდგენა შეიძლება ჩავატაროთ ნეიტრალურ და ტუტე არეშიც. ამასთან, რეაქცია მიმდინარეობს სხვადასხვა მიმართულებით და სხვადასხვა პროდუქტების წარმოქმნით.

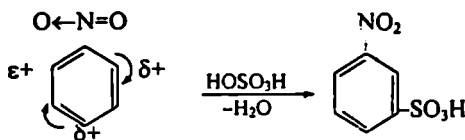
ნეიტრალურ არეში აღდგენა მიდის შემდეგი შუალედური პროდუქტების წარმოქმნით. ნიტრობენზოლი გარდაიქმნება ნიტროზობენზოლად, შემდგომი აღდგენით ნიტროზობენზოლი გარდაიქმნება ფენილჰიდროქსილამინად. ეს უკანასკნელი აღდგენით გადადის

ანილინში. რეაქცია შემდეგი სქემით გამოისახება:



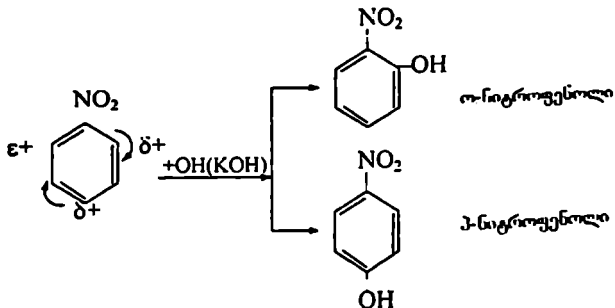
ნიტრობენზოლი ნიტროზობენზოლი ფენილჰიდროქსილამინი ანილინი

მნიშვნელოვანია არომატული ბირთვის დამახასიათებელი რეაქციები, როგორც აღინიშნა ნიტროჯგუფი წარმოადგენს ერთ-ერთ მლიერ ელექტროაქცეპტორულ ჩამნაცვლებელს. იგი იწვევს π -ელექტრონების გადანაცვლებას ბირთვში და ამცირებს ელექტრონულ სიმკვრივეს ორთო და პარა-მდგომარეობაში. ამიტომ ელექტროფილური ჩამნაცვლების (NO_2^+ , SO_3H და სხვა) მოქმედებით ძირითადად წარმოიქმნება მეტა-იზომერი.



მ-ნიტრობენზოლისუღომაკვა

ნუკლეოფილური ჩამნაცვლებლები, რომლებსაც აქვთ თავისუფალი გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი. მაგ. OH , CN , NH_2 და სხვ. მიემართება იქ, სადაც ნაკლებია ელექტრონული სიმკვრივე, ე.ი. ორთო- და პარა-მდგომარეობაში.



13.2.4. ცალკეული წარმომადგენლები

ნიტრობენზოლი დიდი რაოდენობით მიიღება ბენზოლის ნიტრირებით სუფთა სახით უფერო სითხეა, ტექნიკური ყვითელი ფერისაა. წყალში არ იხსნება, აქვს მწარე ნუშის დამახასიათებელი სუნი, დუღს 211°C -ზე, გამოიხდება წყლის ორთქლით. იგი ტოქსიკური ნივთიერებაა.

ნიტრობენზოლიდან დიდი რაოდენობით ღებულობენ ანილინს, ბენზიდინს და ზოგიერთ სხვა მნიშვნელოვან ორგანულ ნივთიერებებს. გამოიყენება როგორც დამყანგავი და გამხსნელი. მასში იხსნება საღებარი ინდიგო, რომელიც სხვა გამხსნელში არ იხსნება.

მეტა-დინიტრობენზოლი. იგი მიიღება მხოლავი აზოტმჟავასა და კონცენტრირებული გოგირდმჟავის ნარევის მოქმედებით ნიტრობენზოლზე. იგი წარმოადგენს ყვითელი ფერის მყარ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 90°C -ზე. იგი გამოიყენება 1,3-დიამინობენზოლის მისაღებად, რომელიც თავის მხრივ გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში.

1,3,5-ტრინიტრობენზოლი არის ყვითელი ფერის მყარი ნივთიერება, რომელიც წარმოადგენს საუკეთესო ფეთქებად ნივთიერებას.

2,4,6-ტრინიტროტოლუოლი (ტროტილი) ფეთქებადი ყვითელი ფერის მყარი ნივთიერებაა. გამოყენებულია ნაღმების დასამზადებლად და ნგრევითი ხასიათის სამუშაოთა წარმოებისთვის.

13.3. ალ-ფატური რიგის ამინები

ალ-ფატური რიგის ა.წ.ნები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახშირწყალბადების ნაწარმები, რომლის ერთი ან რამდენიმე წყალბადი შეცვლილია ამინოჯგუფით ($-\text{NH}_2$), ან შეიძლება განვიხილოთ იქნას, როგორც ამიაკის ნაწარმი, რომელშიც ერთი ან რამდენიმე წყალბადი შეცვლილია რადიკალებით. იმის მიხედვით, თუ რამდენი წყალბადატომია ჩანაცვლებული რადიკალებით ანსხვავებენ პირ-

ველად, მეორეულ და მესამეულ ამინებს.

$R-NH_2$
პირველადი ამინი

$R-NH-R$
მეორეული ამინი

$\begin{array}{c} R \\ | \\ R-N-R \end{array}$
მესამეული ამინი

ამინები შეიძლება შეიცავდეს ერთ-, ორ და მეტ ამინო ჯგუფს, შესაბამისად განასხვავებენ მონოამინებს, დიამინებს და ა.შ.

ამინების იზომერია დამოკიდებულია როგორც ალკილების იზომერიაზე, აგრეთვე ამინში სხვადასხვა ალკილების არსებობაზე (მეტამერია) მაგალითად, დიმეთილამინი $CH_3-NH-CH_3$ და ეთილამინი $CH_3-CH_2-NH_2$ ერთმანეთის მეტამერებს წარმოადგენენ.

რაციონალური ნომენკლატურით ამინების სახელწოდება გამოყავთ ამინებში შემავალი ალკილების სახელწოდებიდან, რომელსაც ემატება სუფიქსი "ამინი".

CH_3-NH_2
მეთილამინი

$CH_3-NH-CH_3$
დიმეთილამინი

$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-N-CH_3 \end{array}$
ტრიმეთილამინი

$\begin{array}{c} NH_2 \\ | \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}$

მეორეული ბუტილამინი

$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-C-NH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$

მესამეული ბუტილამინი

სისტემატური ნომენკლატურით მათი სახელწოდება იწარმოება შესაბამისი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან თავსართი "ამინოს" დართვით, რომლის წინ იწერება ციფრი, რომელიც უჩვენებს ამინო ჯგუფის ადგილმდებარეობას. ჯაჭვის დანომვრა წარმოებს იმ კიდურა ნახშირბადატომიდან, რომელთანაც ამინო ჯგუფი ახლოსაა.

$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$

1-ამინოპროპანი

$CH_3-CH-CH_3$

$\begin{array}{c} | \\ NH_2 \end{array}$

2-ამინოპროპანი

$CH_3-NH-CH_2-CH_2-CH_3$

1-მეთილამინოპროპანი

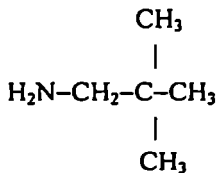
$CH_3-NH-CH-CH_3$

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

2-მეთილამინოპროპანი



2-ამინოპენტანი



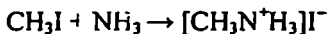
1-ამინო-2,2-დიმეთილპროპანი

13.3.1. ამინების მიღება

1. ამინები მიიღებიან ნიტრონაერთების კატალიზური აღდგენით

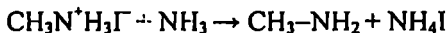


2. ამინონაერთები მიიღება ჰალოგენალკილებზე ამიაკის მოქმედებით. ამ რეაქციით შესაძლებელია მიღებულ იქნას, როგორც პირველადი, ასევე მეორეული, მესამეული ამინები და მეოთხეული ამონიუმის მარილების ნარევი (ჰოფმანის რეაქცია)

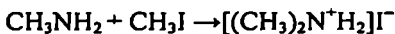


ოდდინი მეთილამონიუმის მარილი

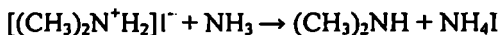
მიღებული მარილი ჭარბი ამიაკის მოქმედებით იშლება და წარმოიქმნება ამინი



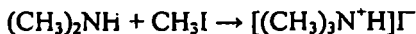
მეთილამინი



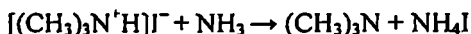
ოდდინი დიმეთილამონიუმი



დიმეთილამინი

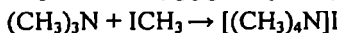


ოდდინი ტრიმეთილამონიუმი

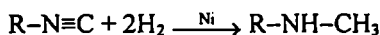
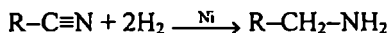


ტრიმეთილამინი

უკანასკნელი პროდუქტი განიხილება, როგორც მთლიანად ჩანაცვლებული ამონიუმის ნაერთი იოდტეტრამეთილამინი.



3. ამინები მიიღებიან აგრეთვე ნიტრილების, იზონიტრილების და მჟავათა ამიდების აღდგენით, ნიტრილები და იზონიტრილები აღდგებიან კატალიზატორების Pt, Pd, Ni თანაობით. თანაც ნიტრილები წარმოქმნიან პირველად, ხოლო იზონიტრილები მეორეულ ამინებს:



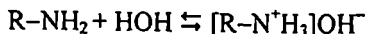
13.3.3. ფიზიკური თვისებები

მეთილამინი, დიმეთილამინი, ტრიმეთილამინი გაზებია, წყალში იხსნებიან. აქვთ ამიაკის დამახასიათებელი სუნი. ამიაკისაგან განსხვავებით იწვიან ჰაერზე. შემდეგი ამინები სითხეებს წარმოადგენენ, წყალში იხსნებიან, აქვთ ამიაკის დამახასიათებელი სუნი, მაღალი წევრები. მყარი ნივთიერებებია, წყალში არ იხსნებიან. ამინების დუღილის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ვიდრე შესაბამისი სპირტების.

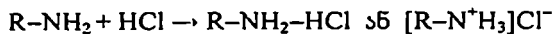
13.3.4. ქიმიური თვისებები

ამინები ქიმიური თვისებებით ძალიან ემსგავსებიან ამიაკს, შედიან სხვადასხვა რეაქციებში, როგორც ნუკლეოფილური რეაგენტები.

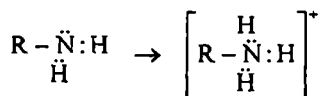
1. ამინების წყალხსნარებს აქვთ ფუძე თვისება, რაც აიხსნება ჰიდროქსილის იონების წარმოქმნით



2. ამინები მჟავებთან წარმოქმნიან ამონიუმის მარილებს, რითაც ამჟღავნებენ ფუძის თვისებას

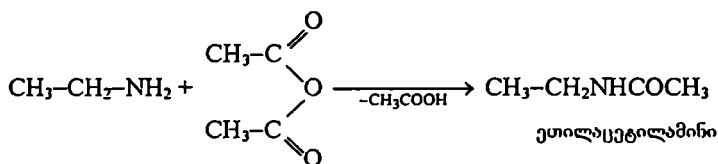


ამინების ფუძე თვისება აიხსნება თავისუფალი წყვილი ელექტრონის არსებობით აზოტის ატომზე. ის ადვილად იერთებს პროტონს და წარმოქმნის ამონიუმის იონს

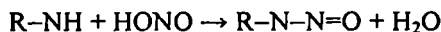
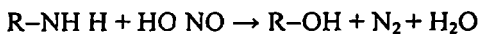


3. ამინებს ახასიათებთ ალკილირების რეაქცია. (იხ. მეორეული და მესამეული ამინების მიღება) ჰოფმანის რეაქცია).

4. მათ ახასიათებთ აგრეთვე აცილირების რეაქცია



5. ამინები რეაგირებენ აზოტოვან მჟავასთან, პირველადი ამინები გამოყოფენ აზოტს და გარდაიქმნებიან სპირტებად, მეორეული ამინები წარმოქმნიან ნიტროზოამინებს, ხოლო მესამეული ამინები აზოტოვან მჟავასთან არ რეაგირებენ:



ნიტროზოამინი

ამინები გამოყენებას პოულობენ ორგანულ სინთეზში ამინირების რეაქციისათვის, ზოგიერთ ამინებს იყენებენ კაუჩუკის ვულკანიზაციის დროს, ურანის ნარჩენების დამუშავებისას, როგორც გამსხნელები და სხვ.

13.4. დიამინები

დიამინები თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ ორ ამინოჯგუფს

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ – ეთილენდიამინი, 1,2 დიამინოეთანი

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ – ტრიმეთილდიამინი, 1,3 დიამინოპროპანი

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ – ტეტრამეთილენდიამინი 1,4-დიამინობუტანი



$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ – პენტამეთილენდიამინი 1,5-დიამინოპენტანი



$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ – ჰექსამეთილენდიამინი 1,6-დიამინოჰექსანი

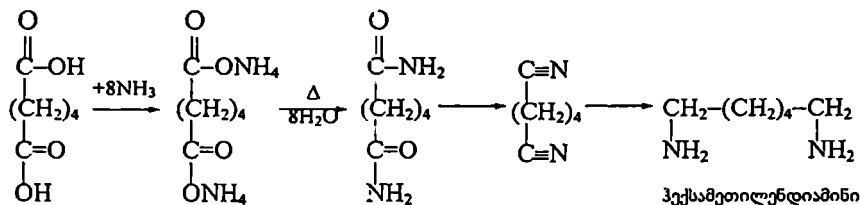


დიამინები შეიძლება მივიღოთ იმავე მეთოდებით, როგორც მონოამინები. ასე მაგალითად, დინიტრონაერთების აღდგენით, დიჰალოგენნაწარმებზე ამიაკის მოქმედებით, დინიტრილების აღდგენით და სხვ.

დიამინების დაბალი წევრები წყალში იხსნებიან და უფრო ძლიერი ფუძე თვისებები ახასიათებთ, ვიდრე ამინებს.

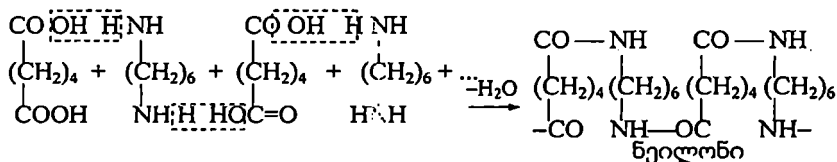
დიამინები იძლევიან ორგვარ მარილებს, ახასიათებთ ალკილირების, აცილირების რეაქციები, რომელშიც შეიძლება მონაწილეობდეს ერთი ან ორივე ამინოჯგუფი.

დიამინებიდან უარესად დიდი გამოყენება ჰპოვა ჰექსამეთილენდიამინმა. მას მრეწველობაში ღებულობენ ადიპინის მჟავაზე ამიაკის მოქმედებით, პირველად ადიპინის მჟავა ამიაკის მოქმედებით გადაჰყავთ შესაბამის მარილში, რომელიც დეჰიდრატაციით ჯერ გადადის ადიპინმჟავას დიამიდში და შემდეგ დინიტრილში, უკანასკნელის კატალიზური აღდგენით წარმოიქმნება ჰექსამეთილენდიამინი:



ადიპინის მჟავისა და ჰექსამეთილენდიამინის პოლიკონდენსაციით მიიღება მაღალმოლეკულური პოლიამიდი – ნეილონი. გამლდვალ (270-180°C) პოლიამიდიდან ღებულობენ ნეილონის ბოჭკოს, რომლისგან ამზადებენ ძვირფასი თვისების მქონე ნეილონის ქსოვილს. გარდა ამისა, მისგან ამზადებენ მილებს, რომელთაც დიდი გამოყენება აქვთ ქირურგიასა და ყოფაცხოვრებაში.

ჰექსამეთილენდიამინისა და ადიპინის მჟავიდან მაღალმოლეკულური ამიდის – ნეილონის წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემით:

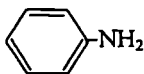


13.4.1. არომატული ამინები

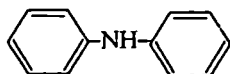
არომატული ამინები შეიძლება განვიხილოთ როგორც არომატული ნახშირწყალბადების ნაწარმები, რომელშიც ერთი ან რამდენიმე წყალბადი შეცვლილია ამინოჯგუფით. ამინები განიხილება აგრეთვე როგორც ამიაკის ნაწარმები, რომლის მოლეკულაში ერთი ან რამდენიმე წყალბადი ჩანაცვლებულია არომატული ან ცხიმოვანარომატული რადიკალებით, ამის მიხედვით არომატული ამინები ორ

ჯგუფად იყოფა.

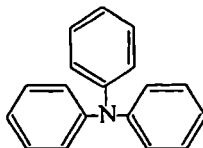
ა) წმინდა არომატული ამინები, რომლებიც ერთ ან რამდენიმე არომატულ ბირთვს შეიცავენ, მაგ.



ანილინი

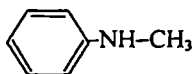


დიფენილამინი
(მეორეული ამინი)

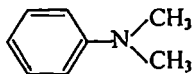


ტრიფენილამინი
(მესამეული ამინი)

ბ) ცხიმარომატული ამინები:

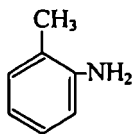


მეთილანილინი
(მეორეული)

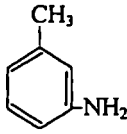


დიმეთილანილინი
(მესამეული)

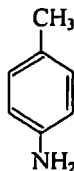
ტოლუოლის ამინონაწარმებს (ო,მ,პ იზომერებს) ტოლუიდიდები ეწოდებათ.



ო-ტოლუიდინი
(2-ამინოტოლუოლი)

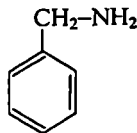


მ-ტოლუიდინი
(3-ამინოტოლუოლი)

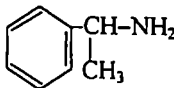


პ-ტოლუიდინი
(4-ამინოტოლუოლი)

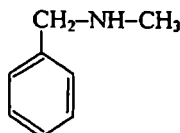
ამინოჯგუფი შეიძლება ჩანაცვლებული იქნას გვერდითა ჯაჭვში და მათ ალიფატური ამინების თვისებები გააჩნია.



ბენზილამინი



მეთილფენილამინომეთანი
(პირველადი)



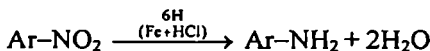
მეთილბენზილამინი
(მეორადი)

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, იმის მიხედვით, თუ რამდენი ამინოჯგუფია დაკავშირებული არომატულ ბირთვთან, ანსხვავებენ დი, ტრი და პოლიამინებს.

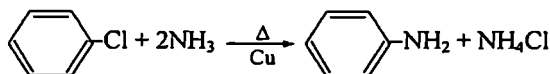
13.4.2. არომატული ამინების მიღება

არომატული ამინების მიღების ძირითადი მეთოდია ნიტრობენზოლის აღდგენა. ეს რეაქცია პირველად განახორციელა რუსმა მეცნიერმა ზინინმა 1842წ. მან აღმდგენელად ამონიუმის სულფიდი გამოიყენა. ზინინის რეაქციამ უაღრესად დიდი როლი ითამაშა ანილინის საღებარებისა და მედიკამენტების წარმოების საქმეში.

ამჟამად ნიტრონაერთების აღდგენას ახდენენ ლითონებით მჟავე გარემოში:

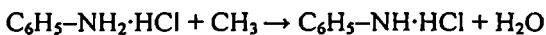


1. არომატული ამინები მიიღებიან არომატულ ჰალოგენნაწარმზე ამიაკის მოქმედებით:

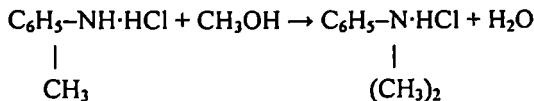


იმის გამო, რომ არილჰალოგენიდებში ჰალოგენი ძნელად მოძრაავია, რეაქციას ატარებენ გაცხელებით, მაღალ წნევაზე, კატალიზატორის სპილენძის ან მისი ნაერთების თანაობით.

2. მეორადი ცხიმოვან არომატული ამინები მიიღება პირველადი ამინების ალკილირებით, ხოლო მესამეული მეორეულის ალკილირებით. ალკილირება შესაძლებელია მოვახდინოთ ჰალოგენალკილებით ან სპირტებით, ტექნიკაში ეს რეაქცია მიმდინარეობს სპირტით მჟავას თანდასწრებით



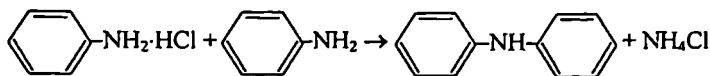
მარილმჟავამეთილანილინი



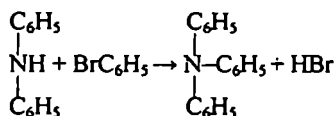
მარილმჟავადიმეთილანილინი

აღნიშნული რეაქცია არ იძლევა წმინდა მეორეული ან მესამე-ული ამინების წარმოქმნის საშუალებას. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება მხოლოდ მეორეული და მესამეული ცხიმოვანობატილი ამინები.

წმინდა არომატული მეორეული ამინები მიიღებიან პირველადი ამინებისა ად მათი მარილების ნარევის გაცხელებით.



ამ რიგის ამინები მიიღებიან მეორეულ ამინებზე იოდბენზოლის ან ბრომბენზოლის მოქმედებით მშრალი პოტაშისა და სპილენძის ფხვნილის თანაობით (ულმანის რეაქცია)



13.4.3. ფიზიკური თვისებები

არომატული ამინები სითხეებს ან კრისტალურ ნივთიერებებს წარმოადგენენ დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნით. წყალში ცუდად იხსნებიან, ძლიერ ტოქსიკური ნივთიერებები არიან.

13.4.4. ქიმიური თვისებები

არომატული ამინების ქიმიური თვისებები განპირობებულია მათში ამინოჯგუფისა და ბირთვის არსებობით.

არომატულ ამინებს აქვთ უფრო ნაკლებ გამოხატული ფუძე

თვისებები, ვიდრე ალიფატურ ამინებს.

ა) ამინოჯგუფის დამახასიათებელი რეაქციები:

1. არომატული ამინები ძლიერ მჟავებთან წარმოქმნიან მარილებს:



კლორფენილამონიუმის მარილი
(მარილმჟავაანილინის მარილი)

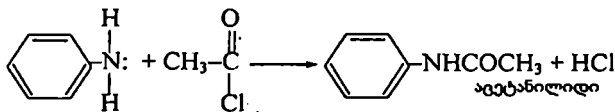
2. ალკილირება

პირველად და მეორეულ ამინებზე მაალკილირებული რეაგენტის მოქმედებით ხდება ამინოჯგუფის H-ატომის ჩანაცვლება ალკილით და პირველადი ამინიდან მეორეული, ხოლო მეორეულიდან – მესამეული ამინი მიიღება.

არომატული ამინების ალკილირებას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს საღებარების წარმოებაში.

3. აცილირება

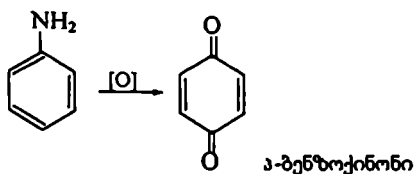
არილამინებზე მჟავათა ანჰიდრიდების ან ქლორანჰიდრიდების მოქმედებით ხდება ამინოჯგუფის H-ატომის ჩანაცვლება აცილით. მიღებულ ნივთიერებას ანილიდი ეწოდება.



მიღებული ნაერთი ხასიათდება მდგრადობით დამჟანგველების მიმართ, ამიტომ აცილირების რეაქცია გამოიყენება ნიტრირების, ჰალოგენირების დროს, როდესაც მოსალოდნელია ამინოჯგუფის დაჟანგვა.

4. დაჟანგვა

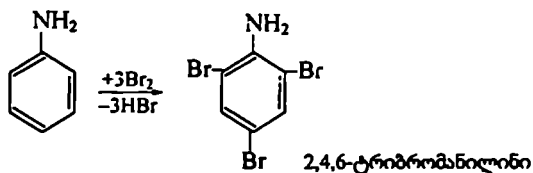
არომატული ამინები ადვილად იჟანგებიან. იმის მიხედვით, თუ როგორია რეაქციის პირობები, სხვადასხვა პროდუქტები წარმოიქმნება. ანილინის დაჟანგვას თუ მოვახდენთ ქრომის მჟავით, მიიღება შავი ფერის საღებარი, რომელსაც ანილინის შავი ეწოდება, ხოლო ანილინის დაჟანგვით მჟავე არეში მიიღება ქინონი



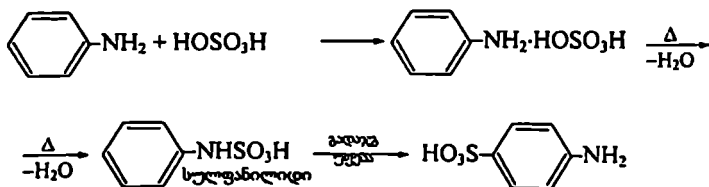
ბ) ბირთვის დამახასიათებელი რეაქციები

ამინები ადვილად შედიან ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში. ჰალოგენირების და ნიტრირების რეაქციის შემთხვევაში დაჟანგვის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია ამინოჯგუფის ბლოკირება აცეტილირების რეაქციით.

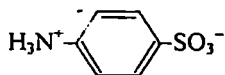
თუ ანილინზე ვიმოქმედებთ ბრომიანი ან ქლორიანი წყლით ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე მომენტალურად მოხდება ტრიბრომ ან ტრიქლორანილინის წარმოქმნა



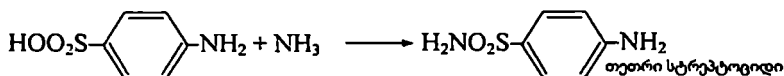
ანილინის სულფირება ადვილად მიმდინარეობს ანილინის გაცხელებით 180-190°C კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან. ჯერ წარმოიქმნება N ფენილსულფამინმჟა, (სულფანილიდი), რომელიც შემდეგ განიცდის გადაჯგუფებას და მიიღება სულფანილმჟავა:



იმის გამო, რომ ამინოჯგუფს (NH₂) აქვს ფუძე და სულფოჯგუფს (SO₃H) მჟავე თვისება, სულფანილმჟავა არსებობს შიგა მარილის სახით:



სულფანილმჟავა გამოიყენება საღებავების სინთეზში და მედიცინაში, კერძოდ, თუ ვიმოქმედებთ მასზე ამიაკით სულფო ჯგუფის OH ჩაინაცვლება NH_2 ჯგუფით და წარმოიქმნება სულფანილმჟავას ამიდი, რომელიც თეთრი სტრეპტოციდის სახელწოდებით არის ცნობილი.



ყველა სულფანილამიდური პრეპარატი – ნორსულფაზოლი, სულფაზოლი, სულფადიმეზინი შეიცავენ სულფონამიდურ ჯგუფს – SO_2NH_2 , წარმოადგენენ სტრეპტოციდის ნაწარმებს.

13.4.5. ცალკეული წევრები

ანილინი $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$. იგი უფერო ზეთისებური დამახასიათებელი სუნის სითხეა, ჰაერის და სინათლის მოქმედებით მუქდება. დუღილის ტემპერატურაა 184°C . წყალში ძნელად იხსნება. კარგად იხსნება ეთერში, სპირტში, ბენზოლსა და სხვა მრავალ ორგანულ გამხსნელში, ანილინი მომწამვლელია.

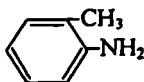
ანილინი ფართოდ გამოიყენება საღებარების მრეწველობაში. იგი არის ზოგიერთი მედიკამენტებისა და ფეთქებადი ნივთიერების წარმოების ნედლეული.



იგი წარმოადგენს დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნის, მოყვითალო ფერის, წყალში უხსნად ზეთისებურ სითხეს, იხსნება

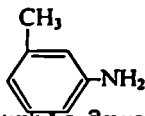
სპირტში, ეთერში, ბენზოლში, დიმეთილანოლინი დიდი რაოდენობით იხარჯება ანილინის საღებარების წარმოებაში, მომწამვლელობაში, მაგრამ უფრო სუსტი, ვიდრე ანილინი.

ტოლუიდინები.



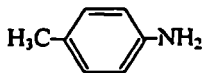
ო-ტოლუიდინი წარმოადგენს მოყვითალო ფერის სითხეს (დუღილის ტემპერატურა $199,7^{\circ}\text{C}$). სინათლისა და ჰაერის გავლენით მუქდება. იხსნება ეთერში, სპირტსა და მრავალ ორგანულ გამხსნელში. გამოყენებულია სინთეზური მიზნებისათვის, მომწამვლელობაში.

მ-ტოლუიდინი



არის უფრო ან სუსტი მოყვითალო ფერის სითხე (დუღილის ტემპერატურა $203,2^{\circ}\text{C}$). ჰაერზე მუქდება. გამოყენებულია ნიტრიტების აღმოსაჩენად და ორგანულ სინთეზში, საწამლავია.

პ-ტოლუიდინი



წარმოადგენს უფრო კრისტალურ ნივთიერებას (ლღობის ტემპერატურა $43,7^{\circ}\text{C}$) გამოიყენება სინთეზური მიზნებისათვის, საწამლავია.

სამივე იზომერი მიიღება შესაბამისი ნიტროტოლუოლების აღდგენით.

ოქსიმჟავები ეწოდება ისეთ ნაერთებს, რომლებიც მოლეკულაში ერთდროულად შეიცავენ ჰიდროქსილისა და კარბოქსილის ჯგუფებს. იმის მიხედვით, თუ რამდენი კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფი იმყოფება მოლეკულაში, შეიძლება გავარჩიოთ მონოოქსიმონოკარბომჟავები (შეიცავენ ერთ ჰიდროქსილისა და ერთ კარბოქსილის ჯგუფს), მონოქსიდიკარბომჟავები (შეიცავენ ერთ ჰიდროქსილისა და ორ კარბოქსილის ჯგუფს), დიოქსიდიკარბონმჟავები (შეიცავენ ორ ჰიდროქსილისა და ორ კარბოქსილის ჯგუფს) და ა.შ.

ოქსიმჟავების ფუძიანობა განისაზღვრება მოლეკულაში მყოფი კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობით, ხოლო ატომიანობა ჰიდროქსილების საერთო რიცხვით, რომელშიაც შედის კარბოქსილის ჯგუფში შემავალი ჰიდროქსილებიც. მაგალითად, მონოოქსიმონოკარბონმჟავა, რემეჟავა $\text{CH}_3\text{--CHOH--COOH}$ არის ერთფუძიანი და ორატომიანი, მონოქსიდიკარბონმჟავა, ვაშლმჟავა $\text{COOH--CH}_2\text{--CHOH--}$ ორფუძიანი და სამატომიანი, დიოქსიდიკარბონმჟავა, ღვინომჟავა $\text{COOH--CHOH--CHOH--COOH}$ ორფუძიანი ოთხატომიანი ოქსიმჟავაა.

14.2. მონოოქსიმონოკარბონმჟავები

მონოოქსიმონოკარბომჟავები შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. იმის მიხედვით, თუ კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ, რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება ჰიდროქსილის ჯგუფი, არჩევენ α , β , γ და ა.შ. ოქსიმჟავებს. უმარტივესი წარმომადგენელია ოქსიმჟავა $\text{CH}_2\text{OH--COOH}$, რომელსაც გლიკომჟავა ეწოდება. შემდეგი წევრი არსებობს ორი იზომერის სახით.

1. $\text{CH}_3\text{--CHOH--COOH}$ ოქსიპროპიონმჟავა (რემეჟავა) და

$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ β -ოქსიპროპიონმჟავა.

სისტემატური ნომენკლატურის მიხედვით მათი სახელწოდება გამომდინარეობს შესაბამისი მჟავას სახელწოდებიდან "ოქსი"-ს (ჰიდროქსი) მიმატებით, რაც სპირტის ჯგუფის მაჩვენებელია და მის ადგილმდებარეობას უჩვენებენ ციფრით. ნახშირბადატომების დანომვრას აწარმოებენ კარბოქსილის ჯგუფიდან. α და β -ოქსიპროპიონის მჟავებს სისტემატური ნომენკლატურით ეწოდებათ შესაბამისად:



2-ოქსიპროპანმჟავა



3-ოქსიპროპანმჟავა

ოქსიმჟავა, რომელიც შეიცავს ოთხ ნახშირბადატომს არსებობს ხუთი სტრუქტურული იზომერის სახით:

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{COOH}$ – α -ოქსიერბოს მჟავა, ოქსიბუტანმჟავა

$\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ – β -ოქსიერბოს მჟავა, 3-ოქსიბუტანმჟავა

$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ – γ -ოქსიერბოსმჟავა, 4-ოქსიბუტანმჟავა

$\text{CH}_3-\text{COH}-\text{COOH}$ – α -ოქსიიზოერბოს მჟავა, 2-მეთილ-2-ოქსიპროპანმჟავა

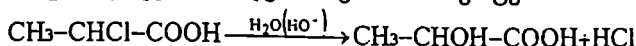


$\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{COOH}$ – β -ოქსიიზოერბოს მჟავა, 2-მეთილ-3-ოქსიპროპანმჟავა

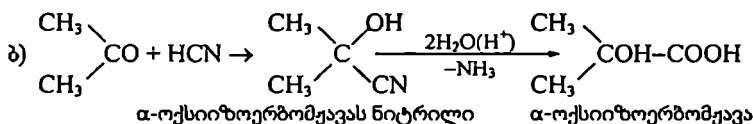
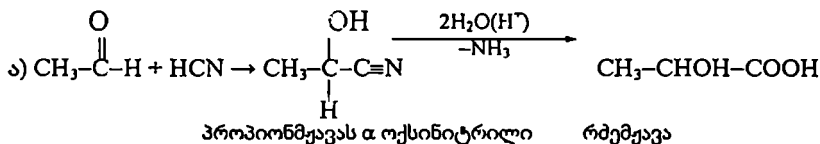


14.3. ოქსიმჟავების მიღება

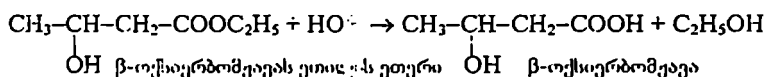
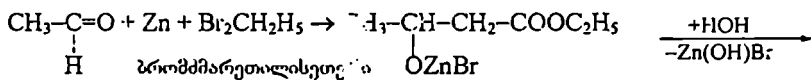
1. ოქსიმჟავები მიიღებიან შესაბამისი ჰალოგენჩანაცვლებული მჟავების ტუტე გარემოში ჰიდროლიზით. რეაქცია ადვილად მიმდინარეობს, თუ ჰალოგენი α -მდგომარეობაში იმყოფება



2. α -ოქსიმჟავების მიღების ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს ოქსინიტრილების ჰიდროლიზი. ალდეჰიდებზე და კეტონებზე ჯერ მოქმედებენ ციანწყალბადმჟავით, წარმოიქმნება შესაბამისი α -ოქსინიტრილი, რომლის მჟაური ჰიდროლიზით წარმოიქმნება α -ოქსიმჟავა:



3. β -ოქსიმჟავების მიღების სპეციალური მეთოდებიდან აღსანიშნავია ს. რეფორმატსკის რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს ჰალოგენმჟავას ეთერისა და ალდეჰიდის ან კეტონის ნარევზე თუთიის მოქმედებით. ამ დროს შუალეული პროდუქტი ცინკორგანული ნაერთი წარმოიქმნება:

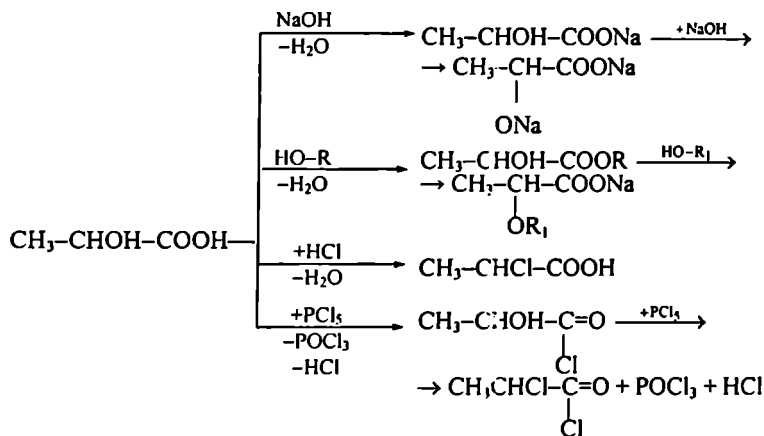


14.3.1. ფიზიკური თვისებები

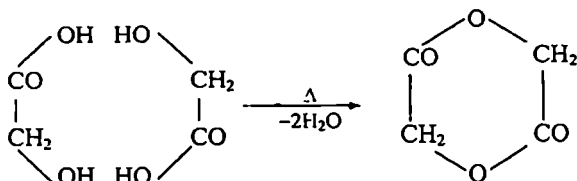
ოქსიმჟავების ზოგიერთი წარმომადგენელი ბლანტი სითხეა. უმეტესი ნაწილი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებებს. ოქსიმჟავები წყალში უფრო კარგად იხსნებიან, ვიდრე შესაბამისი ცხიმის რიგის მჟავები. დაბალი წევრები ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში.

14.3.2. ქიმიური თვისებები

ოქსიმჟავების ქიმიური თვისებები განისაზღვრება კარბინოლური და კარბოქსილური ჯგუფების არსებობით, რომლებიც საშუალებას აძლევენ ამ ნაერთებს, ირეაგირონ როგორც სპირტებმა და მჟავებმა. მათ შეუძლიათ რეაქციაში შევიდნენ ტუტეებთან, სპირტებთან, ჰალოგენწყალბადმჟავებთან და სხვა. მაგალითად, ავიღოთ რემჟავა და ვიმოქმედოთ აღნიშნული რეაგენტებით:



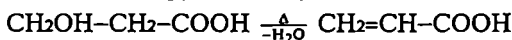
გარდა აღნიშნული რეაქციებისა, ოქსიმჟავებს ახასიათებს სპეციფიკური თვისებები. მაგალითად, ოქსიმჟავები გახურებით გამოყოფენ წყალს. იმის მიხედვით, თუ როგორია ჰიდროქსილისა და კარბოქსილის ჯგუფების ურთიერთგანლაგება, შესაძლებელია ოქსიმჟავას სხვადასხვაგვარი გარდაქმნა. მაგალითად, α-ოქსიმჟავებისათვის დამახასიათებელია მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაცია. ამ დროს წარმოიქმნება ციკლური რთული ეთერი, რომელსაც ლაქტიდი ეწოდება.



გლიკოლმეფას ლაქტიდი

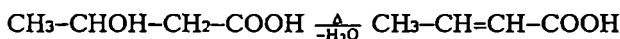
ლაქტიდები კრისტალური ნივთიერებები არიან, წყალთან დუღილით იშლებიან საწყისი ოქსიმეფავების წარმოქმნით.

β-ოქსიმეფავები გახურებით განიცდიან შიგამოლეკულურ დეჰიდრატაციას და წარმოიქმნება უჯერი მეფეები:



β-ოქსიპროპიონის მეფეა

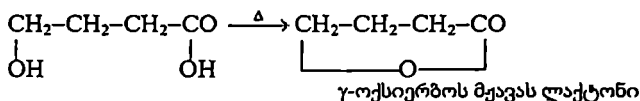
აკრილმეფეა



β-ოქსიერბოს მეფეა

კროტონმეფეა

γ და δ-ოქსიმეფავები გახურებით განიცდიან დეჰიდრატაციას და წარმოქმნიან შინაგან რთულ ეთერებს (γ და δ) რომლებსაც ლაქტონები ეწოდება (ა.ზაიცევი).



14.4. ოპტიკური იზომერია

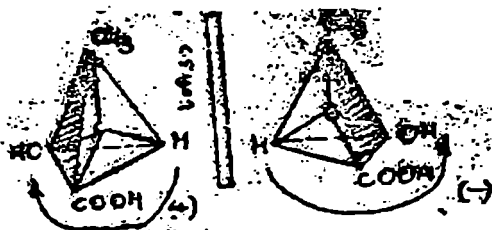
მრავალი ორგანული ნაერთი განსაკუთრებული თვისებებით ხასიათდებიან, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ მასში სინათლის პოლარიზებული სხივის გატარებისას ისინი აბრუნებენ პოლარიზებული

სხივის სიბრტყეს გარკვეული კუთხით მარჯვნივ ან მარცხნივ. ასეთ ნივთიერებებს ოპტიკურად აქტიურს უწოდებენ.

ვანტპოფის და ლებელის თეორიის თანახმად პოლარიზებული სხივის სიბრტყის ბრუნვის მიზეზია ნივთიერების ასიმეტრიულობა.

ასიმეტრიულად თვლიდნენ ისეთ ნივთიერებას, რომელიც ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადის ატომს მაინც შეიცავს. ასიმეტრიულია ნახშირბადი, რომელიც დაკავშირებულია ოთხ სხვადასხვა ატომთან, ან ატომთა ჯგუფებთან, ე.ი. ოპტიკური აქტივობა მოლეკულაში ატომების სხვადასხვა სივრცით განლაგებასთანაა დაკავშირებული, რომელსაც სივრცითი იზომერია ანუ სტერეოიზომერია ეწოდება.

ასიმეტრიული ნახშირბადატომი აღინიშნება ვარსკვლავით. მაგ. რმემჟავა $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ შეიცავს ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს. ოპტიკურ იზომერთა გამოსათვლელი ფორმულის თანახმად 2^n (სადაც n ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთა რაოდენობაა) რმემჟავას შეესაბამება ორი ოპტიკურად მოქმედი იზომერი, რომლებიც ისეთ დამოკიდებულებასთან ერთმანეთთან, როგორც უსიმეტრიო საგანი თავისი გამოსახულებისადმი სარკეში.

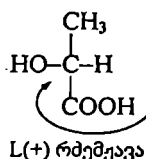
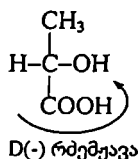


ორივე იზომერისათვის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის გადახრის კუთხე ერთნაირია, მაგრამ ბრუნვის მიმართულება საწინააღმდეგოა, სხვა ფიზიკური და ქიმიური თვისებები ორივე იზომერისათვის თითქმის ერთნაირია.

თუ ერთი იზომერი პოლარიზაციის სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ და ეს ბრუნვა საათის ისრის მოძრაობის თანხვედნილია (მიღებულია, რომ ბრუნვა იწყება წყალბადიდან კარბოქსილის ჯგუფის გავლით OH-საკენ) მას მარჯვნივ მაბრუნებელი იზომერი ეწოდება

და ფრჩხილებში მიუთითებენ დადებით ნიშანს (+), მაშინ მეორე იზომერი პოლარიზაციის სიბრტყეს აბრუნებს მარცხნივ (საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ) მას მარცხნივ მაბრუნებელი იზომერი ეწოდება და ფრჩხილებში კი უარყოფით ნიშანს (-) მიუთითებენ. ასეთი სახის იზომერებს ოპტიკური იზომერები ანუ ოპტიკური ანტიპოდები (ენანთიომერი) ეწოდება. ყოველ ორ ოპტიკურად მოქმედ იზომერს ერთი უმოქმედო იზომერი შეესაბამება, რომელსაც რაციმატი ეწოდება და აღინიშნება R-სიმბოლოთი. რაციმატი წარმოადგენს მარჯვნივ და მარცხნივ მაბრუნებელი იზომერების თანაბარ ნარევს და ფრჩხილებში მიუთითებენ $\pm$ ნიშანს.

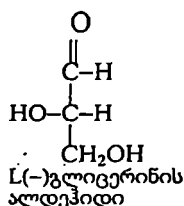
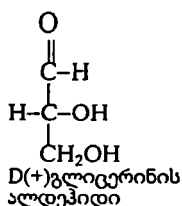
პროექციული ფორმულებით რმეჩავას ოპტიკური იზომერები (ანტიპოდები) ასე გამოისახება:



ოპტიკურად აქტიური ნივთიერებების კონფიგურაციებს აღნიშნავენ ლათინური ასოებით D და L (ლათ. dexter – მარჯვენა) (laevus – მარცხენა).

კონფიგურაციის აბსოლუტურად განსაზღვრის წესი არ არსებობს მ.როზანოვის წინადადებით უმეტეს ოპტიკურად მოქმედი ნაერთების სივრცობრივი აგებულების დადგენა ხდება მათი შედარებით გლიცერინის ალდეჰიდის სივრცობრივ კონფიგურაციასთან.

მიღებულ D(-) და L(+) გლიცერინის ალდეჰიდს აქვს ასეთი აღნაგობა:



აღნიშნული ჰიპოთეზური დაშვება კარგად გამართლდა რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბრუნვის მიმართულება ყოველთვის არ მოდის შესაბამისობაში მოლეკულის კონფიგურაციასთან, რაც ნათლად ჩანს რძემჟავას მაგალითზე.

ოპტიკური ანტიპოდები შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან ლღობის ტემპერატურით, ხსნადობით. უმოქმედო იზომერის რაციმატის დაყოფა ოპტიკურ ანტიპოდებად შეიძლება სხვადასხვა მეთოდებით 1.მექანიკური, 2.ბიოლოგიური და 3.ქიმიური მეთოდი. ყველა ეს მეთოდები ახსნილი იქნა ცნობილი ფრანგი მეცნიერის ლუი პასტერის მიერ.

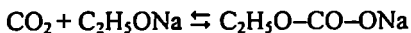
14.5. ოქსიჰიანჭველას ანუ ნახშირმჟავას ნაწარმები.

შარდოვანა. თიოშარდოვანა. გამოყენება. თვისებები

ორგანული ქიმიის კურსში განიხილება ნახშირმჟავას ნაწარმები: ეთერები, ქლორანჰიდრიდები, ამიდები და სხვ.

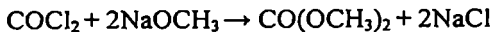
ნახშირმჟავას ეთერები.

ნახშირმჟავას რთული ეთერები შეიძლება იყოს მჟაური და საშუალო. ნახშირმჟავას მჟავე ეთერები – შეიძლება მიღებულ იქნან მათი მარილებიდან, რომლებიც ადვილად წარმოიქმნებიან ნახშირორჟანგის გატარებისას ტუტე მეტალების ალკოჰოლატების ხსნარში:



ამ ტიპის ეთერები ძალზე არამდგრადებია: ისინი ადვილად იშლებიან სპირტად და ნახშირმჟავად. უფრო მდგრადია მათი მარილები. ეთერები პოულობენ გამოყენებას კვების მრეწველობაში. შესაძლებელია ეს ნივთიერებები ასეთი სახით შედიან ლუდის შემადგენლობაში.

საშუალო ეთერების – დიალკილკარბონატების მიღება ადვილად შეიძლება ფოსგენის მოქმედებით ალკოჰოლატებზე:

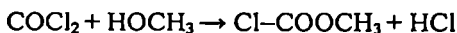


ნახშირმჟავას ჰალოგენანჰიდრიდები.

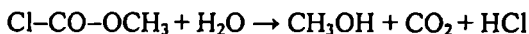
ნახშირმჟავას ჰალოგენანჰიდრიდები თეორიულად ორი სახით შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



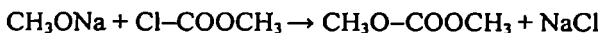
პირველი ტიპის ნაერთები ცნობილია ჰალოგენნახშირმჟავას სახით, ისინი არამდგრადებია. მეორე ტიპის ნაერთებიდან ცნობილია ფტორიანი კარბონილი COF_2 და ფოსგენი COCl_2 . ქლორნახშირმჟავას ეთერი შეიძლება მიღებულ იქნას ფოსგენზე სპირტის მოქმედებით:



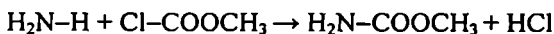
ქლორნახშირმჟავას ეთერის მოქმედებით წყალთან იგი იშლება სპირტად CO_2 და HCl :



ალკოჰოლატებთან წარმოქმნიან ნახშირმჟავას სრულ ეთერს:



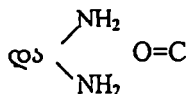
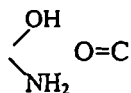
ამიაკთან წარმოქმნიან კარბამინის მჟავას ეთერებს – ურეთანებს:



ფოსგენი (ქლორიანი კარბონილი) 1811 წლიდანაა ცნობილი. ჩვეულებრივ პირობებში იგი გაზია, თუმცა ადვილად შესქელებად და გადაიქცევა სითხედ. დუდილის $t = 8,2^\circ\text{C}$. კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში, მაგ. ტოლუოლში. იგი საბრძოლო დანიშნულების მახრჩობელა ნივთიერებაა, აგრეთვე გამოიყენება მრავალი საღებარის, შარდოვანას და სხვა ნივთიერებების სინთეზში.

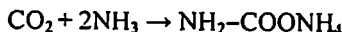
14.6. ნახშირმჟავას ამიდები

ნახშირმჟავადან შეიძლება მიღებულ იქნას ორი ამიდი: კარბამიდის მჟავა და შარდოვანა (კარბამიდი):



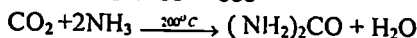
კარბამინის მჟავა თავისუფალი სახით ცნობილი არ არის. კარგადაა შესწავლილი მისი მრავალრიცხოვანი ნაწარმები.

ამიაკის და CO_2 ურთიერთქმედებით მიიღება კარბამინის მჟავას ამონიუმის მარილი, ამონიუმის კარბამიდი:

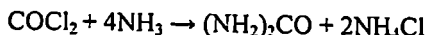


შარდოვანა (კარბამიდი) წარმოადგენს ნახშირმჟავის სრულ ეთერს. 2%-ის ოდენობით იგი შედის ადამიანის შარდში, როგორც ცილოვანი სხეულების დაშლის პროდუქტი. შარდოვანა წარმოადგენს უფერულ კრისტალებს, ლღობის $t=133^\circ\text{C}$, იხსნება წყალში და სპირტში. შარდოვანას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ამიტომ დამუშავებულია მისი მიღების მრავალი ხერხი. მაგ.

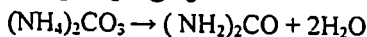
1. ნახშირმჟავადან, 200 ატ.წნევის ქვეშ



2. ფოსგენიდან:

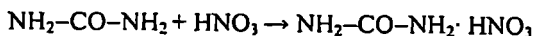


3. ამონიუმის კარბონატის გახურებით:

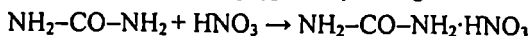


შარდოვანა ამჟღავნებს ამიდის თვისებებს

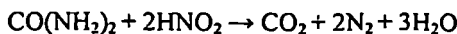
1. მისი წყალხსნარი მჟავების ან ტუტეების თანხლებით განიცდის ჰიდროლიზს:



2. მინერალური მჟავების მოქმედებით წარმოქმნის მარილებს:

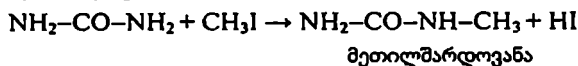


3. აზოტოვანი მჟავის მოქმედებით გამოიყოფა აზოტი (ა.პ.პოროდინი):



ეს რეაქცია გამოიყენება შარდოვანას რაოდენობითი განსაზღვრისათვის (გამოყოფილი აზოტის მიხედვით).

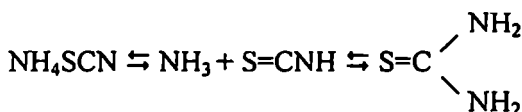
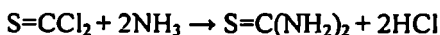
4. შარდოვანაზე მაალკილირებელი საშუალების მოქმედებით მიიღებენ ალკილშარდოვანას:



შარდოვანა გამოყენებულია სასუქად, საქონლის საკვებში შარდოვანას დამატება ზრდის მის კვებით ღირებულებას. შარდოვანა წარმოადგენს ნედლეულს ზოგიერთი მაღალმოლეკულური ნივთიერებების სინთეზში, მაგ. ე.წ. კარბამიდური ფისების მისაღებად, რომლებიც გამოირჩევიან სიმაგრით და ბზინვარებით.

თიოშარდოვანა

თიოფოსგენზე ამიაკის მოქმედებით ან ამონიუმის როდანიდის გახურებით მიიღება თიონახშირმჟავის სრული ამიდი – თიოშარდოვანა:



თიოშარდოვანა კრისტალური ნივთიერებაა. ლღობის ტემპერატურა 172°C , წყალში ადვილად იხსნება. თიოშარდოვანა გამოიყენება პლასტმასების, საღებავების, სამკურნალო ნივთიერებების დასამზადებლად.

14.7. ამინომჟავები

ამინომჟავები ეწოდება ორგანულ ნაერთებს, რომლებიც მოლეკულაში ერთდროულად შეიცავენ ამინო და კარბოქსილის ჯგუფებს. მოლეკულაში ამინოჯგუფების რაოდენობის მიხედვით არჩევენ მონო-, დი და პოლი ამინომჟავებს. კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით განასხვავებენ ერთ-, ორ და მრავალჯგუფიან ამინომჟავებს.

14.7.1. ერთფუძიანი ამინომჟავები

ერთფუძიანი ამინომჟავები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები, რომლის რადიკალის ერთი წყალბადი შეცვლილია ამინოჯგუფით.

$\text{CH}_2\text{--COOH}$ – ამინომმარმჟავა, ამინოეთანმჟავა, გლიცინი, გლიკოკოლი



$\text{CH}_3\text{--CH--COOH}$ – α -ალანინი, α -ამინოპროპიონმჟავა, 2-ამინოპროპანმჟავა



$\text{CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$ – β -ამინოპროპიონმჟავა, 3-ამინოპროპანმჟავა β -ალანინი



კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ ამინოჯგუფის მდებარეობის მიხედვით განასხვავებენ α , β , γ და ა.შ. ამინომჟავებს.

ამინომჟავების სახელწოდება გამომდინარეობს შესაბამისი კარბომჟავების სახელწოდებიდან, რომელშიც მიუთითებთ ამინოჯგუფის მდებარეობას ბერძნული ალფავიტით. მიღებულია აგრეთვე სისტემატური ნომენკლატურა. გარდა აღნიშნული სახელწოდებისა, ცნობილია ამინომჟავებისათვის ტრივიალური (ემპირიული) სახელწოდება. მაგალითად: ამინომმარმჟავას გლიცინი, გლიკოკოლი ეწოდება, α -ამინოპროპანმჟავას ალანინი და ა.შ.

განვიხილოთ ამინოერბომჟავას იზომერები:

$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH--COOH}$ – α -ამინოერბომჟავა, 2-ამინობუტანმჟავა

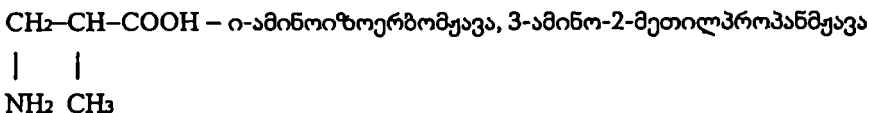
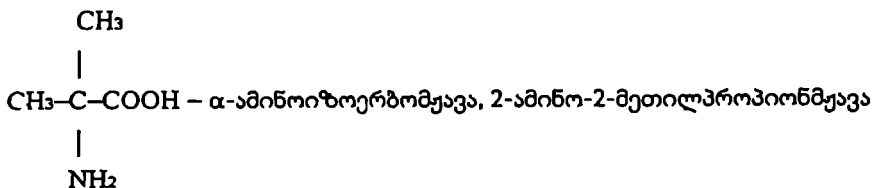


$\text{CH}_3\text{--CH--CH}_2\text{--COOH}$ – β -ამინოერბომჟავა, 3-ამინობუტანმჟავა



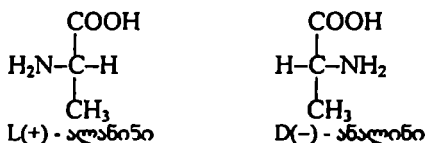
$\text{CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$ – γ -ამინოერბომჟავა, 4-ამინობუტანმჟავა





ამინომეჟები, რომლებიც შეიცავენ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს მსგავსად ოქსიმეჟებისა ოპტიკურად მოქმედი არიან. ზუნებაში გვხვდება მხოლოდ ოპტიკურად მოქმედი ამინომეჟები, რომელთა დიდი უმრავლესობა მიეკუთვნება L რიგს.

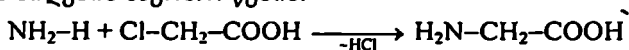
ალანინი შეიცავს ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს და გვევლინება ორი ოპტიკურად მოქმედი იზომერის სახით



14.7.2. მილეზის წესები

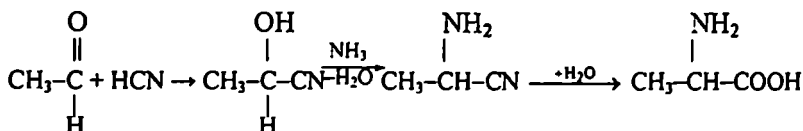
1. ამინომეჟები მიიღება ცილების მჟაური, ფუძე ან ფერმენტული ჰიდროლიზით. ამ დროს შესაძლებელია 26-ზე მეტი სხვადასხვა ამინომეჟას მიღება.

2. სინთეზურად ამინომეჟები მიღებული იქნა 1853 წელს. ჰალოგენზანაცვლებულ მჟაეებზე ანიაკის მოქმედებით ეს წესი α, β, γ ამინომეჟების მიღების საერთო წესია.

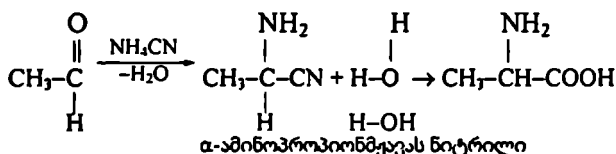


3. ციანჰიდრინის მეთოდით ალდეჰიდებზე და კეტონებზე თავ-

დაპირველად მოქმედებენ ციანწყალბადმჟავათი, მიიღება α -ამინონიტრილი, რომლის შემდგომი ჰიდროლიზით წარმოიქმნება შესაბამისი α -ამინომჟავა (შტრეკერის მეთოდი)



ეს მეთოდი გაუმჯობესებული იქნა ნ.დ.ზელინსკის და გ.ლ.სტადნიკოვის მიერ. ალდეჰიდებზე და კეტონებზე მოქმედებენ კალიუმციანიდის (KCN) და ამონიუმის ქლორიდის (NH_4Cl) ნარევით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ციანამონიუმი NH_4CN , რომელიც შედის რეაქციაში ალდეჰიდებთან და კეტონებთან და წარმოქმნის შესაბამის α -ამინონიტრილს, რომლის შემდგომი ჰიდროლიზით მიიღება ამინომჟავა

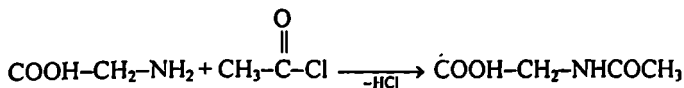


14.7.3. ამინომჟავების ფიზიკური თვისებები

ამინომჟავები წარმოადგენენ უფერო კრისტალურ ნივთიერებებს, დნებიან დაშლით მაღალ ტემპერატურაზე (200°C ზემოთ), ამიტომ დნობის ტემპერატურა არ შეიძლება დამახასიათებელი იყოს თითოეული ამინომჟავისათვის. ამინომჟავები კარგად იხსნებიან წყალში, ცუდად სპირტებში და სრულებით არ იხსნებიან ეთერებში.

D-რიგის ამინომჟავებს აქვთ ტკბილი გემო, L-რიგისას მწარე.

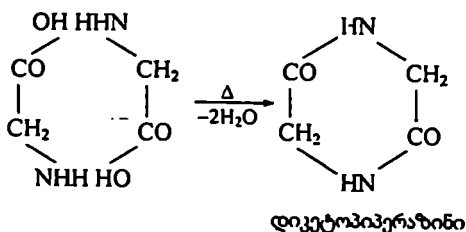
5. აცილირების რეაქცია



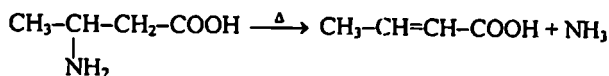
ამ რეაქციას აქვს დიდი მნიშვნელობა, რადგან აცილირებულ ამინომჟავებს იყენებენ ცილების სინთეზში.

6. გარდა აღნიშნული თვისებებისა, საყურადღებოა ამინომჟავების სპეციფიკური თვისებები. α, β, γ - ამინომჟავები გახურებით სხვადასხვაგვარად გარდაიქმნებიან:

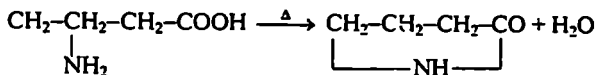
ა) α -ამინომჟავები წარმოქმნიან ციკლურ პეპტიდებს – დიკეტოპირაზინებს:



ბ) β - ამინომჟავები გამოყოფენ ამიაკს და წარმოქმნიან უჯერ მჟავებს

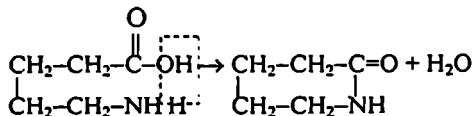


გ) γ და δ ამინომჟავები გამოყოფენ წყალს და გარდაიქმნებიან შიგადიკლურ ამიდებად, რომლებსაც ლაქტამებს უწოდებენ



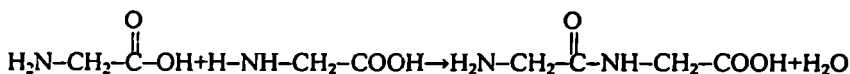
ამინოერბომჟავას ლაქტამი

დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს კაპროლაქტამს, რომლებიც წარმოიქმნება ϵ -ამინოკაპრონმჟავას გაცხელებით:

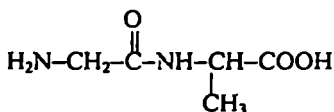


კაპროლაქტამი წარმოადგენს გამოსავალ ნივთიერებას სინთეზური ბოჭკოს კაპრონის მისაღებად.

პოლიპეპტიდები. პოლიპეპტიდები წარმოადგენენ α -ამინომჟავების ნაშთების პეპტიდური ბმით ($-\text{CONH}$) გადამხმის პროდუქტებს. იმის მიხედვით, თუ რამდენი მოლეკულა ამინომჟავას ნაშთია ერთმანეთთან გადამხმული, არჩევენ დი-, ტრი-, და პოლიპეპტიდებს. პეპტიდების წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ორი ან რამდენიმე ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი.



პეპტიდების სახელწოდება გამოყავთ შესაბამისი ამინომჟავების სახელწოდებიდან, ამასთან ამინომჟავა, რომელმაც თავისი კარბოქსილის ჯგუფით რეაგირება განიცადა, განიხილება, როგორც რადიკალი, მაგალითად, პეპტიდს, რომელიც წარმოქმნილია გლიცინისა და ალანინისაგან და მის პეპტიდურ ბმაში მონაწილეობს გლიცინის კარბოქსილის ჯგუფი წოდება გლიცინ-ალანინის ფორმულა:



უადრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობის ბუნებრივი ცილები აგებული არიან პოლიპეპტიდური ჯაჭვებისაგან.

14.8. ცილები

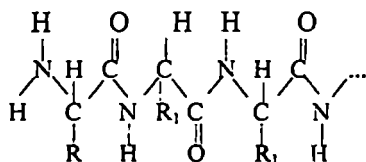
ცილები ეწოდებათ მაღალმოლეკულურ ორგანულ ნივთიერეებს, რომელთა მოლეკულები აგებული არიან α -ამინომჟავების ნაშ-

თებისაგან, რომელთა რიცხვმა შეიძლება მიაღწიოს რამდენიმე ათასს.

ცილები ასრულებენ გადაწყვეტ როლს ცოცხალი ორგანიზმის ცხოვრებაში, მათ აკისრიათ სხვადასხვაგვარი ფუნქციები. ცილები-საგან შედგება უჯრედების პროტოპლაზმის ძირითადი მასა, ისინი ასრულებენ კატალიზურ, სამშენებლო, ენერგეტიკულ, მიმოცვლით, დამცველ და სხვა ფუნქციებს.

ცილებს წარმოადგენენ მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები: ფერმენტები, ზოგიერთი ჰორმონები, ანტი-ბიოტიკები და სხვა ნივთიერებები. ცილები არიან ადამიანის და ცხოველის საკვებ რაციონში ძირითადი მასის სახით. ცილების ძირითად წყაროს ადამიანისათვის წარმოადგენს ცხოველების ხორცი (20%), თევზი (18%), რძე (3%-მდე), ყველი (22,5%), ხორბლის პური (6%), ბურღულეული (10%).

ცილების აღნაგობა. საყოველთაოდ მიღებული თეორიის თანახმად ცილის მოლეკულა შედგება ერთმანეთთან პეპტიდური ბმებით დაკავშირებული α-ამინომჟავების ნაშთებისაგან.



პეპტიდური ბმების შესახებ მოსაზრება პირველმა გამოთქვა რუსმა მეცნიერმა ა.ი. დანილევსკიმ. პეპტიდური ბმები არ წარმოადგენენ კავშირის ერთადერთ სახეს ცილებში. ცალკეული პეპტიდური ჯაჭვები ან მათი ნაწილები შეიძლება ერთმანეთთან დაკავშირებული იყვნენ დისულფიდური (-S-S-), წყალბადური ან სხვა სახის ბმებით.

დღეისათვის ცნობილია მთელი რიგი ცილების შედგენილობა და აღნაგობა. ანსხვავებენ ცილების მოლეკულების პირველად, მეორეულ, მესამეულ და მეოთხეულ სტრუქტურებს. ყველა ცილები,

იმისგან დამოუკიდებლად, თუ რომელ ჯგუფს მიეკუთვნებიან და რა ფუნქციებს ასრულებენ, აგებული არიან შედარებით მცირერიცხოვანი (20) ამინომჟავებისაგან. პირველადი სტრუქტურის ქვეშ ეს-მით ამინომჟავების სახეობა, რიცხვი და თანმიმდევრობა პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში.

პოლიპეპტიდურ ჯაჭვებს აქვთ სპირალისებური ანუ ზიგზაგური კონფიგურაცია. წყალბადური ბმებით წარმოქმნილ ასეთ აღნაგობას მეორეული სტრუქტურა ეწოდება. პოლიპეპტიდური სპირალისებური ჯაჭვი შეიძლება სხვადასხვაგვარად იყოს განლაგებული სივრცეში. ამ სივრცითმა აღნაგობამ მიიღო მესამეული სტრუქტურის სახელი. ცალკეულ შემთხვევებში მოლეკულები შედგება ერთმანეთთან წყალბადური, იონური და ზოგიერთი სხვა არაკოვალენტური ბმით დაკავშირებული რამდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვისაგან. განსაზღვრულ პირობებში მათ შეუძლიათ დისოცირება შედარებით მცირე მოლეკულებად, რომელთაც ისევ შეუძლიათ შეერთება საწყისი მოლეკულის სახით, ნაწილაკების ასეთ გაერთიანებას უწოდებენ მეოთხეულ სტრუქტურას.

14.8.1. ცილები:ს იზოელექტრული წერტილი

თვისებითი რეაქციები ცილებზე. მრავალი ცილა ხსნადია წყალში, ტუტეებში, მჟავებში, მაგრამ უხსნადია ორგანულ გამხსნელებში. ხსნარებში ცილები წარმოადგენენ მაღალმოლეკულურ კოლოიდებს და გააჩნიათ კოლოიდური ხსნარების მრავალი თვისება.

ცილები მიეკუთვნებიან ამფოტერულ ელექტროლიტებს, რადგან შეიცავენ კარბოქსილის და ამინოჯგუფებს: ტუტე ხსნარებში ამჟღავნებენ მჟაურ თვისებებს, ხოლო მჟაურში – ფუძე თვისებებს. ამიტომ ცილის ტუტე ხსნარში ელექტრული დენის გატარებისას მისი მოლეკულები იწყებენ მოძრაობას ანოდისაკენ, ხოლო მჟაურ ხსნარში გატარებისას – კათოდისაკენ. თითოეული ცილისათვის განსაზღვრული გარემოს რეაქციის დროს დადებითი და უარყოფითი მუხ-

ტების რაოდენობა ერთნაირი იქნება და ცილის მოლეკულები არ გადადგილდებიან არც კათოდისაკენ და არც ანოდისაკენ. გარემოს pH-ის ასეთ მნიშვნელობას ეწოდება იზოელექტრული წერტილი. ეს ცილის ერთ-ერთი ძირითადი კონსტანტაა.

ცილებზე ძლიერი მჟავების და ტუტეების, მაღალი ტემპერატურის და სხვა ზემოქმედებისას ისინი განიცდიან დენატურაციას. დენატურაცია კარგად ცნობილი პროცესია, რომელიც შეინიშნება მაგ. ქათმის კვერცხის ხარშვის დროს. დენატურაციის დროს ირღვევა ცილის სტრუქტურა, იცვლება მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

მჟავების, ტუტეების ან ფერმენტების გავლენით ცილოვანი ნივთიერებები იშლებიან α -ამინომჟავების ნარევის სახით. ცილების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს საფეხურებრივად, სულ უფრო მარტივი პროდუქტების წარმოქმნით.

ცილებისათვის დამახასიათებელია ზოგიერთი ფერადი რეაქცია, რაც დაკავშირებულია მათ მოლეკულებში განსაზღვრული ჯგუფების და ამინომჟავების ნაშთების არსებობასთან.

ცილის დამუშავებისას ტუტის კონცენტრული და CuSO_4 -ის ნაჯერი ხსნარებით წარმოიქმნება იისფერი შეფერილობა, რაც ცნობილია ბიურეტის რეაქციის სახელით და გამოწვეულია მოლეკულაში პეპტიდური კავშირის არსებობით.

ცილაზე კონცენტრირებული აზოტმჟავას მოქმედებით წარმოიქმნება ყვითელი შეფერილობა, რაც ცნობილია ქსანტოპროტეინული რეაქციის სახელწოდებით და დაკავშირებულია ცილაში არომატული ბირთვების არსებობასთან.

ცილების კლასიფიკაცია. ცილები იყოფიან პროტეინებად (მარტივი ცილები), რომლებიც შედგებიან მხოლოდ ამინომჟავების ნაშთებისაგან და პროტეიდებად (რთული ცილები), რომლებიც ჰიდროლიზის დროს იშლებიან ამინომჟავებად (რთული ცილები), რომლებიც ჰიდროლიზის დროს იძლევიან ამინომჟავებს და არაცილოვანი ბუნების ნივთიერებებს.

ცილების გამოყენება. ცილოვანი ნივთიერებების გადამწყვეტმა როლმა ცხოველურ ორგანიზმებში, მთელმა რიგმა ძვირფასმა ტექნიკურმა თვისებებმა ცილები გადააქციეს კვების უცვლელ პროდუქტებად და მრეწველობის მრავალი დარგისათვის მნიშვნელოვან ნედლეულად.

ცილა წარმოადგენს ყველაზე მნიშვნელოვან და ამავე დროს დეფიციტურ ნაწილს საკვებისა, მოზრდილი ადამიანის დღიური მოთხოვნილება ცილაზე წარმოადგენს 100-150გ-ს. ცილა ამარაგებს ადამიანს ამინომჟავების აუცილებელი მარაგით.

დღეისათვის მიმდინარეობს გამოკვლევები იაფი მცენარეული ცილის ეფექტური გამოყენებისათვის ცხოველების გამოსაკვებად.

საკვები ცილის მიღება ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემაა, ხელოვნური და სინთეზური საკვების შექმნაში ძალზე მნიშვნელოვანი მიღწევები აქვს რუს აკადემიკოს ა.ნ.ნესმეიანოვს.

14.8.2. არომატული დიაზო- და აზონაერთები

არომატულ დიაზონაერთებს უწოდებენ ისეთ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულა შეიცავს აზოჯგუფს ($-N=N-$), რომლის ერთი ვალენტობა დაკავშირებულია არომატული ნახშირწყალბადის რადიკალთან, მეორე კი სხვა რომელიმე ელემენტის ატომთან ან ატომთა ჯგუფთან (Cl , OH) ე.ბ.მზერგერისა და ა.ჰანჩის მიხედვით აზოტის ორი ატომი ერთმანეთთან შეიძლება დაკავშირებული იყოს ორმაგი ან სამმაგი ბმით, რის გამოც დიაზონაერთები არსებობენ ორი შესაძლო სტრუქტურის სახით:

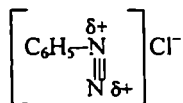


ისინი განიცდიან ტაუტომერულ გარდაქმნას. ამონიუმის მარილების ანალოგიურად, მათ მარილებს დიაზონიუმის მარილები უწოდებთ.

როგორც დიაზონიუმის მარილის ფორმულიდან ჩანს, იგი მოიცავს დიაზოკათიონსა $[Ar-N^+ \equiv N]$ და ანიონს (X^-).

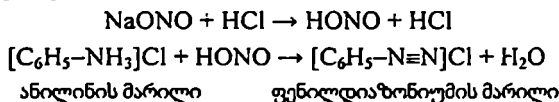
დიაზოკათიონი წარმოადგენს შეუღლებულ იონს, რომელშიც აზოტის ატომებს აქვთ ნაწილობრივ დადებითი მუხტი.

არომატული დიაზონაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია ფენილდიაზონიუმის ქლორიდი



14.8.3. მიღების მეთოდები

დიაზონაერთები მიიღებიან არომატული ამინების მარილებზე მინერალური მჟავისა და აზოტოვანი მჟავის ნატრიუმის მარილის (ნიტრიტის ხსნარის) მოქმედებით. წარმოიქმნება აზოტოვანი მჟავა, რომელიც რეაგირებს ამინის მარილთან

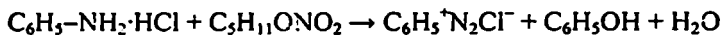


ამინონაერთებიდან დიაზონაერთების მიღების რეაქციას დიაზოტირების რეაქცია ეწოდება და არომატულ რიგში ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რეაქციას წარმოადგენს.

დიაზოტირების რეაქცია პირველად აღმოაჩინა 1858 წელს სტუდენტმა პ.გრისმა, ა.კოლბეს ლაბორატორიაში მუშაობის დროს.

დიაზოტირების რეაქცია მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურაზე, არა უმეტეს $+5^{\circ}C$ -ზე, რადგან მრავალი დიაზონიუმის მარილი იშლება ოთახის ტემპერატურაზე.

თავისუფალი დიაზონიუმის მარილის მისაღებად არილამინების დიაზოტირებას ახორციელებენ ორგანულ გამხსნელში, აზოტოვანი მჟავას ეთერების მეშვეობით



ამ პროცესის დროს დიაზონიუმის მარილი გამოიყოფა ნალექის სახით.

14.8.4. დიაზონაერთების თვისებები

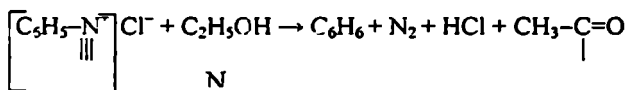
არილდიაზონიუმის მარილებს ახასიათებთ დიდი რეაქციის უნარი, რომლებსაც ყოფენ ორ ჯგუფად:

1. რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოყოფით.
2. რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოყოფლად.

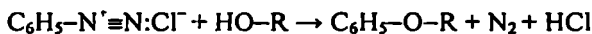
დიაზოჯგუფი შეიძლება ჩაინაცვლოს სხვადასხვა ატომით ან ატომთა ჯგუფით (წყალბადით, ჰალოგენით, ჰიდროქსილით, ნიტრო და სულფოჯგუფებით და არომატული ნაერთებით) ამ გარდაქმნის სინთეზური შესაძლებლობანი მეტად სხვადასხვაგვარია.

1. დიაზოჯგუფის ჩანაცვლება H-ით (არომატული ნახშირწყალბადებისა და ფენოლის მარტივი ეთერის წარმოქმნა)

დიაზონიუმის მარილების სპირტებთან დუღილის დროს რეაქცია ორი მიმართულებით მიმდინარეობს. ა) სპირტის მოლეკულა კარგავს წყალბადის ატომს. რომელსაც დიაზონაერთი არომატულ ნახშირწყალბადში გადაყავს, სპირტი კი ალდეჰიდად იქანგება.



ბ) სპირტი წარმოქმნის ფენილის ეთერს



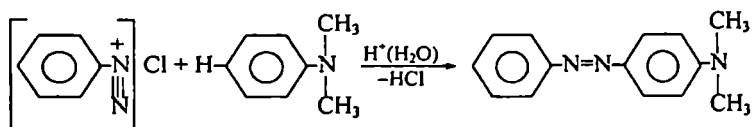
სხვა ჰალოგენწარმოების მისაღებად რეაქცია მიმდინარეობს კატალიზატორების ერთვალენტიანი სპილენძის მარილების (Cu_2Cl_2 , Cu_2Br_2) ან სპილენძის ბურბუშელას თანდასწრებით.

რეაქციებს შორის, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოყოფის გარეშე, მნიშვნელოვანია აზოშეუღლების რეაქციები, აზოსა-

ღებარების წარმოქმნა.

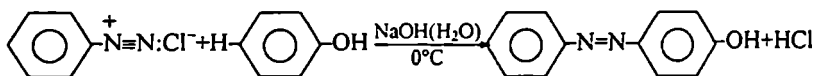
აზოსაღებარების წარმოქმნის რეაქციას დიაზონიუმის მარილსა და არომატულ ამინს ან ფენოლს შორის, შეუღლების რეაქციას უწოდებენ.

განვიხილოთ დიაზონიუმის მარილის შეუღლების რეაქცია არომატულ ამინებთან მაგ. დიმეთილანილინთან სუსტ მჟავე არეში H-ატომი, რომელიც პ-მდგომარეობაში იმყოფება ამინის ჯგუფის მიმართ, წარმოადგენს ადვილად მოძრავს და დიაზოკათიონის დაჯახება ხდება პ-მდგომარეობაში, რის შედეგადაც წარმოიქმნება აზონაერთი.



ფენილდიაზონიუმის ქლორიდი პ-დიმეთილამინოაზობენზოლი (ყვითელი)

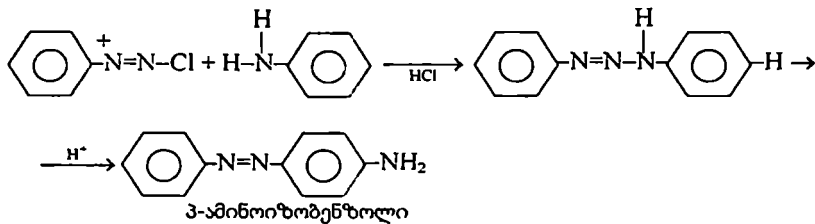
დიაზონიუმის მარილის ფენოლთან შეუღლების რეაქციას ახორციელებენ განზავებულ ტუტე არეში.



პ-ოქსიბენზოლი (ნარინჯისფერი)

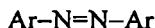
თუ პ-მდებარეობა დაკავებულია, მაშინ შეუღლება ხდება ო-მდებარეობაში.

დიაზონაერთი რეაგირებს არა მარტო მესამად არომატულ ამინთან, არამედ პირველად და მეორად ამინებთან ნეიტრალურ ან განზავებულ მჟავე არეში. აზოჯგუფი რეაქციაში შედის არა ბენზოლის ბირთვის წყალბადთან, არამედ ამინოჯგუფთან წარმოიქმნება დიაზოამინონაერთი, რომელიც არამდგრადია და მჟავასთან გაცხელებით გარდაიქმნება ამინოაზონაერთად, რომელიც მიეკუთვნება აზოსაღებარებს:



14.8.5. აზონაერთები

აზონაერთები ეწოდება ნივთიერებებს, რომლებიც მოლეკულაში შეიცავენ აზო $-\text{N}=\text{N}-$ ჯგუფს, რომლის ორივე ვალენტობა დაკავშირებულია არომატული ნახშირწყალბადების რადიკალებთან. მათი ზოგადი ფორმულაა:



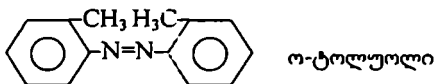
აზონაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია აზობენზოლი $\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ აზობენზოლი

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ აზოტოლუოლი

თუ არასიმეტრიული აზონაერთები გვაქვს, მაშინ სახელწოდება გამომდინარეობს ორივე რადიკალის სახელწოდებიდან, ამასთან ნაწილაკი "აზო" შუაში იხმარება. მაგალითად:

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$ ბენზიაზოტოლუოლი

ყველა აზონაერთის სახელწოდებაში, აზობენზოლის გარდა, უნდა ვუჩვენოთ რადიკალებში ჩამნაცვლებელი ჯგუფების მდებარეობა.



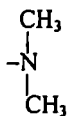
არომატული აზონაერთებიდან დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს აზოსაღებარებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან დიაზონიუმის მარილების ფენოლებთან ან ამინებთან აზოშეუღლებით.

ნივთიერება რომ საღებარს წარმოადგენდეს, იგი აუცილებლად

უნდა შეიცავდეს ქრომოფორულ და აუქსოქრომულ ჯგუფებს.

ყველა საღებარის შეფერილობა განპირობებულია ქრომოფორული ჯგუფებით. ქრომოფორი ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს chroma-ფერი და phoros მატარებელი. ქრომოფორებს მიეკუთვნება ატომთა ფრაგმენტები: $-N=N-$, ნიტროჯგუფი $-N=O$, ნიტროჯგუფი NO_2 კარბონილი $>C=O$, ეთენილი $>C=C<$, კეტოჯგუფი $>C=O$, ქინოიდური ჯგუფი $=\langle\equiv\rangle=$. გარდა ქრომოფორული ჯგუფებისა, საღებარი უნდა შეიცავდეს აუქსოქრომულ ჯგუფებსაც (ბერძ. auxaeo – გამადიდებელი), რომელიც თვითონ არ იწვევს ნივთიერების შეფერილობას, მაგრამ ქრომოფორების არსებობის შემთხვევაში ისინი აძლიერებენ, აღრმავებენ და ელფერს აძლევენ შეფერილობას.

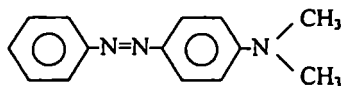
აუქსოქრომებს მიეკუთვნებიან: ამინოჯგუფი $-NH_2$, ჰიდროქსილის $-OH$, სულფოჯგუფი $-SO_3H$, კარბოქსილის ჯგუფი $-COOH$ დიმეთილამინოჯგუფი



აზოსაღებარები დიდ გამოყენებას პოულობენ საფეიქრო, ტყავის, პოლიგრაფიული ქაღალდის, პლასტიკური მასების, შპალერის, პარფიუმერიისა და მრეწველობის სხვა დარგებში.

იმის მიხედვით, საღებარი ფუძე თუ მჟავა ბუნების აუქსოქრომებს შეიცავს, შეიძლება იყოს ფუძე ან მჟავე თვისების.

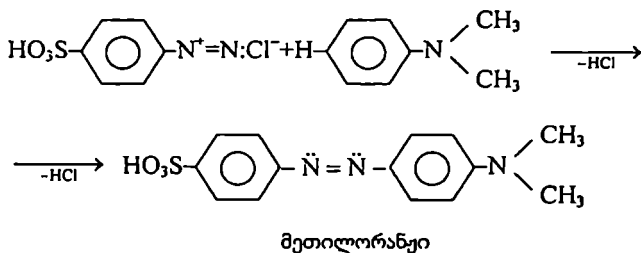
ფუძე აზოსაღებარები. ფუძე ხასიათის აზოსაღებარების მარტივი წარმომადგენელია პ-დიმეთილამინოაზობენზოლი



იგი არის ყვითელი ფერის კრისტალური ნივთიერება. მას წინათ იყენებდნენ საკვები ცხიმების შეფერვისათვის. ამჟამად მისი გამოყენება საკვების შემფერავად აკრძალულია, რადგან იგი ხასიათდება ძლიერი კანცეროგენული თვისებებით. გამოიყენება როგორც

მჟავე – ფუძე ინდიკატორი.

მჟავურ აზოსაღებარებს მიეკუთვნება მეთილორანჟი ანუ ჰელი-
ანთინი. იგი მიიღება დიაზოტირებული სულფანილმჟავას აზოშე-
უღლებით N,N-დიმეთილანლინთან



მეთილორანჟი pH გარემოს შესაბამისად ადვილად იცვლის
ფერს და ამის გამო გამოყენებულია pH –ინდიკატორად. მეთილო-
რანჟი ტუტე არეში ღებულობს ყვითელ, ხოლო მჟავებში – წითელ
ფერს.

მეთილორანჟი წარმოადგენს ნარინჯ-მოყვითალო ფერის ფურ-
ცლისებურ კრისტალებს ან ფხვნილს, მცირე ოდენობით იხსნება
წყალში.

ნახშირწყლები წარმოადგენენ ბუნებრივ ნაერთებს, რომლებიც ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში. ისინი წარმოიქმნებიან მცენარის მწვანე ნაწილში ფოტოსინთეზის დროს. სახელწოდება – “ნახშირწყლები” მოწოდებულ იქნა 1844წ. კ. შმიდტის მიერ. იმ დროისათვის ამ კლასის ნაერთებიდან ცნობილი იყო ისეთი წარმომადგენლები, რომელთა მოლეკულური შედგენილობა უპასუხებდა ნახშირბადისა და წყლის მოლეკულების გარკვეულ თანაფარდობას ($C_n(H_2O)_m$).

ყველაზე უფრო ტიპური წარმომადგენელი ასეთი ნაერთებისა არის გლუკოზა $C_6H_{12}O_6 [C_6(H_2O)_6]$ და საქაროზა $C_{12}H_{22}O_{11} [C_{12}(H_2O)_{11}]$.

ამ ჯგუფის ნაერთების შემდგომმა შესწავლამ ცხადყო, რომ ტერმინი “ნახშირწყლები” დღემდე მაინც რჩება.

ნახშირწყლები ასრულებენ უდიდეს როლს ადამიანისა და ცხოველთა სასიცოცხლო პროცესებში. ნახშირწყლები შედიან სპეციფიკური შემადგენლობაში და სწორედ ენერგიის მნიშვნელოვან ნაწილს ადამიანის ორგანიზმში ნახშირწყლების ხარჯზე იღებს.

გარდა ამისა, ისინი წარმოადგენენ ნედლეულს ქიმიური მრეწველობისათვის. მაგალითად ცელულოზას ბაზაზე სამრეწველო მასშტაბით ამზადებენ ხელოვნურ ქსოვილებს, პლასტმასებს, ქაღალდს, უკვამლო დენტს, ეთილის სპირტს და სხვა მრავალ ძვირფას მასალას.

ნახშირწყლები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად:

1. მარტივი ნახშირწყლები ანუ მონოსაქარიდები (მონოზები), რომლებიც არ ჰიდროლიზდებიან.

2. რთული ნახშირწყლები ანუ პოლისაქარიდები (პოლიოზები), რომლებიც ჰიდროლიზის დროს იშლებიან რამდენიმე მოლეკულა მონოსაქარიდად. უკანასკნელი თავის მხრივ იყოფა ორ ჯგუფად:

ა) შაქარმაგვარი პოლიოზები ანუ ოლიგოსაქარიდები. მათ

აქვთ ტკბილი გემო, წყალში იხსნებიან. ჰიდროლიზის დროს თითოეული მოლეკულა იშლება მცირე რიცხვ მონოსაქარიდებად, ორიდან ექვსამდე (ოლიგოს - ბერძნული სიტყვაა და მცირეს ნიშნავს).

ბ) არამაქარმაგვარი პოლიოზები ანუ უმაღლესი პოლისაქარიდები. მათ ტკბილი გემო არა აქვთ, წყალში არ იხსნებიან. თითოეული მოლეკულა პოლიოზი ჰიდროლიზის დროს იშლება ძალიან დიდ რიცხვ მონოზებად, რომელთაც ზოგჯერ ითვლიან ათეულ ათიათასობით.

15.2. მონოსაქარიდები (მონოზები)

იმის მიხედვით, თუ რამდენ ნახშირბადატომს შეიცავს მონოსაქარიდი, შეიძლება გავარჩიოთ: ტრიოზები (3-ნახშირბადატომი), ტეტროზები (4-ნახშირბადატომი), პენტოზები (5-ნახშირბადატომი), ჰექსოზები (ექვსი ნახშირბადატომი) და ა.შ.

ბუნებაში მეტად გავრცელებულ მონოსაქარიდებს წარმოადგენს ჰექსოზები $C_6H_{12}O_6$ გლუკოზა (ყურძნის შაქარი) და ფრუქტოზა (ხილის შაქარი) $C_6H_{12}O_6$.

მონოზების სტრუქტურის დასადგენად განვიხილოთ შემდეგი გარდაქმნები.

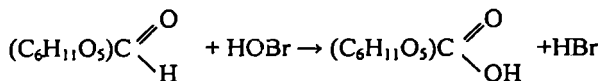
გლუკოზა:

თუ აღვადგენთ გლუკოზას HI-ით მიიღება 2-იოდჰექსანი:



ეს გარდაქმნა მიუთითებს, რომ გლუკოზის ნახშირბადის ჯაჭვში არ არის განშტოება.

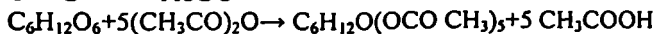
მსუბუქი დაჟანგვით მაგ. ბრომიანი წყლით წარმოიქმნება გლუკონმჟავა:



ეს გარდაქმნა მიუთითებს, რომ გლუკოზა შეიცავს ალდეჰიდის

ჯგუფს.

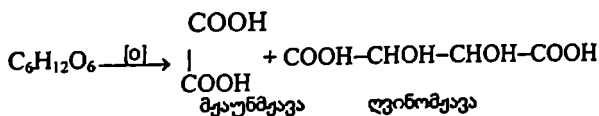
აცელირებით და მეთილირებით მტკიცდება, რომ გლუკოზა შეიცავს ხუთ-OH ჯგუფს.



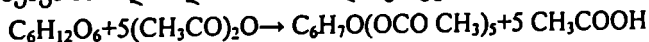
ფრუქტოზა: თუ აღვადგენთ ფრუქტოზას HI-ით, ამ შემთხვევაში მიიღება 2-იოდჰექსანი, რაც მიუთითებს, რომ ნახშირბადოვან ჯაჭვში არ არის განშტოება:



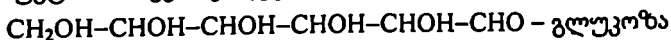
დაქანგვით წყდება ნახშირბადატომთა ჯაჭვი და წარმოიქმნება ორი მჟავა. ეს გარდაქმნა მიგვანიშნებს, რომ ფრუქტოზა შეიცავს კეტო ჯგუფს:



როგორც გლუკოზა, ასევე ფრუქტოზა რეაგირებს 5 მოლეკულა მმარმჟავა ანჰიდრიდთან, მამასადამე, აქვს 5 ჰიდროქსილის ჯგუფი.



აღნიშნული გარდაქმნები მიუთითებენ, რომ გლუკოზას და ფრუქტოზას აქვს შემდეგი აღნაგობა:

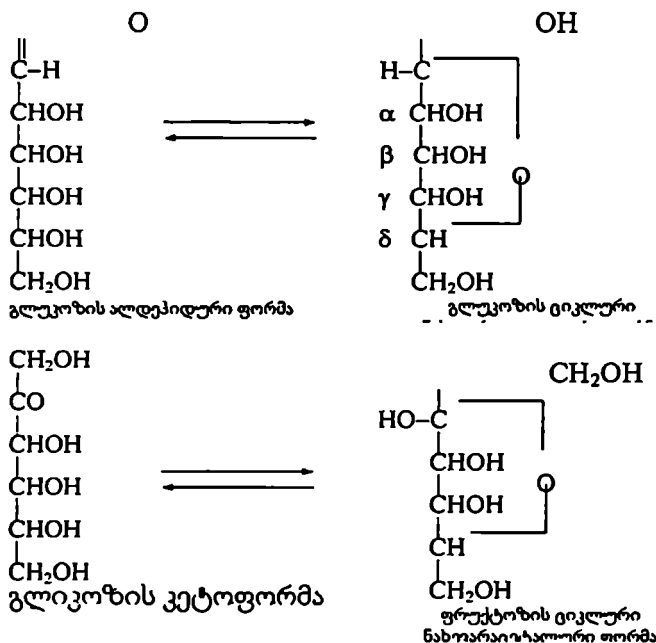


როგორც ფორმულებიდან ჩანს, გლუკოზა წარმოადგენს ალდეჰიდსპირტს, ფრუქტოზა – კეტოსპირტს. აღნიშნული ფორმულები მოწოდებული იქნა ფიშერის მიერ.

ალდეჰიდის ჯგუფის შემცველ მონოზებს ალდოზები ეწოდებათ, ხოლო კეტო ჯგუფის შემცველთ – კეტოზები, მნიშვნელოვან როლს ბუნებაში ასრულებენ ალდოზები.

აღნიშნული ალდეჰიდური ფორმულა შეესაბამება მონოსაქარიდების მხოლოდ ერთ-ერთ ტაუტომერულ ფორმას და მონოსაქარიდების ხსნარებში მოლეკულათა უმრავლესობა იმყოფება ციკლური ტაუტომერული სახით, რომლებიც წარმოადგენენ მრავალატომიან

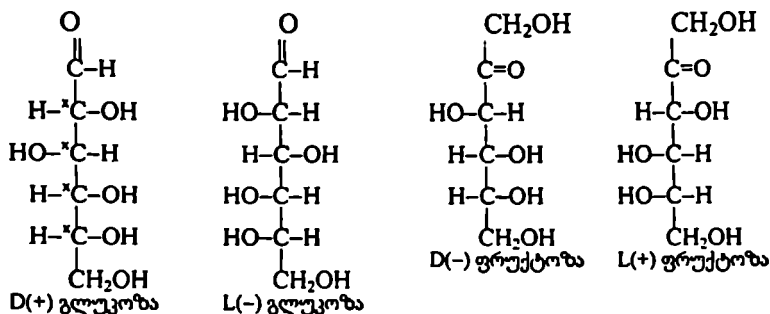
აღდეპიდო ან კეტონოსპირტების შიდა მოლეკულურ ნახევარაცეტალებს. კარბონილის ჯგუფი ($C=O$) იერთებს $\gamma(4)$ ან (5) მდებარეობაში მყოფი ჰიდროქსილის ჯგუფის H ატომს და ღია ჯაჭვიანი მონოზისაგან წარმოიქმნება დახურულჯაჭვიანი ფორმები (ნახევარაცეტალები) ჟანგბადოვანი ხიდიტ.



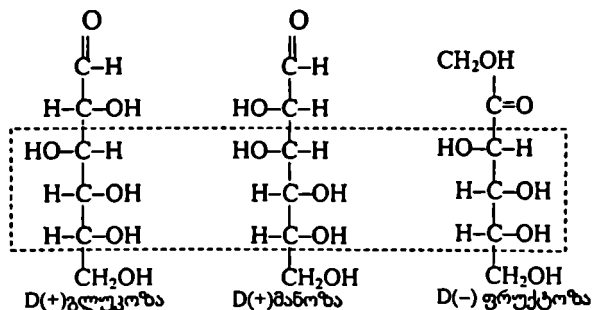
15.3. მონოსაქარიდების სტერეოიზომერია

როგორც გლუკოზა, ისე ფრუქტოზა, შეიცავს ასიმეტრიულ ნახშირბადატომებს. მაგალითად აღდეპიდური ფორმა 4 ასიმეტრიულ C ატომს შეიცავს, ამიტომ გვექნება $2^n = 2^4 = 16$ სტერეოიზომერი. აქედან 8 მარჯვნივ მებრუნებელი და 8 მარცხნივ მებრუნებელი ე.ი. გვხვდებიან D და L რიგის. თუ რომელ რიგს მიეკუთვნება სტე-

რეოიზომერი, განისაზღვრება მონოზის კარბონილის ჯგუფიდან ყველაზე უფრო დაშორებული ასიმეტრიული ნახშირბადატომის სივრცითი კონფიგურაციით. თუ იგი დაემთხვა D(+) გლიცერინის ალდეჰიდის კონფიგურაციას, მაშინ მიეკუთვნება D რიგს. წინააღმდეგ შემთხვევაში მიეკუთვნება L რიგს. L(-) გლუკოზა არის D(+) გლუკოზის სარკული გამოსახულება:



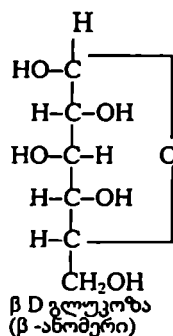
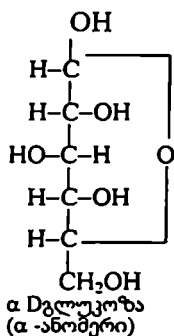
თუ სტერეოიზომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ მეორე ნახშირბადატომის კონფიგურაციით, ეწოდებათ ეპიმერები L(+)გლუკოზა, D(+) მანოზა, D(-)ფრუქტოზა ეპიმერები არიან:



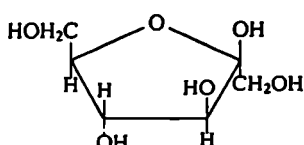
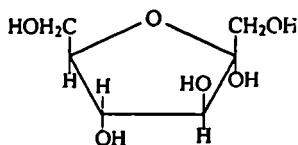
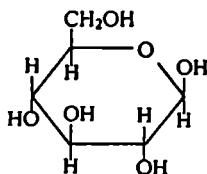
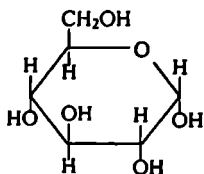
ეპიმერების ერთმანეთში გადასვლის პროცესს (რომელიც შეიძლება განვახორციელოთ ტუტის მოქმედებით) ეწოდება ინვერსია.

გლუკოზის ციკლურ ნახევარაქეტალურ ფორმაში ჩნდება მეხუთე ასიმეტრიული ნახშირბადატომი, ამიტომ სტერეოიზომერთა რიცხ-

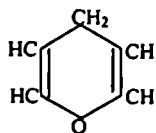
ვი ამ შემთხვევაში 32-ს უდრის, სახელდობრ: 8 იზომერი იქნება D რიგის, 8- L რიგის, ამასთან თითოეულს აქვს α და β ფორმები, რომლებსაც ეწოდებათ ანომერები და განსხვავდებიან პირველი ნახშირბადატომის სივრცითი კონფიგურაციით.



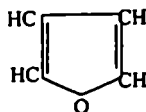
მონოზების ციკლური ფორმების თვალსაჩინოდ გამოსახატავად შეიძლება გამოვიყენოთ პერსპექტიული ფორმულა, რომელიც მოგვაწოდა ჰეუროსმა. პროექციული ფორმულიდან გადასაყვანად საჭიროა ატომები და ატომთა ჯგუფები, რომელიც არის მარცხნივ დავწეროთ ზემოთ, ხოლო რომელიც არის მარჯვნივ, ქვემოთ.



როგორც (1) ფორმულიდან ჩანს, გლუკოზის ციკლური ფორმა ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთის ე.წ. პირანის წარმოებულს შეესაბამება, ამიტომ მას გლუკოპირანოზა ეწოდება, ხოლო მე-2 ფორმულა შეესაბამება ხუთწევრიან ჰეტეროციკლურ ნაერთს ფურანს, ამიტომ მას ფრუქტოფურანოზა ეწოდება.



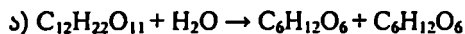
პირანი



ფურანი

15.3.1. მონოზების მიღება

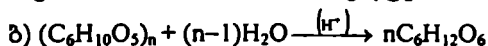
მონოზები მიიღებიან დი- და პოლისაქარიდების ჰიდროლიზით. ჰიდროლიზი ხდება მჟავების ან ენზიმების მოქმედებით. მაგალითად, დისაქარიდ საქაროზას ჰიდროლიზით წარმოიქმნება. α D გლუკოზა და β D ფრუქტოზა, ხოლო პოლისაქარიდ სახამებლის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება გლუკოზა.



საქაროზა

α D გლუკოზა

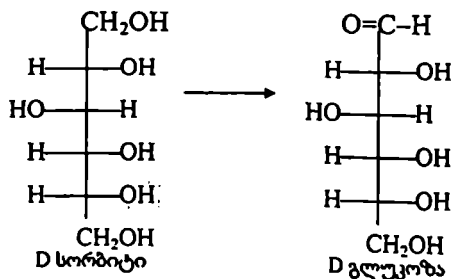
β D ფრუქტოზა



სახამებელი

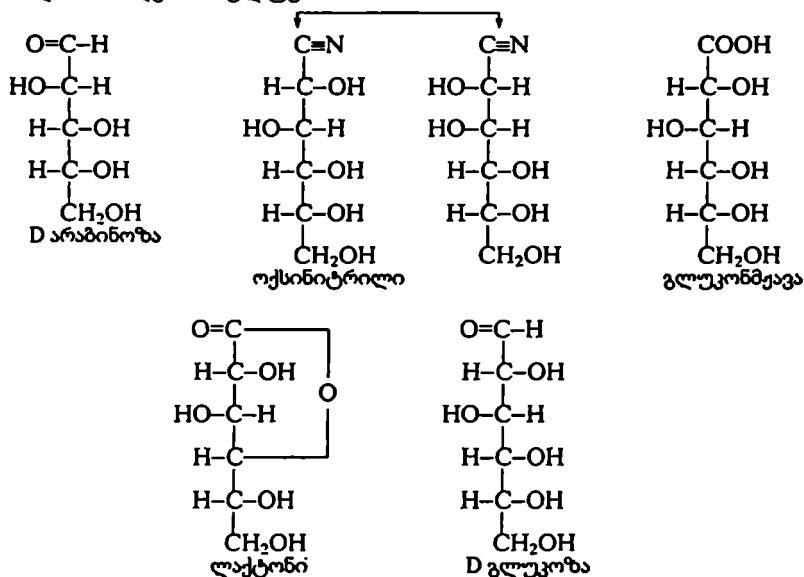
α D გლუკოზა

2. მონოზები მიიღება მრავალატომიანი სპირტების ფრთხილი დაჟანგვით:



3. ოქსინიტრილის სინთეზით:

ამ დროს დაბალი წევრებიდან მიიღება მაღალი წევრები ოქსინიტრილის სტადიის გავლით. თუ ავიღებთ ალდოპენტოზას და ვიმოქმედებთ ციანწყალბადმჟავათი, მიიღება ოქსინიტრილის ორი დიასტერეოიზომერი, რომელთა მჟავური ჰიდროლიზით წარმოიქმნება შესაბამისი პოლიოქსიმჟავები, რომლებიც იმავე გარემოში განიცდიან დეჰიდრატაციას და მიიღება ლაქტონი, რომელიც აღდგენით იძლევა ალდოზის ორ დიასტერეოიზომერს. მაგალითად, D არაბინოზიდან მიიღება D გლუკოზა.



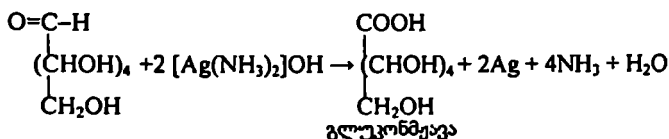
15.3.2. ფიზიკური თვისებები

მონოსაქარიდები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს, რომლებიც წყალში იხსნებიან და აქვთ ტკბილი გემო. ოპტიკურად აქტიურად მოქმედი არიან.

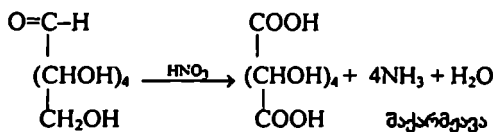
15.3.3 ქიმიური თვისებები

მონოსაქარიდების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია სპირტოჯგუფებითა და კარბონილის ჯგუფით.

1. ადვილად იჟანგებიან ვერცხლის ჟანგის ამიაკური ხსნარით და გადადიან შესაბამის მჟავაში (ვერცხლის სარკის რეაქცია)



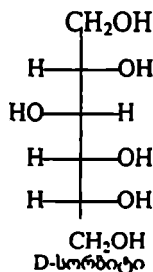
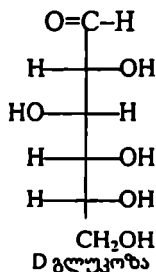
თუ დაჟანგვას ვაწარმოებთ უფრო ძლიერი დამჟანგველებით (კონც. HNO_3) მიიღება ორფუძიანი პოლიოქსი მჟავა-შაქარმჟავა:



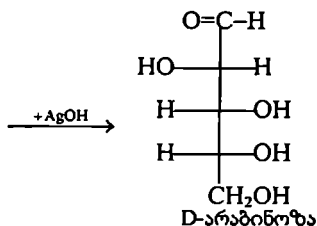
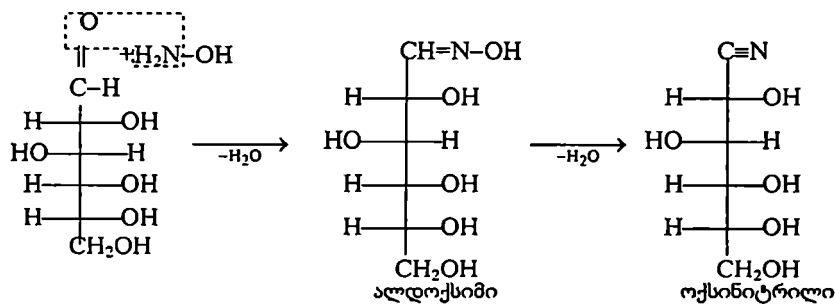
ფრუქტოზის დაჟანგვით ორი მჟავა მიიღება: მჟაუნმჟავა და ლეინომჟავა (იხ. გვ. 106).

2. მონოზების აღდგენით მიიღება მრავალატომიანი სპირტი.

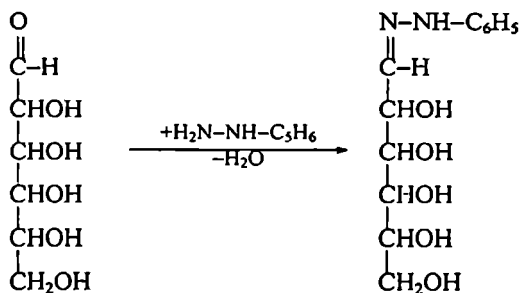
აღმდგენელად გამოიყენება ნატრიუმის ამალგამა, განზ. გოგირდმჟავას თანაობით, Ni ან სხვა აღმდგენელი. D-გლუკოზის აღდგენით მიიღება სპირტი D-სორბიტი, D-მანოზას აღდგენით D-მანიტი.



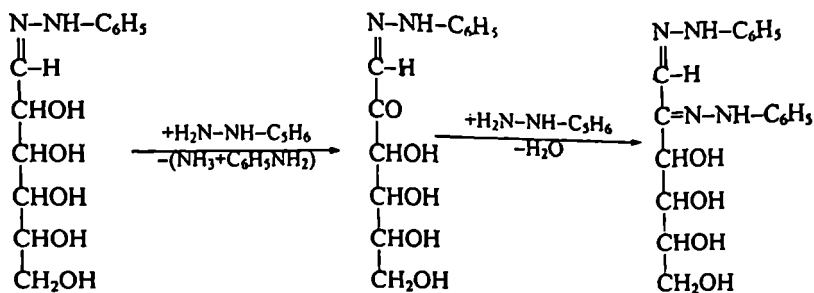
3. მონოსაქარიდები რეაქციაში შედიან ჰიდროქსილამინთან და წარმოქმნიან ოქსიმებს, (ალდოზებიდან მიღებულ ოქსიმებს ალდოქსიმები ეწოდება). ოქსიმების დეჰიდრატაციით მიიღება ოქსინიტრილი, შემდეგ ტენიანი ვერცხლის ჟანგით მოქმედებისას წარმოიქმნება მონოზა ნაკლები ნახშირბადატომით, ვიდრე აღებული იყო:



4. რეაქციაში შედიან ფენილჰიდრაზინთან და წარმოქმნიან ფენილჰიდრაზონებს, ხოლო შემდეგ ოზაზონებს (ე.ფიმერი).



გლუკოზის ფენილჰიდრაზანი



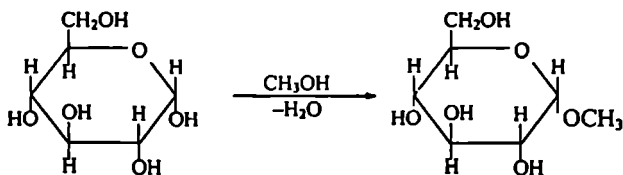
გლუკოზის ფენილჰაზონი

D გლუკოზა, D -მანოზა, D ფრუქტოზა იძლევიან ერთნაირ ოზაზონებს.

ოზაზონები წარმოადგენენ ყვითელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებებს.

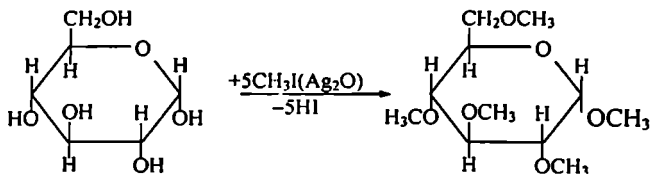
5. ალკილირების რეაქცია.

ალკილირების დროს მონოზები რეაგირებენ ნახევრად აცეტალური (ციკლური) ტაუტომერული ფორმით. მაგალითად, სპირტების მოქმედებისას მინერალური მჟავების თანაობით რეაგირებს მხოლოდ ნახევრადაცეტალური ჰიდროქსილის ჯგუფი და მიიღება გლიკოზიდი.



მეთილ -α D-გლუკოპირანოზიდი

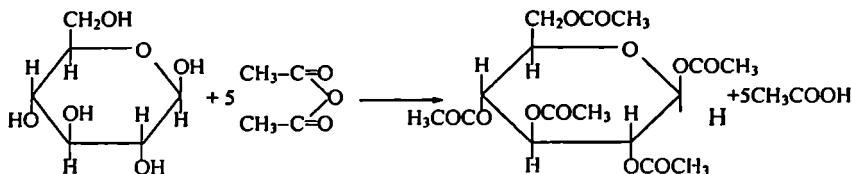
თუ გლუკოზაზე ვიმოქმედებთ მეთილიოდით ვერცხლის ოქსიდის თანაობით, მაშინ გლუკოზის ყველა ჰიდროქსილი მეთილირდება და მიიღება პენტამეთილგლუკოპირანოზიდი:



αD- პენტამეთილგლუკოპირანოზიდი

ნაცილირების რეაქცია

მონოსაქარიდები მაცილირებელი ნივთიერებების მეშვეობით ან-ჰიდრიდების ან ჰალოგენანჰიდრიდების მოქმედებით წარმოქმნიან სრული აცილირების პროდუქტებს. ე.ი. შეიცვლება ხუთივე ჰიდროქსილის წყალბადატომი.



β D-პენტააეტილგლუკოპირანოზიდი

15.4. ჰექსოზები

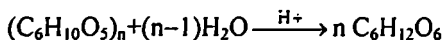
ჰექსოზებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია შემდეგი ალ-დოჰექსოზები D(+) გლუკოზა, D(+) მანოზა, D(+) გალაქტოზა, კეტო-ჰექსოზებიდან D(-) ფრუქტოზა.

D(+) გლუკოზა (ყურძნის შაქარი, დექსტროზა) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

გლუკოზა, როგორც თავისუფალი, ასევე შეკავშირებული სახით ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში, მას შეიცავს მცენარის როგორც ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, ასევე ნაყოფიც. გვხვდება ყველა მწიფე ხილის წვენში. განსაკუთრებით მწიფე ყურძ-

ნის წვენი 18-24%, თაფლში გლუკოზა ფრუქტოზასთან ერთად 80%-მდეა. იგი იმყოფება ადამიანისა და ცხოველთა სისხლსა და ლიმფაში. შეკავშირებული სახით გლუკოზა იმყოფება ოლიგოსაქარიდებსა, არაშაქარმაგვარ პოლიოზებსა და გლუკოზიდებში.

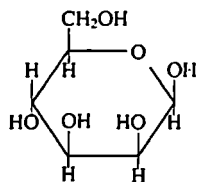
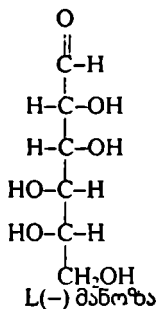
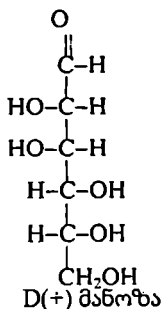
გლუკოზას საწარმოო მასშტაბით ღებულობენ სახამებლისა და ცელულოზის ჰიდროლიზით:



გდუკოზა წარმოადგენს ტკბილი გემოს მქონე, წყალში კარგად ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღღვება 146°C-ზე. გლუკოზა პოლარიზებული სხივის სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ, რისთვისაც მას დექსტროზას უწოდებენ.

გლუკოზა გამოიყენება მედიცინაში, როგორც ადვილად შესათვისებელი ძვირფასი საკვები ნივთიერება, ვიტამინ «C»-ს მისაღებად, აგრეთვე როგორც კარგი აღმდგენელი სამღებრო საქმეში.

D(+) მანოზა. მანოზა გვხვდება პოლისაქარიდების – მანანების სახით მხოლოდ მცენარეებში, ხოლო თავისუფალი სახით მანოზას β-ანომერი ნაპოვნია ფორთოხლის ქერქში.

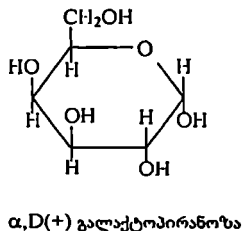
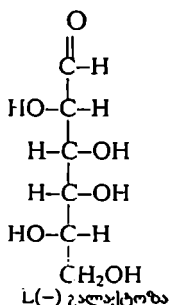
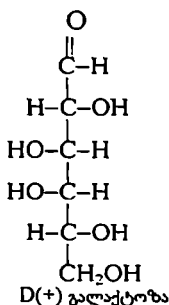


β,D(+)**მანოპირანოზა**

D მანოზა არის ტკბილი გემოს მქონე, წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება. ღღვება 146°C-ზე.

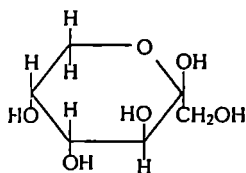
D(+) გალაქტოზა. თავისუფალი სახით ბუნებაში არ არის ნაპოვნი, გვხვდება რძის შაქრის შემადგენლობაში გუმფისში. მისი მიღება შეიძლება აღნიშნულ ნაერთთა მჟავური ჰიდროლიზით.

α D-გალაქტოზა წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღღვება 167°C -ზე.

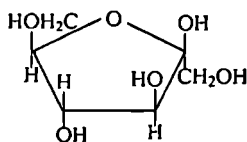


15.5. D(-) ფრუქტოზა (ხილის შაქარი, ლევეულოზა) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

ფრუქტოზა თავისუფალი სახით გვხვდება მრავალი ხილის წვენებში და თავლში, შეკავშირებული სახით იგი არის საქაროზას და პოლისაქარიდ ინულინის შემადგენლობაში. საყურადღებოა, რომ ფრუქტოზა თავისუფალი სახით არსებობს პირანოზული, ხოლო პოლისაქარიდებში ფურანოზული ფორმით:



$\beta \text{ D}(-) \text{ ფრუქტოპირანოზა}$



$\beta \text{ D}(-) \text{ ფრუქტოფურანოზა}$

ფრუქტოზა პოლარიზებულ სხივს აბრუნებს მარცხნივ. ამიტომ მას ლევეულოზა ეწოდება. ეს შაქარი ბევრად უფრო ტკბილია, ვიდრე ჩვეულებრივი შაქარი(საქაროზა). ფრუქტოზას ადამიანის ორგანიზმში ადვილად ითვისებს. კრისტალური ნივთიერებაა, წყალში კარგად იხსნება.

15.6. შაქარმაგვარი რთული შაქრები. ოლიგოსაქარიდები. დისაქარიდები (ბიოზები)

დისაქარიდები გლიკოზიდური ტიპისაა. ყველა ისინი წარმოადგენენ მონოსაქარიდების ციკლური ფორმის წარმოებულებს, რომელშიაც ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილის H-ატომი შეცვლილია მეორე მოლეკულის მონოსაქარიდის ნაშთით. რაც შეეხება მონოსაქარიდების მეორე მოლეკულას, მას შეუძლია ამ კავშირის წარმოქმნაში მიიღოს მონაწილეობა ან თავისი ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილით ან სხვა რომელიმე სპირტული ჰიდროქსილით, უკანასკნელ შემთხვევაში დისაქარიდების მოლეკულაში ერთი ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილი თავისუფალი რჩება.

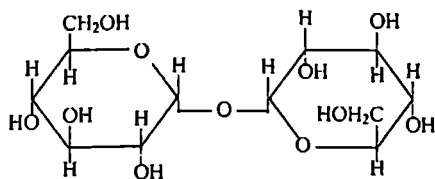
მოლეკულაში თავისუფალი ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილის არსებობა ან არ არსებობა ძალიან დიდ გავლენას ახდენს მოცემული დისაქარიდის თვისებებზე.

დისაქარიდები იყოფა ორ ჯგუფად: არააღმდგენელი და აღმდგენელი.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ტრეგალოზა (სოკოს შაქარი) და საქაროზა (ლერწმის შაქარი). მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება მალტოზა (ალაოს შაქარი), ლაქტოზა (რძის შაქარი), ცელობიოზა.

ყველა აღნიშნული დისაქარიდების შედგენილობა ერთი მოლეკულური ფორმულით $C_{12}H_{22}O_{11}$ გამოისახება.

ტრეგალოზა (სოკოს შაქარი). მისი მოლეკულა შედგება ორი გლუკოზის ნაშთებისაგან, რომელშიც ეთერული კავშირი წარმოქმნილია ორივე გლიკოზიდური ჰიდროქსილების ხარჯზე, ამიტომ იგი არააღმდგენელი შაქარია.

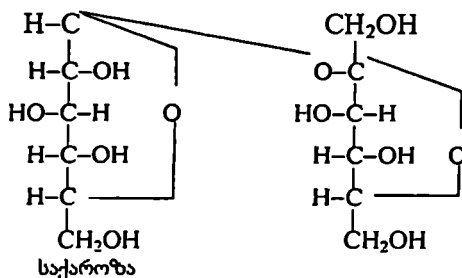


ტრეგალოზა (α D-გლუკოპირანოზიდი) - β D-გლუკოპირანოზიდი

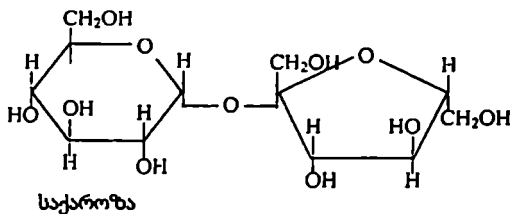
ტრეგალოზა არის ტკბილი გემოს მქონე, წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება.

საქაროზა, ლერწმის შაქარი, ჭარხლის შაქარი. დიდი რაოდენობით იმყოფება ჭარხლის ძირნაყოფებში 16-27%, ლერწმის ღეროებში 16-28%, საქაროზა ჰიდროლიზით გვაძლევს α D-გლუკოზას და β D - ფრუქტოზას.

მაშასადამე, α D-გლუკოზას და β D -ფრუქტოზას ნაშთები დაკავშირებულია ერთმანეთთან ჟანგბადით გლიკოზიდური ჰიდროქსილის ჯგუფების ხარჯზე.



საქაროზაში გლუკოზა გვხვდება პირანოზული, ხოლო ფრუქტოზა ფურანოზული ფორმითა პერსპექტიული ფორმულით საქაროზა ასე გამოისახება:



(α D-გლუკოპირანოზიდი) - β D -ფრუქტოპირანოზიდი

საქაროზა მიეკუთვნება არააღმდგენელ შაქარს, რადგან ორივე ჰექსოზა დაკავშირებულია ერთმანეთთან თავიანთი ნახევარაცეტალური (გლიკოზიდური) ჰიდროქსილებით.

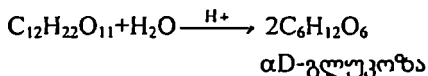
საქაროზა არის თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერება, წყალში კარგად იხსნება, აქვს ტკბილი გემო.

15.6.1. მალტოზა, ალაოს შაქარი

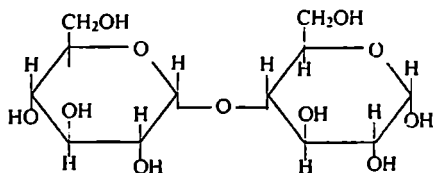
მალტოზა ბუნებაში თავისუფალი სახით არ გვხვდება. იგი წარმოიქმნება შუალედი პროდუქტის სახით, სახამებლის ჰიდროლიზის, ლუდის ხარშვის დროს.

მალტოზა იმყოფება ახლადგალვივებულ ქერის მარცვალში და ამიტომ მას ალაოს შაქარს უწოდებენ (ლათ.maltum-ალაო)

მალტოზა ჰიდროლიზით α D-გლუკოზად იშლება:



პერსპექტიული ფორმულით მალტოზა გამოისახება ასე:



მალტოზა

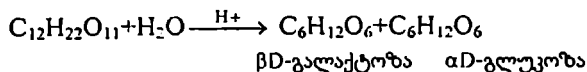
(α D-გლუკოპირანოზიდი) - α D-გლუკოპირანოზა

მალტოზა აღმდგენელი შაქარია, გლუკოზიდური OH-ის არსებობა საშუალებას აძლევს ირეაგიროს, როგორც ალდეჰიდი. ის გვამღევს ვერცხლის სარკის რეაქციას, აღადგენს ფელინგის სითხეს და სხვ. მალტოზა თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა, წყალში კარგად იხსნება, ალაოს შაქარი ჭარხლის შაქარზე ნაკლებად ტკბილია.

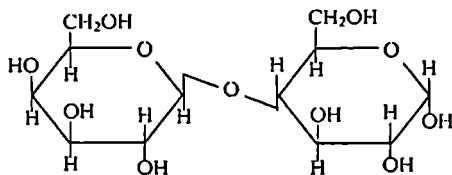
15.6.2. ლაქტოზა, რძის შაქარი

ლაქტოზა პირველად აღმოჩენილ იქნა რძეში (ლათ.lactos-რძე) და ამიტომ მას რძის შაქარს უწოდებენ.

ლაქტოზა ჰიდროლიზით იძლევა β D-გალაქტოზასა და α D-გლუკოზას



პერსპექტიული ფორმულით იგი ასე გამოისახება:

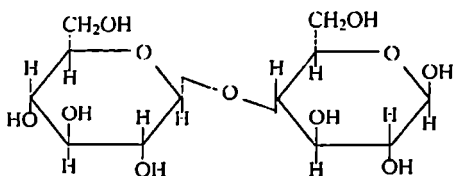


ლაქტოზა

(βD-გალაქტოპირანოზიდი) - αD-გლუკოპირანოზა

ძროხის რძე ლაქტოზას შეიცავს 4-5%-მდე. იგი უფრო ტკბილი შაქარია, ვიდრე სხვა დისაქარიდები. ამიტომ გამოიყენება დიეტური კვებისათვის. ლაქტოზა აღმდგენელი შაქარია. მის მოლეკულაში ერთი თავისუფალი ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილია.

ცელობიოზა. ცელობიოზა ბუნებაში თავისუფალი სახით არ გვხვდება. იგი შუალედი პროდუქტის სახით წარმოიქმნება ცელულოზას ფერმენტული ან H^+ ჰიდროლიზის დროს. მას ისეთივე აგებულება აქვს. როგორც მალტოზას, მხოლოდ შედგება ორი მოლეკულა βD-გლუკოზის ნაშთისაგან.



4-(βD-გლუკოპირანოზიდი) - βD-გლუკოპირანოზა

ცელობიოზა წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას. აღმდგენი შაქარია.

15.6.3. არაშაქარმაგვარი პოლისაქარიდები (პოლიოზები)

პოლისაქარიდები წარმოადგენენ ზუნებრივ მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში. პოლისაქარიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია: სახამებელი, ცელულოზა, გლიკოგენი, ინულინი. ამ ნაერთების ზოგადი ფორმულაა $(C_6H_{10}O_5)_n$. მონოზებისა და ოლიგოშაქარიდებისაგან განსხვავებით წარმოადგენენ ამორფულ ჰყარ ნივთიერებებს, წყალში არ იხსნებიან, ტკბილი გემო არა აქვთ, ცხელ წყალში წარმოიქმნიან კოლოიდურ ხსნარს. ჰიდროლიზის შედეგად ჯერ წარმოიქმნება სხვადასხვა სირთულის ოლიგოშაქარიდები და შემდეგ მონოზები.

15.6.4. სახამებელი

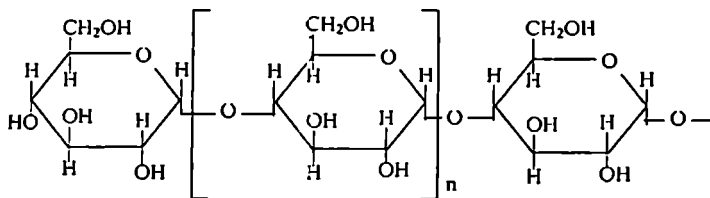
სახამებელი დიდი რაოდენობით გვხვდება მარცვლოვან პროდუქტებში, ხორბალში 57-75%, სიმინდში 72%, კარტოფილის ტუბერებში 24%. ყველაზე დიდი რაოდენობით არის ბრინჯში 80%. სახამებელი ადამიანის საკვების ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია.

სახამებელი მცენარეებში ფოტოსინთეზის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროდუქტია, რომელიც მზის სხივებისა და მცენარის მწვანე პიგმენტის ქლოროფილის ზეგავლენით ნახშირმჟავა გაზისა და წყლისაგან წარმოიქმნება.

სახამებელი თეთრი ამორფული ფხვნილია, წყალში პრაქტიკულად უხსნადია, წყალთან გაცხელებით სახამებლის მარცვლები იჯირჯვება და სახამებლის ბუბკო წარმოიქმნება, რომელსაც იყენებენ მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. სახამებელი იოდთან გვამლევს ლურჯ შეფერვას, ეს არის მისი აღმომჩენი ფერადი რეაქცია. დამახასიათებელი ისაა, რომ ხსნარის გაცხელებით შეფერილობა ქრება, ხოლო გაცივებისას კვლავ ვლინდება.

სახამებელი ფერმენტების ან განზავებული მუკების გავლენით განიცდის ჰიდროლიზს, რომლის დროსაც ჯერ წარმოიქმნება დექსტრინები, შემდეგ მალტოზა და ბოლოს გლუკოზა.

სახამებლის მოლეკულა შედგება ორი განსხვავებული პოლისაქარიდისაგან: ამილოზასაგან (20-30%) და ამილოპექტინისაგან (70-80%), ამილოზა – აგებულია რამდენიმე ასეული α -გლუკოზის ნაშთებისაგან, რომელიც ერთმანეთთან გადაბმული არიან $\alpha 1,4$ ბმით. ერთი მოლეკულის ნახევარაგეტალური ჰიდროქსილისა და მეორე მოლეკულის მეოთხე C-ატომთან მდებარე სპირტული OH-ის ხარჯზე და აქვს ჯაჭვისებური სწორხაზოვანი აგებულება.



ამილოზას მოლეკულური მასა მერყეობს 50.000-160.000 ფარგლებში.

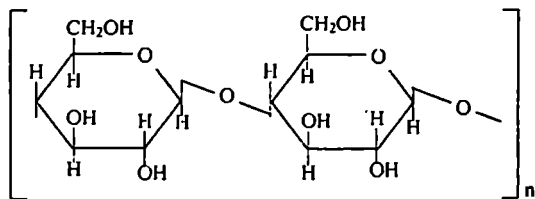
ამილოპექტინი, როგორც ამილოზა, შედგება რამდენიმე გლუკოზის ნაშთებისაგან, რომელთა უმრავლესობა, როგორც ამილოზაში, დაკავშირებულია ფ 1,4, ხოლო ნაწილი ფ 1,6 გლიკოზიდური ბმით. ამიტომ ამილოპექტინს ამილოზასაგან განსხვავებით განტოტვილი სახე აქვს:

ამილოპექტინში გლუკოზური ნაშთების საერთო რიცხვი მეტია, ვიდრე ამილოზაში. ამილოპექტინის მოლეკულური წონა მერყეობს 5000-1000000 ფარგლებში.

სახამებელს უაღრესად დიდი გამოყენება აქვს. ის წარმოადგენს საკვები ნივთიერების მთავარ შემადგენელ ნაწილს. მისგან ღებულობენ გლუკოზას და დექსტრინებს, რომელსაც თავის მხრივ იყენებენ საფეიქრო, ასანთის, კოსმეტიკურ, კვების, სამკინძაო საქმისა და სხვა წარმოებაში. სახამებელი არააღმდგენი პოლისაქარიდია.

15.6.5. ცელულოზა ანუ უჯრედისი

ცელულოზა წარმოადგენს მცენარეული უჯრედისის გარსის მთავარ შემადგენელ ნაწილს. ჩვეულებრივად სუფთა სახით მცენარეებში იგი არ გვხვდება, არამედ ლიგნინთან (არომატული ხასიათის ორგანული ნივთიერებაა), ჰემიცილულოზასთან, პენტოზანებთან, პექტინურ ნივთიერებებთან არის დაკავშირებული. ყველაზე უფრო სუფთა ცელულოზას წარმოადგენს ბამბის ბოჭკო, რომელიც შეიცავს 92-95% ცელულოზას, წიწვიანი მცენარეები – 55-60%, ხოლო ფოთლოვანები – 20-40%-ს. სუფთა ცელულოზა წარმოადგენს თეთრი ფერის უგემო, უსუნო ნივთიერებას. იგი შედგება βD-გლუკოზის ნაშთებისაგან, რომლებიც დაკავშირებული არიან 1,4 გლუკოზიდური ბმით.



15.6.6. ცელულოზას ფრაგმენტი

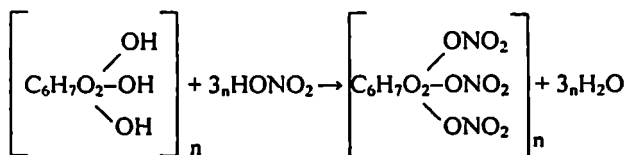
ცელულოზას შეფარდებითი მოლეკულური მასა მერყეობს 100000-დან 1000000-მდე და შეიცავს ათასობით გლუკოზის ნაშთს.

ცელულოზა წარმოადგენს ჰიგროსკოპულ მყარ ნივთიერებას, არ იხსნება სპირტში, წყალში, ეთერში, იხსნება მხოლოდ შვეიცერიის რეაქტივში $[Cu(NH_3)_4OH]$ ეს არის სპილენძის ჰიდროქსიდის ამიაკური კომპლექსი.

ცელულოზაში გლუკოზის თითოეული ნაშთი შეიცავს 3 თავისუფალ ჰიდროქსილის ჯგუფს, ამიტომ ცელულოზას ემპირიული

ფორმულა შეიძლება გამოისახოს ასედაც $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$.

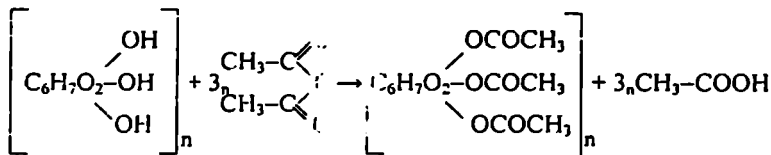
ცელულოზა თავისუფალი ჰიდროქსილით რეაქციაში შედის მჟავებთან და წარმოქმნის რთულ ეთერებს. მაგალითად, ცელულოზას აზოტმჟავით დამუშავებისას წარმოიქმნება აზოტმჟავას ეთერები: მონო-, დი- და ტრინიტროცელულოზა:



ტრინიტროცელულოზა ცნობილია პიროქსილინის სახელით (ყველა ჰიდროქსილის ჯგუფი ეთერიფიცირებულია), ხოლო თუ ჰიდროქსილების ჯგუფები მთლიანად არ არის ეთერიფიცირებული (დაახლოებით 30% ჰიდროქსილების თავისუფალი რჩება) კოლოქსილინი ეწოდება.

პიროქსილინის სპირტში და ეთერში დამუშავების შედეგად მიიღება უკვამლო დენთი.

ცელულოზას ძმრის ანიჰიდრიდით დამუშავებისას მძარმჟავას გარემოში წარმოიქმნება რთული ეთერი აცეტილცელულოზა.



აცეტილცელულოზა გამოიყენება აცეტატური ბოჭკოს, ლაქების და კინო-ფოტოლენტების წარმოებაში.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დითიონახშირმჟავას რთულ ეთერებს-ცელულოზას ქსანტოგენატებს, რომლისგანაც ამზადებენ ვისკოზურ ბოჭკოს. იგი აცეტატური ბოჭკოს მსგავსად ფართოდ გამოიყენება ხელოვნური ქსოვილების წარმოებაში. ცელულოზა გარდა აღნიშნულისა, არის უკვამლო დენთის, საფეიქრო, ქაღალდის და ჰიდროლიზური სპირტის მრეწველობის ნედლეული.

15.7. ჰეტეროციკლური ნაერთები

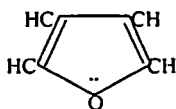
ჰეტეროციკლური ეწოდება ისეთ ნაერთებს, რომელთა ციკლის შექმნაში ნახშირბადატომების გარდა მონაწილეობას ღებულობს სხვა ელემენტის ატომი - ჰეტეროატომი (ბერძ. heteros – სხვა) მაგალითად, გოგირდი, ჟანგბადი, აზოტი და სხვა. ციკლში შეიძლება იყოს ერთი ან რამოდენიმე ჰეტეროატომი.

ციკლის წარმომქმნელი ატომების რაოდენობის მიხედვით ჰეტეროციკლები შეიძლება იყოს სამი, ხუთი, ექვსი და მეტწევრიანი. ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ხუთწევრიანი და ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლები.

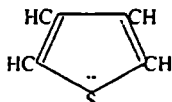
15.7.1. ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან აღსანიშნავია ჰეტეროციკლები ერთი ან ორი ჰეტეროატომით ციკლში.

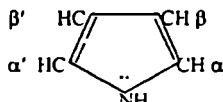
ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან ერთი ჰეტეროატომი მნიშვნელოვანია ფურანი, თიოფენი, პიროლი.



ფურანი



თიოფენი



პიროლი

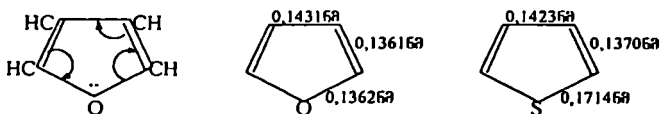
ჰეტეროციკლებში ატომები ინომრება ჰეტეროატომიდან. ანსხვავებენ α , β , α' , β' მდებარეობებს. აღნიშნული ჰეტეროციკლური ნაერთები შეიცავენ შეუღლებულ ორმაგ ბმებს და ხასიათდებიან არომატული ბუნებით.

ბენზოლისა და მისი ნაწარმების განსაკუთრებული არომატული ხასიათი ექვსი π -ელექტრონების შეუღლებით აიხსნება (თითოეული ნახშირბადატომიდან თითო ელექტრონი მონაწილეობს არომატული სექტეტის წარმოქმნაში. ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური სისტემის შემთხვევაში ელექტრონების სექტეტი წარმოიქმნება ოთხი π -

ელექტრონისა (თითო ელექტრონი ციკლის თითოეული ნახშირბა-
დიდან) და ჰეტეროატომის ორი განუყოფელი ელექტრონის ხარჯზე,
რის გამოც ავლენს არომატულ ხასიათს.

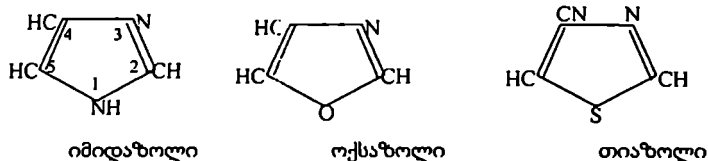


ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის გადაწევა ფურანის,
თიოფენისა და პიროლის ბირთვში ხდება შემდეგნაირად:



რენტგენოგრაფიული გაზომვით დადგენილია, რომ (C_3-C_4) ბმის
სიგრძე ჰეტეროციკლებში შემცირებულია ჩვეულებრივი მარტივი
ბმის სიგრძესთან შედარებით (0,154 ნმ), რაც იმაზე მიგვანიშნებს,
რომ ფურანის, თიოფენისა და პიროლის ბირთვებში იმყოფება შეუ-
ღებელი ბმები.

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლებიდან, რომლებიც ორ ჰეტეროატომს
შეიცავენ, მნიშვნელოვანია:

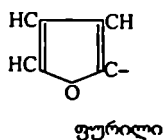


15.7.2. ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ერთი ჰეტეროატომით. ფურანი

ფურანის აგებულება გამოისახება ფორმულით:



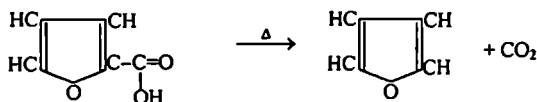
ფურანის მოლეკულის α ან β -მდებარეობიდან H-ატომის ჩამოშორებით წარმოიქმნება ერთვალენტიანი რადიკალი, რომელსაც ფური-ლი ეწოდება.



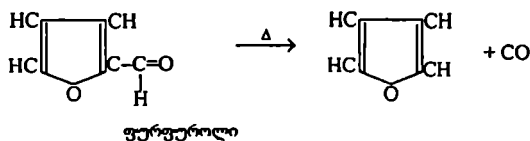
15.7.3. ფურანის მიღება

ფურანის მიღების ხერხებიდან აღსანიშნავია:

1. პიროლორწოს მექავას მშრალი გამოხდა (დეკარბოქსილირება)
2. ფურანი კარგი გამოსავლიანობით მიიღება ფურფუროლისა და



წყლის ორთქლის ნარევის, გახურებული ქრომის და თუთიის ოქსიდზე გატარებით:



როგორც რეაქციის სქემიდან ჩანს, ფურანის წარმოქმნა ფურფუროლის დეკარბონილირების ხარჯზე (CO-ს მოწყვეტა-ელიმინირება).

15.7.4. ქიმიური თვისებები

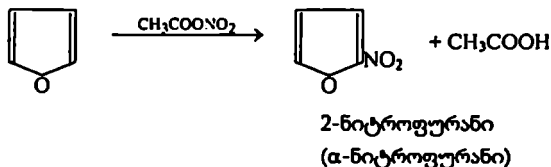
ფურანის რიგის ნაერთებს ახასიათებს როგორც შეერთების, ასევე ჩანაცვლების რეაქციები.

ფურანში ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე მომატებულია α -მდებარეობაში და ამიტომ, როგორც შეერთების, ასევე ჩანაცვლების რეაქციები პირველ რიგში მიმდინარეობს α -მდებარეობაში.

იმის გამო, რომ ჟანგბადის ელექტროუარყოფითობა უფრო მეტია, ვიდრე გოგირდისა და აზოტის, აფერხებს გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონების დელოკალიზაციას და ამიტომ ფურანი, უფრო ნაკლებად არომატულია, ვიდრე თიოფენი და პიროლი.

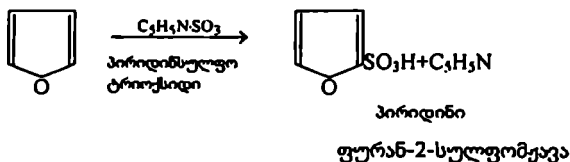
ჩანაცვლების რეაქციები:

1. ნიტრირების რეაქცია. ნიტრირებისათვის იყენებენ აცეტილ-ნიტრიტს და მიიღება 2-ნიტროფურანი:



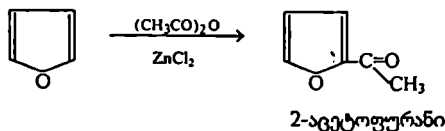
2. სულფირების რეაქცია.

კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით ფურანი იფისება. განზავებული მინერალური მჟავები იწვევს ფურანისა და მისი ჰომოლოგების ბირთვის ჰიდროლიზურ გახლეჩას. ამიტომ სულფირებას ახდენენ პირიდინისა და გოგირდის ტრიოქსიდის კომპლექსით:



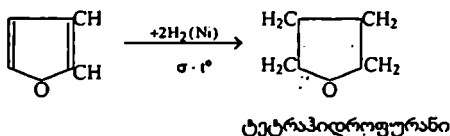
3. აცილირების რეაქცია.

ფურანის აცილირება ხდება მმარმჟავანჰიდრიდით თუთიის ქლორიდის თანაობით:



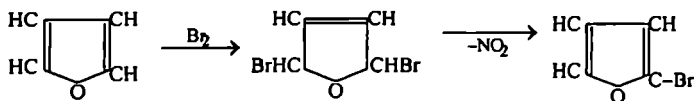
მიერთების რეაქციები.

ა) ფურანის კატალიზური ჰიდრირებით მიიღება ტეტრაჰიდროფურანი

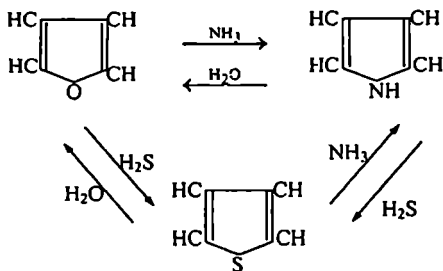


ტეტრაჰიდროფურანი წარმოადგენს სითხეს (დუღ.ტემპ.65°C) გამოიყენება როგორც ორგანული გამხსნელი.

ბ) იერთებენ ჰალოგენებს დაბალ ტემპერატურაზე. თუ ვიმოქმედებთ ფურანზე. ჯერ წარმოიქმნება დიბრომფურანი, რომელიც ადვილად კარგავს HBr-ს და მიიღება α-ბრომფურანი:

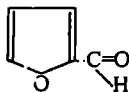


ფურანის ორთქლს თუ გავატარებთ ალუმინის ჟანგის კატალიზატორზე 150°C-ზე გოგირდმჟავასთან ან ამიაკთან წარმოიქმნება შესაბამისად თიოფენი ან პიროლი. ანილინთან ამავე პირობებში ფურანი იძლევა N-ფენილპიროლს. ფურანის, თიოფენის და პიროლის ურთიერთგადასვლა გამოიხატება შემდეგნაირად (იურიევის რეაქცია).



15.7.5. ფურფუროლი (ფურფურილი)

ფურანის ნაწარმებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ალდეჰიდური ფურფუროლი, რომელიც გამოსავალ ნივთიერებას წარმოადგენს ფურანისა და მისი ნაწარმების მისაღებად.



ფურფუროლი უფერო სითხეა დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნით. ჰაერზე სწრაფად მუქდება და იფისება, დუღს 162°C -ზე, ცუდად იხსნება წყალში. იგი იხსნება ეთერსა და სპირტში (მცირე კონცენტრაციის დროს ფურფუროლს აქვს ახლად გამომცხვარი ჭვავის პურის დამახასიათებელი სუნი) ფურფუროლისა და ჰაერის ნარევი ძლიერ ფეთქებადია.

ფურფუროლი იძლევა ყველა იმ ტიპიურ რეაქციებს, რაც დამახასიათებელია ბენზალდეჰიდისათვის, მაგალითად, იგი აღდგენით იძლევა ფუროლის სპირტს, იერთებს ნატრიუმის ჰიდროსულფიტს, ციანწყალბადს, მეტალორგანულ ნაერთს. ახასიათებს კანიცაროს რეაქცია. ჩანაცვლების რეაქციაში შედის ჰიდროქსილამინთან, ფენილჰიდრაზინთან და სხვა.

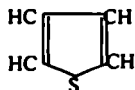
ფურფუროლი ძლიერი დამყანგველების მოქმედებით იჟანგება და მიიღება ფუმარის მჟავა, ხოლო სუსტი დამყანგველების მოქმე-

დებით იძლევა პიროლორწოს მჟავას.

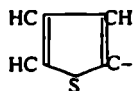
ფურფუროლი გამოყენებულია პლასტიკური მასალების, საღებურების და სამედიცინო პრეპარატების მისაღებად. გარდა ამისა, მას იყენებენ ზოგიერთ ორგანულ ნივთიერებათა გამხსნელად.

15.8. თიოფენი

თიოფენის მოლეკულური ფორმულაა C_4H_4S . აგებულია გამოსახება შემდგნაირად:



თიოფენის α მდებარეობიდან H-ატომის ჩამოშორებით წარმოქმნება ერთვალენტიანი რადიკალი, რომელსაც თიენილი ეწოდება.



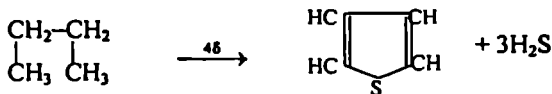
თიოფენი პირველად 1883 წელს აღმოჩენილ იქნა ვ.ბაიერის მიერ ქვანახშირის კუპრში. იგი იმყოფება ქვანახშირის კუპრის პირველ ფრაქციაში ბენზოლთან ერთად. ამიტომ მიღებული ტექნიკური ბენზოლი ყოველთვის შეიცავს თიოფენს 0,5%-ს, რადგან ბენზოლისა და თიოფენის დუღილის ტემპერატურა ძალიან ახლოსაა (ბენზოლი დუღს $81,1^{\circ}C$). ფრაქციული გამოხდით არ ხერხდება მათი დაცილება.

15.8.1. მიღების მეთოდები

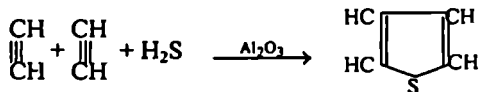
არსებობს თიოფენისა და მისი ჰომოლოგების მიღების რამდენიმე მეთოდი. მათ შორის მნიშვნელოვანია:

1. თიოფენი მრეწველობაში მიიღება ბუთანისა და გოგირდის ორ-

თქლის ნარევის გახურებით 550-700°C-ზე.



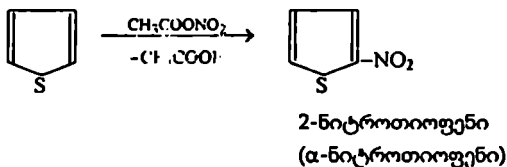
2. აცეტილენისა და გოგირდწყალბადის ნარევის გახურებით და ალუმინის ოქსიდზე გატარებით (ა.ე.ჩიჩიბაბინი):



15.8.2. ქიმიური თვისებები

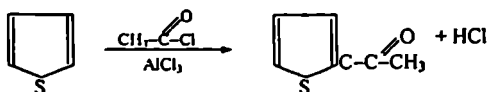
თიოფენს არომატული ნაერთების მსგავსად ახასიათებს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. მასში არომატული თვისება უფრო მკვეთრადაა გამოხატული, ვიდრე ფურანსა და პირიდინში და ჩანაცვლების რეაქციები უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლის შემთხვევაში.

1. ნიტრირების რეაქცია. თიოფენის ნიტრირება უშუალოდ აზოტ-მქავეთ არ ხერხდება, რადგან დამჟანგველად მოქმედებს და არღვევს თიოფენის მოლეკულას. მიუხედავად იმისა, რომ თიოფენი საკმაოდ მდგრადია დამჟანგველების მიმართ, ამიტომ თიოფენის ნიტრირებას ახორციელებენ აცეტილონიტრიტით, რის შედეგად მიიღება α -ნიტროთიოფენი, რადგან ელექტრული სიმკვრივე α მდებარეობაში მეტია, ვიდრე β -მდებარეობაში:



აცილირების რეაქცია.

თიოფენის აცილირება მიმდინარეობს ანალოგიურად ფურანისა, მაცილირებელი რეაგენტის მოქმედებით AlCl_3 თანაობისას:

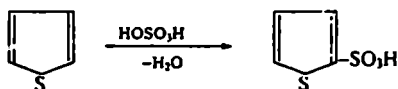


2-აცეტილთიოფენი

ანუ მეთილთიენილკეტონი

სულფირების რეაქცია.

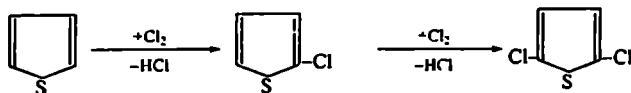
თიოფენი მჟავე არეში მდგრადია და მის სულფირებას ახდენენ უშუალოდ კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით დაბალ ტემპერატურაზე. მიიღება თიოფენ-2-სულფომჟავა:



თიოფენ-2-სულფომჟავა

ჰალოგენირება.

თიოფენი დაბალ ტემპერატურაზე ქლორის ან ბრომის მოქმედებით წარმოქმნის შესაბამის მონო და პოლიჰალოგენაწარმებს. ჰალოგენირება პირველ რიგში მიმდინარეობს α -მდებარეობაში:

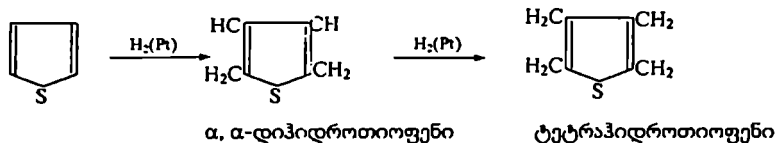


2-ქლორთიოფენი

2,5-დიქლორთიოფენი

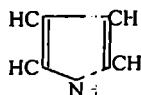
ჰიდრირება.

თიოფენის კატალიზური ჰიდრირებით მიიღება არასრული და სრული ჰიდრირებული პროდუქტები:



15.9. პიროლი

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია პიროლი. პიროლის ორთქლი მარილმჟავაში დასველებულ ნაძვის კვარს დებავს წითლად, რის გამოც მას უწოდეს პიროლი, რაც ნიშნავს წითელ ფერს (Pyrrhol) მოლეკულური ფორმულაა CHNH აგებულია ასეთია:

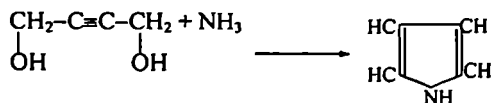


პიროლის მონოჰანაცვლეზულს აქვს სამი იზომერი. აქედან ერთია N-ჰანაცვლებული, დანარჩენი ორი α და β იზომერი. პიროლის ბირთვი შედის მრავალი ცილოვანი ნივთიერებებისა და ფიზიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნაერთების შემადგენლობაში. სისხლის მღებავ ნივთიერებაში ჰემოგლობინში, მცენარეთა ფოთლების მწვანე პიგმენტში – ქლოროფილში და სხვ. პიროლი მცირე რაოდენობით გვხვდება ქვანახშირის კუპრში და მნიშვნელოვანი რაოდენობით ძვლის “ზეთში”.

მიღება. 1. პიროლი სინთეზურად მიიღება იურევის რეაქციით. ფურანისა და ამიაკის ნარევის გატარებით 450°C -ზე ალუმინის ოქსიდის თანაობისას (Al_2O_3)

2. პიროლის მიღების ხერხებიდან მნიშვნელოვანია უჯერი სპირტების ამიაკით დამუშავება. კერძოდ, 1,4 ბუტინდიოლის ორთქლს ამიაკთან ერთად გაატარებენ კატალიზატორზე ალუმინისა და თო-

რიუმის ორთქლის ნარევეზე 230°C და წარმოიქმნება პიროლი.



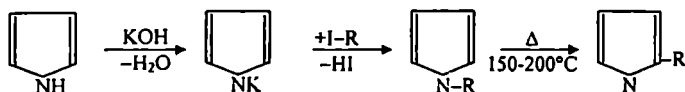
15.9.1. ფიზიკური თვისებები

ახლადგამოხდილი პიროლი არის უფერო სითხე, დამახასიათებელი სუნის, ჰაერზე მუქდება, წყალში არ იხსნება. იხსნება სპირტში, ეთერსა და განზავებულ მჟავებში, საწამლადაა. გამოიყენება ორგანულ სინთეზში და სელენის (Se) აღმოსაჩენად.

15.9.2. ქიმიური თვისებები

პიროლი უფრო ადვილად შედის ელექტროფილურ ჩანაცვლების რეაქციაში, ვიდრე ბენზოლი. ამავე დროს ახასიათებს შეერთების რეაქციებიც, თანაც შეერთებაც და ჩანაცვლებაც პირველ რიგში მიმდინარეობს α -მდებარეობაში, რადგან იქ უფრო მეტია ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე. ჰალოგენირების, სულფირების, ნიტრირების, აცილირების რეაქციები მიმდინარეობს ისევე, როგორც ფურანში (იხ. ფურანის ქიმიური თვისებები).

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან განსხვავებით პიროლს ახასიათებს სუსტი ფუძისა და სუსტი მჟავა თვისება. პიროლი წარმოადგენს უფრო სუსტ მჟავას, ვიდრე ფენოლი. უწყლო ტუტესთან შელღობისას ჩანაცვლება წყალბადატომი მეტალით და წარმოიქმნება პიროლის მარილი.

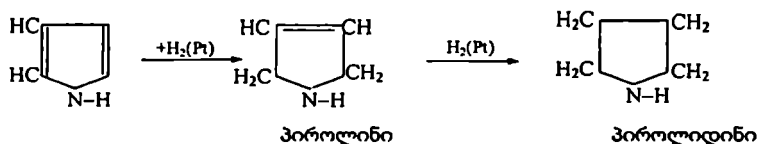


პიროლის კალიუმის მარილი

თუ ვიმოქმედებთ პიროლის კალიუმის მარილზე იოდალკილით, მიიღება ალკილპიროლი, გახურებით მოხდება გადაჯგუფება და მიიღება ალკილპიროლი.

ჰიდრირება.

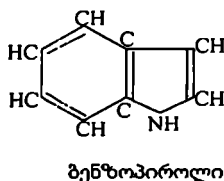
პიროლის ჰიდრირებისას მიიღება პიროლის არასრული და სრული ჰიდრირებული პროდუქტები. ჯერ წარმოიქმნება დიჰიდროპიროლი ანუ პიროლინი, ხოლო შემდეგ ტეტრაჰიდროპიროლი – პიროლიდინი.



პიროლის აღდგენა იწვევს არომატულობის გაქრობასა და ფუძე თვისებების გაძლიერებას. ასე, მაგალითად, პიროლინი და პიროლიდინიც წარმოადგენენ ძლიერ ფუძეებს.

15.10. კონდენსირებულ ბირთვიანი ჰეტეროციკლური ნარეუები

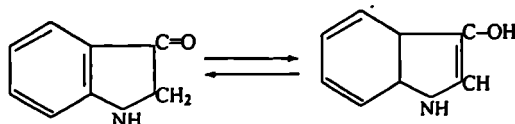
ინდოლი. პიროლის ბირთვის შემცველი კონდენსირებული სისტემიდან მნიშვნელოვანია ინდოლი (ბენზოპიროლი)



ინდოლი მცირე რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრში. მცენარეებში გვხვდება გლიკოზიდების სახით. იგი წარმოადგენს მბრწყინავ ფურცლისებურ კრისტალებს. ღვება 52°C, იხსნება

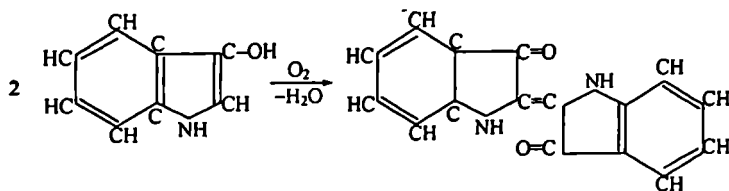
ცხელ წყალში, სპირტსა და ეთერში. მცირე კონცენტრაციის დროს ინდოლს აქვს სასიამოვნო სუნი, ხოლო დიდი კონცენტრაციისას ძალიან ცუდი სუნი.

ინდოლის ნაწარმებიდან მნიშვნელოვანია ოქსიინდოლი – ინდოქსილი, რომელსაც შეუძლია რეაგირება ორი ტაუტომერული ფორმით.



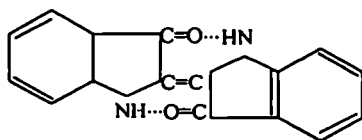
ინდოქსილი ანუ β -ოქსიინდოლი

ინდოქსილი ადვილად იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით, განსაკუთრებით ტუტე არეში. ამ დროს ინდოქსილი H-ის ორ ატომს კარგავს და ინდიგოდ გარდაიქმნება. ეს წარმოადგენს ინდიგოს მიღების ერთ-ერთ მეთოდს.

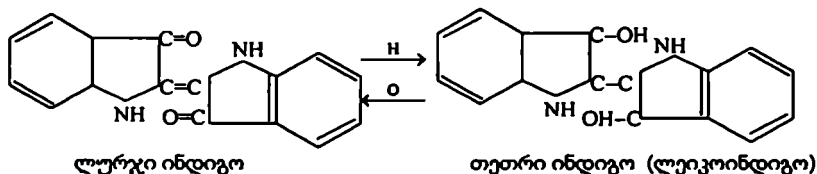


ინდიგო

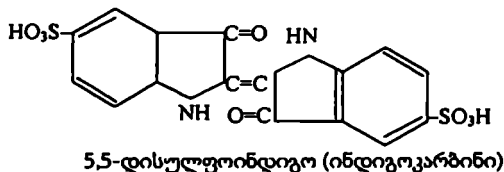
თავდაპირველად ინდიგოს ღებულობდნენ ინდიკანიდან, რომელიც იმყოფება ინდოეთში გავრცელებულ მცენარე ინდიგოფერას გვარში. ინდიგო სინთეზური გზით 1885 წ. პირველად მიიღო გერმანელმა ქიმიკოსმა ა. ბაიერმა. ამით მან პირველმა დაადგინა ინდიგოს სტრუქტურა, რომ მის მოლეკულას აქვს ტრანსაგებულება. შემდეგში რენჟენოსტრუქტურული ანალიზით დადგინდა, რომ ინდიგოს მოლეკულა წარმოადგენს ტრანს ფორმას ($C=C$) ბმის მიმართ კარბონილის ჯგუფები იმყოფებიან სხვადასხვა მხარეს, რომელიც სტაბილირდება შიგამოლეკულური ორი წყალბადური ბმით.



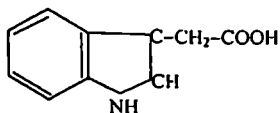
ინდიგო მუქი ლურჯი ფერის ფხვნილია. წყალში უხსნადი. ამიტომ არ აქვს ქსოვილის შეღებვის უნარი. ქსოვილის შესაღებად ლურჯი ინდიგო გადაყავთ თეთრ ანუ ე.წ.ლეიკო ინდიგოდ, ამას აღწევენ ინდიგოს ფრთხილი აღდგენით ტუტე არეში. ამ დროს აღდგება კარბონილის ჯგუფები. თეთრი ინდიგოს ტუტე ხსნარს ინდიგოს "კუბი" ეწოდება. ღებვისას ქსოვილს ათავსებენ "ინდიგოს კუბში" და როდესაც გაიჟღინთება თეთრი ინდიგოს ხსნარით, ამოიღებენ და ტოვებენ ჰაერზე. ლეიკოინდიგო ძალიან ადვილად იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით და ისევ გარდაიქმნება უხსნად ლურჯ პიგმენტად. ამგვარ ღებვას კუბურ ღებვას უწოდებენ.



ინდიგოს ნაწარმებიდან მნიშვნელოვანია დისულფონაწარმი ინდიგოკარბინი, რომელიც საღებარს წარმოადგენს.



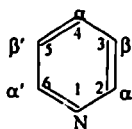
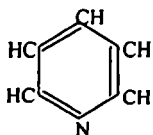
ასევე ყურადღებას იმსახურებს შესაბამისი ერთ-ერთი კარბონმჟავა β-ინდოლმჟარმჟავა, რომელიც ჰეტეროაუქსინის სახელწოდებითაა ცნობილი.



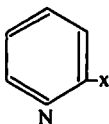
იგი გვხვდება მცენარეებში და წარმოადგენს ზრდის სტიმულატორს.

15.11. ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ერთი ჰეტეროატომით ციკლში. პირიდინი

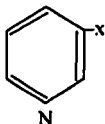
აზოტის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია პირიდინი. იგი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ბენზოლი, რომელშიც ერთი CH ჯგუფი შეცვლილია აზოტის ატომით.



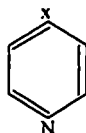
პირიდინის მონოჩანაცვლებულს აქვს სამი იზომერი α , β , γ



α იზომერი



β იზომერი



γ იზომერი

პირიდინი პირველად აღმოაჩინეს “მვლის” ზეთში, საიდანაც მას ღებულობდნენ. ამჟამად მიღების ბუნებრივ წყაროს წარმოადგენს ქვანახშირის ფისი. გარდა ამისა, პირიდინისა და მისი ჰომოლოგების მისაღებად შემუშავებულია სინთეზური მეთოდები.

პირიდინი უფერო, დამახასიათებელი ცუდი სუნის მქონე სითხეა. დუდილის ტემპერატურა 115°C . იგი კარგად იხსნება წყალში, სპირ-

ტსა და ეთერში. თვით პირიდინი არის კარგი ორგანული გამხსნელი. მასში იხსნება მრავალი მინერალური მარილი CuCl_2 , ZnCl_2 , HgCl_2 . პირიდინის ორთქლის ჩასუნთქვა იწვევს ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებას.

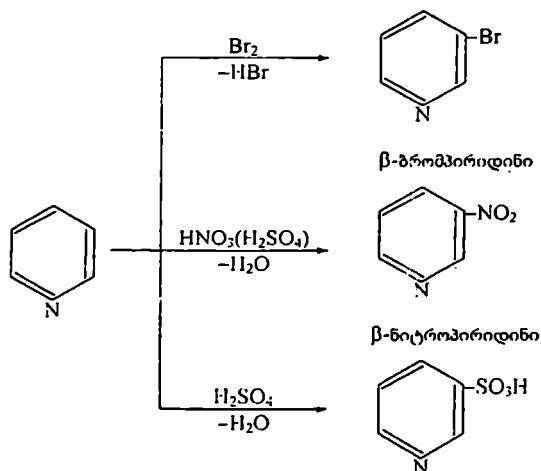
15.11.1. ქიმიური თვისებები

პირიდინი შედის ჩანაცვლების, შეერთების, მესამეული ამინის (სუსტი ფუძე თვისება) დამახასიათებელ რეაქციებში.

ჩანაცვლების რეაქციები:

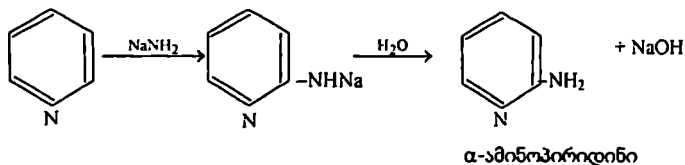
1. პირიდინის მოლეკულაში სხვადასხვა რეაქციის უნარიანი ნახშირბადატომია. ჩამნაცვლებელი ჯგუფი ორიენტირდება იმის მიხედვით, თუ როგორია მოქმედი რეაგენტი: ელექტროფილური თუ ნუკლეოფილური. ელექტროფილური რეაგენტის მოქმედებისას ჩანაცვლება ხდება ძირითადად β -მდებარეობაში. უნდა აღინიშნოს, რომ პირიდინი გაცილებით უფრო ძნელად შედის ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში, ვიდრე ბენზოლი.

მაგალითად, ბრომის, ძლიერი და მასულფირებელი რეაგენტის მოქმედებით მიიღება β -ჩანაცვლებულები.



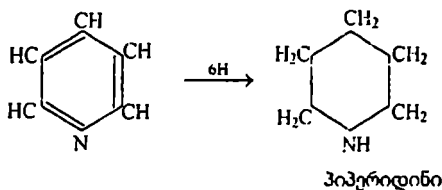
მეორე ჩამნაცვლებლის შეყვანა პირიდინის ბირთვში შეუძლებელი ხდება.

რაც შეეხება ნუკლეოფილურ რეაგენტებს, ისინი ორინტირდებიან α და γ მდგომარეობაში ნაკლები ელექტრონული სიმკვერივის გამო.



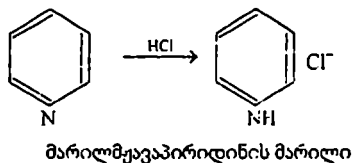
15.11.2. შერთების რეაქცია.

ჰიდრირება. პირიდინი კატალიზატორის თანაობით იერთებს ატომს. მიიღება სრული ჰიდრირებული პროდუქტი - ჰექსაჰიდრო-პირიდინი ანუ პიპერიდინი



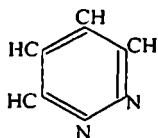
განსხვავებით პირიდინისაგან, პიპერიდინს აქვს მეორადი ამინის ფუნქცია.

პირიდინს სუსტი ფუნქცია ახასიათებს, რის გამოც ძლიერ მჟავებთან წარმოქმნის მდგრად მარილებს

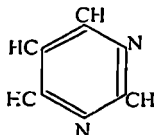


15.12. ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ორი ჰეტეროატომით

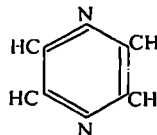
ამ ჯგუფის ნაერთებიდან ყურადღებას იპყრობენ არომატული სისტემები, რომლებიც შეიცავენ ორ ატომ აზოტს და გაერთიანებული არიან საერთო სახელწოდებით დიაზინები. პირიდაზინი, პირიმიდინი და პირაზინი:



პირიდაზინი
(1,2-დიაზინი)



პირიმიდინი
(1,3-დიაზინი)



პირაზინი
(1,4-დიაზინი)

აღნიშნული დიაზინებიდან პირიმიდინი წარმოადგენს მნიშვნელოვან ჰეტეროციკლურ ნაერთს. იგი შედის ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნივთიერებების პოლეკულაში, როგორც არიან ნუკლეინმჟავები, პურინის ნაწარმები ვიტამინი B₁ და სხვა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ა.ს. ჩიჩიბაბინი «ორგანული ქიმიის ძირითადი საწყისები» ტომი I, II. «განათლება», 1964, 1972.
2. დ.გ.გაბრიაძე «ორგანული ქიმია» I, II ნაწილი. «განათლება» 1986, 1987.
3. А.А. Петров, Х. Бальян, А.Т. Трощенко. «Органическая химия». изд-во «Высшая школа». 1981.
4. А.И. Артеменко. «Органическая химия» 4-ое издание. изд-во «Высшая школа». 2000.
5. Терней А. Современная органическая химия. т. I, II, Москва, Мир, 1961.
6. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. т. I, II, 2-ое изд. Москва, Мир, 1978.

სარჩევი

თავი I

1.1. ორგანული ქიმიის საგანი და მისი განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა	3
1.2. პირველი თეორიული შეხედულებები ორგანულ ქიმიასში	6
1.3. ცნობილი მეცნიერების როლი ორგანული ქიმიის განვითარებაში	10
1.4. კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები ორგანულ ქიმიასში ქიმიური ბმების ელექტრონული თეორია	24
1.5. ნახშირბადის ვალენტური მდგომარეობა. ჰიბრიდიზაცია	26
1.6. ნახშირბადატომის პირველი სავალენტო მდგომარეობა SP^3 ჰიბრიდიზაცია	27
1.7. ნახშირბადატომის მეორე სავალენტო მდგომარეობა. SP^2 ჰიბრიდიზაცია	28
1.8. ნახშირბადის მესამე სავალენტო მდგომარეობა SP ჰიბრიდიზაცია	30
1.9. ქიმიური ბმის ტიპები. ბმის წარმოქმნა. მოლეკულური ორბიტალი	31
1.9.1. იონური ანუ ელექტროსტატიკური ბმა	31
1.9.2. წყალბადური ბმა	32
1.9.3. კოვალენტური ანუ ჰომოპოლარული ბმა	33
1.10. პოლარიზაცია და პოლარიზებადობა	37
1.11. ორგანული რეაქციების კლასიფიკაცია და მათი მექანიზმი.	38
1.12. ცნება ფუნქციონალური ჯგუფების შესახებ	43
1.13. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია	43

თავი II

2.1. ნახშირწყალბადები	45
2.2. ალკანები (ნაჯერი ნახშირწყალბადები, პარაფინები)	45
2.3. იზომერია, ნომენკლატურა	45
2.4. ალკანების მიღების ხერხები	50
2.4.1. ფიზიკური თვისებები	52
2.4.2. ქიმიური თვისებები	52
2.4.3. ჩანაცვლების რეაქციები	53
2.5. მეთანი	56
2.6. ალკენები (ეთილენური ნახშირწყალბადები, ოლენფინები)	57
2.6.1. იზომერია და ნომენკლატურა	58
2.6.2. ოლენფინების მიღება	60
2.6.3. ფიზიკური თვისებები	61
2.6.4. ქიმიური თვისებები	62
2.7. ალკადიენები (დიენური ნახშირწყალბადები)	69
2.7.1. იზომერია ნომენკლატურა	69
2.7.2. მიღების მეთოდები	70
2.7.3. ფიზიკური თვისებები	72

2.7.4. შეუღლებული ორმაგბმიანი ალკადიენების აგებულება და ქიმიური თვისებები	73
2.8. ალკინები (აცეტილენური ნახშირწყალბადები)	75
2.8.1. იზომერია, ნომენკლატურა	75
2.8.2. მიღების ხერხები	77
2.8.3. ფიზიკური თვისებები	77
2.8.4. ქიმიური თვისებები	78
2.8.5. შეერთების რეაქციები	79
2.8.6. ჩანაცვლების რეაქციები	81

თავი III.

3.1. ალიციკლური ნაერთები	84
3.1.1. ნომენკლატურა	84
3.1.2. იზომერია	86
3.1.3. მიღების ხერხები	88
3.2. ბაიერის ძაბვის თეორია	89
3.2.1. ფიზიკური თვისებები	90
3.2.2. ქიმიური თვისებები	90
3.2.3. ტერპენები	93

თავი IV

4.1. არომატული ნახშირწყალბადები (არენები)	97
4.2. ბენზოლის ჰომოლოგები. იზომერია და ნომენკლატურა	100
4.3. არომატული ნახშირწყალბადების მიღება	103
4.3.1. ფიზიკური თვისებები	104
4.3.2. ქიმიური თვისებები	105
4.4. ჩანაცვლების წესები ბენზოლის ბირთვში	108
4.5. ცალკეული წარმომადგენლები	111
4.6. მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები და მათი წარმოები	112
4.7. კონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები	114
4.7.1. ნაფტალინი	115
4.7.2. ნაფტალინის სტრუქტურის დადგენა	115
4.7.3. ფიზიკური თვისებები	118
4.7.4. ქიმიური თვისებები	118
4.7.5. შეერთების რეაქციები	118

თავი V

5.1. ნახშირწყალბადების მონო- და პოლიჰალოგენწარმოები	122
5.2. ალკანების მონოჰალოგენწარმოები (ჰალოგენალკილები)	122
5.2.1. იზომერია, ნომენკლატურა	122
5.2.2. მონოჰალოგენალკანების მიღება	123

5.2.3. ფიზიკური თვისებები	124
5.2.4. ქიმიური თვისებები	125
5.3. დი- და პოლიჰალოგენნარმები	127
5.3.1. იზომერია, ნომენკლატურა	127
5.3.2. ცალკეული წარმომადგენლები	128
5.4. უჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენნარმები	130
5.4.1. მიღების ხერხები	131
თავი VI	
6.1. არომატული ნახშირწყალბადების ჰალოგენნარმები	133
6.1.1. მიღების ხერხები	133
6.1.2. ფიზიკური თვისებები	135
6.1.3. ქიმიური თვისებები	135
თავი VII	
7.1. სპირტები	138
7.1.1. იზომერია, ნომენკლატურა	139
7.1.2. მიღების ხერხები	140
7.1.3. ფიზიკური თვისებები	141
7.1.4. ქიმიური თვისებები	142
7.2. უჯერი სპირტები	146
7.2.1. ორატომიანი სპირტები (გლიკოლები)	148
7.2.1.1. გლიკოლების მიღება	149
7.2.1.2. ფიზიკური თვისებები	149
7.2.1.3. ქიმიური თვისებები	150
7.2.2. სამატომიანი სპირტები	153
7.2.3. ოთხატომიანი სპირტი – პენტატერიტრიტი	155
თავი VIII	
8.1. არომატული ოქსინაერთები	156
8.2. ერთატომიანი ფენოლები	156
8.3. ორატომიანი ფენოლები	162
8.4. სამატომიანი ფენოლები	165
8.5. ტანინები. გალის მჟავა	166
8.6. მარტივი ეთერები	167
8.6.1. იზომერია, ნომენკლატურა	167
8.6.2. მარტივი ეთერების მიღების მეთოდები	168
8.6.3. ფიზიკური თვისებები	169
8.6.4. ქიმიური თვისებები	169

თავი IX

9.1. ალდეჰიდები და კეტონები	171
9.2. ნაჯერი ალდეჰიდები და კეტონები. ჰომოლოგიური რიგი, იზომერია,	

ნომენკლატურა	171
9.3. ალდეკიდებისა და კეტონების მიღება	173
9.3.1. ფიზიკური თვისებები	175
9.3.2. ქიმიური თვისებები	176
9.3.3. შერეობის რეაქციები	177
9.3.4. ჩანაცვლების რეაქციები	179
9.3.5. კონდენსაციის რეაქციები	180
9.3.6. დაჟანგვის რეაქციები	181
9.3.7. პოლიმერიზაციის რეაქციები	182
9.4. ცალკეული წარმომადგენლები	183
თავი X	
10.1. არომატული ალდეკიდები და კეტონები	185
10.2. არომატული ალდეკიდების მიღება	186
10.2.1. ფიზიკური თვისებები	187
10.2.2. ქიმიური თვისებები	188
10.2.3. ცალკეული წარმომადგენლები	190
10.3. არომატული კეტონები	190
10.3.1. მიღება	190
10.3.2. ფიზიკური თვისებები	191
10.3.3. ქიმიური თვისებები	192
10.3.4. ცალკეული წარმომადგენლები	192
თავი XI	
11.1. კარბოწყვეები	194
11.2. ერთფუძიანი ნაჯერი მჟავები	194
11.2.1. იზომერია და ნომენკლატურა	194
11.2.2. მიღების მეთოდები	196
11.2.3. ფიზიკური თვისებები	198
11.2.4. ქიმიური თვისებები	198
11.2.5. ცალკეული წარმომადგენლები	200
11.3. ცხიმები და ზეთები	202
11.4. საპნები და დეტერგენტები რთული ეთერების ბაზაზე	204
11.5. ზეთების გამრობა (აფსკარმოქმნა), სიკატივები და ცვილები, მათი გამოყენება ხის დამუშავებაში	206
11.6. ცვილები	207
11.7. ერთფუძიანი უჯერი მჟავები	208
11.7.1. მიღების ხერხები	209
11.7.2. ფიზიკური თვისებები	209
11.7.3. ქიმიური თვისებები	210
11.7.4. ცალკეული წევრები	211

11.8. ორფუძიანი მჟავები	212
11.8.1. ფიზიკური თვისებები	213
11.8.2. ქიმიური თვისებები	214
11.8.3. ცალკეული წარმომადგენლები	215
11.9. ორფუძიანი უჯერი მჟავები	216
11.9.1. ქიმიური თვისებები	217
თავი XII	
12.1. არომატული კარბონმჟავები	219
12.2. ერთფუძიანი არომატული მჟავები	219
12.2.1. ერთფუძიანი არომატული კარბონმჟავების მიღება	220
12.2.2. ფიზიკური თვისებები	222
12.2.3. ქიმიური თვისებები	222
12.2.4. ბირთვის დამახასიათებელი რეაქციები	224
12.2.5. ცალკეული წარმომადგენლები	224
12.3. არომატული ორფუძიანი მჟავები (ფ.ალმჟავა)	225
12.3.1. არომატული სულფონმჟავები	227
12.3.2. ფიზიკური თვისებები	229
12.3.3. ქიმიური თვისებები	229
თავი XIII	
13.1. ნიტრონაერთები	231
13.1.1. იზომერია, ნომენკლატურა	231
13.1.2. მიღების ხერხები	232
13.1.3. ფიზიკური თვისებები	232
13.1.4. ქიმიური თვისებები	233
13.1.5. ცალკეული წარმომადგენლები	235
13.2. არომატული ნიტრონაერთები	235
13.2.1. არომატული ნიტრონაერთების მიღება	236
13.2.2. ფიზიკური თვისებები	237
13.2.3. ქიმიური თვისებები	238
13.2.4. ცალკეული წარმომადგენლები	240
13.3. ალიფატური რიგის ამინები	240
13.3.1. ამინების მიღება	242
13.3.3. ფიზიკური თვისებები	243
13.3.4. ქიმიური თვისებები	243
13.4. დიამინები	245
13.4.1. არომატული ამინები	246
13.4.2. არომატული ამინების მიღება	248
13.4.3. ფიზიკური თვისებები	249

13.4.4. ქიმიური თვისებები	249
13.4.5. ცალკეული წევრები	252
თავი XIV	
14.1. ოქსიმეცვები	254
14.2. მონოოქსიმონოკარბონმეცვები	254
14.3. ოქსიმეცვების მიღება	255
14.3.1. ფიზიკური თვისებები	256
14.3.2. ქიმიური თვისებები	256
14.4. ოპტიკური იზომერია	258
14.5. ოქსიკინანტელას ანუ ნახშირმეცვას ნაწარმები. შარდოვანა. თიომარდოვანა. გამოყენება. თვისებები	261
14.6. ნახშირმეცვას ამიდები	262
14.7. ამინომეცვები	264
14.7.1. ერთფუძიანი ამინომეცვები	265
14.7.2. მიღების წესები	266
14.7.3. ამინომეცვების ფიზიკური თვისებები	267
14.7.4. ქიმიური თვისებები	268
14.8. ცილები	270
14.8.1. ცილების იზოელექტრული წერტილი	272
14.8.2. არომატული დიაზო- და აზონაერთები	274
14.8.3. მიღების მეთოდები	275
14.8.4. დიაზონაერთების თვისებები	276
14.8.5. აზონაერთები	278
თავი XV	
15.1. ნახშირწყლები	281
15.2. მონოსაქარიდები (მონოზები)	282
15.3. მონოსაქარიდების სტერეოიზომერია	284
15.3.1. მონოზების მიღება	287
15.3.2. ფიზიკური თვისებები	288
15.3.3. ქიმიური თვისებები	289
15.4. ჰექსოზები	292
15.5. D(-) ფრუქტოზა (ხილის შაქარი, ლეველოზა) $C_6H_{12}O_6$	294
15.6. შაქარმაგვარი რთული შაქრები. ოლიგოსაქარიდები. დისაქარიდები (ბიოზები)	295
15.6.1. მალტოზა, ალაოს შაქარი	297
15.6.2. ლაქტოზა, რძის შაქარი	297
15.6.3. არაშაქარმაგვარი პოლისაქარიდები (პოლიოზები)	299
15.6.4. სახამებელი	299
15.6.5. ცელულოზა ანუ უჯრედისი	301

15.6.6. ცელულოზას ფრაგმენტი	301
15.7. პეტეროციკლური ნაერთები	303
15.7.1. ხუთწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები გამოყენება	303
15.7.2. ხუთწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები ერთი პეტეროატომით. ფურანი	305
15.7.3. ფურანის მიღება	305
15.7.4. ქიმიური თვისებები	306
15.7.5. ფურფუროლი	308
15.8. თიოფენი	309
15.8.1. მიღების მეთოდები	309
15.8.2. ქიმიური თვისებები	310
15.9. პიროლი	312
15.9.1. ფიზიკური თვისებები	313
15.9.2. ქიმიური თვისებები	313
15.10. კონდენსირებულ ბირთვიანი პეტეროციკლური ნაერთები	314
15.11. ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები ერთი პეტეროატომით ციკლში. პირიდინი	317
15.11.1. ქიმიური თვისებები	318
15.11.2. შეერთების რეაქცია	319
15.12. ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები ორი პეტეროატომით გამოყენებული ლიტერატურა	320 321