

საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო

ქუთაისის ნიკო მუსხელიშვილის სახელობის
სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტი

**ნ. გუმბარიძე, ა. ფორჩხიძე,
ი. ბოჭორიძე**

ორგანული ქიმია
დამხმარე სახელმძღვანელო
(I ნაწილი)

ქუთაისი 2006

წინამდებარე სახელმძღვანელოში მეგნაკლები სიღრმით და მოცულობით განხილულია ყველა ის საკითხი, რომელიც გათვალისწინებულია ორგანული ქიმიის სასწავლო პროგრამებში ტექნიკური უნივერსიტეტის ბოგადტექნიკური და ქიმიურ-ტექნოლოგიური სპეციალობისათვის. მასში გაშუქებულია ორგანულ ნაერთთა აგებულების საკითხები. მათი მიღების მეთოდები და გამოყენების სფეროები. განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დათმობილი ორგანული ნაერთების გამოყენებას ხის დამუშავების ტექნოლოგიაში. მსუბუქ მრეწველობაში, მედიცინაში.

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

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

რეცენზენტი: პროფ. ბ.ბუცხრიკიძე

ISBN 99940-52-07-1 (I და II ნაწილისათვის)

ISBN 99940-52-09-8 (I ნაწილისათვის)

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 მოალწია 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 პოგაში, მარმარილო, კირქვა. CO_2 , CO და ა.შ. იმდენად ემსგავსებიან გიპიურ 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 ხუთი მილიონზე მეტი ორგანული ნივთიერება, მაშინ, როცა არაორგანული ნივთიერებები 700 000-მდეა. მეორე მიზეზი მდგომარეობს ორგანული ნივთიერებების სირთულესა და მრავალფეროვნებაში. ორგანულ ნივთიერებებში შემავალ ნახ-

შირბადს აქვს განსაკუთრებული უნარი, შეეერთდეს 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.)

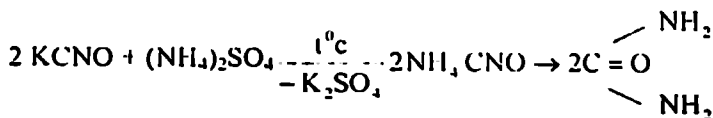
მეცნიერებათა სისტემაში ორგანული ქიმიის განსაკუთრებული მდგომარეობა განპირობებულია იმითაც, რომ იგი შეისწავლის გაცილებით მაღალორგანიზებულ მაგერიას, ვიდრე არაორგანული ქიმია და მჭიდროდაა დაკავშირებული ბიოლოგიასთან.

ორგანული ქიმია - შედარებით ახალგაზრდა მეცნიერებაა. მისი დაბადების, განვითარების და აყვავების ისტორია დაახლოებით საუკუნენახევარს 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 ნივთიერებები, როგორიცაა: შარდოვანა, ღვინის, ლიმონის და ვაშლის მჟავები და მრავალი სხვ. ამჟამად დროს გაიზარდა 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 ძალის” ზეგავლენით. ასე წარმოიშვა თეორია რო-

მელმაჲ მიიღო „ვიტალისტურის“ სახელწოდება (ლათინურად Vita - სიცოცხლე).

1824 წელს ბერტელისის მოწაფეებ გერმანელმა ქიმიკოსმა ე. ლერმა დიციანის პიდროლიზით, რობელსაჲ მინერალურ ნივთიერებებს აკეთებდნენ მიიღო ორგანული ნივთიერება მჟაენმჟაეა. მაგრამ გადამწყვეტ თარიღად ითვლება 1828 წელს, როცა იმაჲე ეკლერმა კალციუმის ციანაჲსა და ამონიუმის სულფატის წყალხსნარის აორთქლებით მიიღო შარლოჲსა:



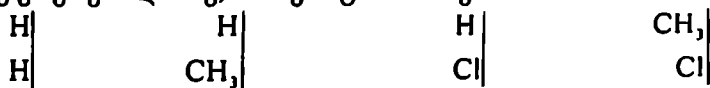
ამის შემდეგ ასეთი ექსპერიმენტები გახშირდა. 1842 წელს რუსმა მეცნიერმა ბინინმა ნიგრობენზოლის აღდგენით მიიღო ანილინი. 1845 წელს გერმანელმა კოლბემ სინთეზურად მიიღო ძმარმჟაეა. ამას მოჲყვა ცხიმების სინთეზი, რომელიც ფრანგმა ბერთლომ განახორციელა 1854 წელს. 1861 წელს გამოჩენილმა რუსმა ქიმიკოსმა ა.ბ. ბუგლეროვმა მიიღო პირველი შექარმაგეარი ნივთიერებები. ასეთმა ექსპერიმენტებმა ჩაუყარა საფუძველი ორგანული სინთეზის განვითარებას. ამგეარად, ღამკიცებული იქნა, რომ კოდნით და გამოცდილებით შეიარაღებულ ქიმიკოსს შეუძლია მიიღოს ყველაზე რთული ქიმიური ნივთიერებები - როგორც არაორგანული, ისე ორგანული ყოველგვარი „სასიცოცხლო ძალის“ დახმარების გარეშე. ვიტალისტურმა თეორიამ კრახი განიცადა.

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

ორგანულ ქიმიაში დიდი ექსპერიმენტული მასალის დაგროვებამ მოითხოჲა ერაიიანი თეორიის შექმნა, რომელიც შეძლებდა არამარტო აეხსნა, არამედ ეწინასწარმეგყველებინა 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 ამასი 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

ქლორწყალბადის ჰალოგენნაწარმი

ტიპი



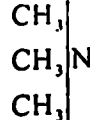
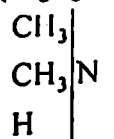
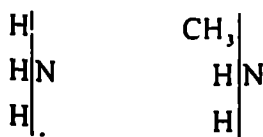
ტიპი



წყლის ტიპი ეთილის სპირტი

ეთილის ეთერი

ძმარმეფაი



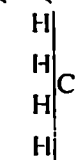
ამიაკის ტიპი

მეთილამინი

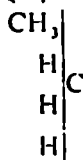
დიმეთილამინი

ტრიმეთილამინი

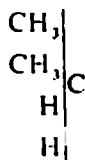
შემდეგ მოწოდებული იქნა სხვა ტიპებიც. მაგალითად, ა.კიკიძე ლემ შეძლიაო მეთანის ტიპი, რომელიც ეწეღა ეკერი ნახშირ- წყალბადის საფუძველს წარმოადგენდა



მეთანი



ეთანი



პროპანი და ა.შ.

ქიმიური ექსპერიმენტების შედეგად მიიღეს ისეთი ორგანული ნაერთები, რომლებიც აღარ თავსდებოდა ტიპების თეორიის ჩარ- ჩოებში. ტიპების თეორია უძღური 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 გა- დაჭრა ცნობილმა რუსმა მეცნიერმა ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუგ- ლეროვმა. მან შექმნა თეორია, რომელიც ცნობილია ორგანულ ნა- ერთთა აგებულების ბუგლეროვის თეორიის სახელწოდებით.

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

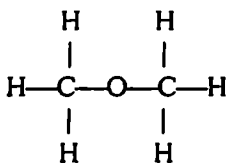
1. მოლეკულებში ატომები შეერთებულია ერთმანეთთან განსაზ- ღერული თანმიმდევრობით მათი ეალენტობის შესაბამისად, რი- თაც განპირობებულია თითოეული მოლეკულის განსაზღვრული აგებულებით.
2. ნივთიერებათა თვისებები დამოკიდებულია არა მხოლოდ იმაზე თუ რომელი ატომები რა რაოდენობით შედის მოლეკულის შედ- გენილობაში, არამედ იმაზედაც, თუ როგორი თანმიმდევრობი- თაა შეერთებული ეს ატომები და როგორია მათი ურთიერთგაუ- ლენა.
3. მოლეკულის ერთნაირი ელემენტური შედგენილობისას სხვადას- ხვა თვისებების არსებობა იზომერიითაა განპირობებული.

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

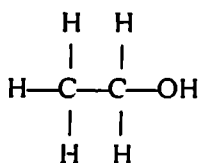
ბუტლეროვისა და სხვა ქიმიკოსების შემდგომმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა დაადასტურა ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის ჭეშმარიტება.

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 არაერთარ 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.

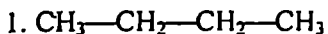


მარტივი ეთერი



ეთილის სპირტი

ნახშირწყალბადების მაგალითზე იზომერია ასე გამოისახება



ნ - ბუტანი

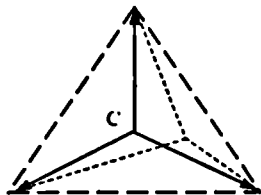


იზობუტანი

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 შექმნის საფუძველს წარმოადგენს სტერეოქიმიური თეორიის შექმნა, რომელიც 1874 წელს ჩამოაყალიბეს პოლანდიელმა 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:



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

სხვა საზღვარგარეთულ მეცნიერებთან ერთად განუზომელია რუსი და საბჭოთა ქიმიკოსების როლი მსოფლიო ქიმიური მეცნიე-

რების 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.რომე, ე. მიჩერლისი 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 მრავალრისცხოვანი 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 გაუძლია რამდენიმე გამოცემას. მისმა შრომებმა არსებითი გავლენა მოახდინეს თანამედროვე ქიმიის განვითარებაზე.

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

ში.

თავისი მოღვაწეობის დროს მსორალეშერი მივიდა ორგანული ქიმიის განმარტებაში, რომელიც მას მიაჩნდა „ნახმსორალეშერის და მათი ნაწარმების ქიმიად“.

ფრიდრიხ ველერი (1800-1882). ფიქვლერი ითვლება თანამედროვე ორგანული ქიმიის ერთ-ერთი 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 ბენზომეცხვის რადიკალი. ამ ნაშრომმა ხელი შეუწყო რადიკალების თეორიის შექმნას და ორგანული ნაერთების კლასიფიკაციას. 1824 წელს ველერმა დიციანის ჰიდროლიზით მიიღო მეაუნმეცხე. სიახლეს ამ ნაშრომში წარმოადგენდა ის, რომ ნაერთი პირველად იყო მიღებული საწყისი არაორგანული ნივთიერებიდან. ორგანული ქიმიის განვითარებასათვის უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა 1828 წელს ციანმეცხე ამონიუმის გადაჯგუფებით შარდოვანას სინთეზს, რაბაც შეურყია საფუძველი იმ დროისათვის გაბატონებულ ვიგალისტურ თეორიას. ფ. ველერმა პირველმა მიიღო აცეტილენი კალციუმის კარბიდზე წყლის მოქმედებით. მან ასევე დიდი სამეცნიერო ჩაატარა არაორგანულ ქიმიაში. ასევე დიდი 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 ე. გეი-ლუსაკი, ლ. ტენარი, ე. ლამარკი, დარავო, პ. დიულონგი, გადამწყვეტი გავლენა ლიბიხის სამეცნიერო განვითარებაზე იქონია ა. პუმპოლტმა 21 წლის ლიბიხი დანიშნული იქნა პროფესორად პესენის უნივერსიტეტში, სადაც მან მოაწყო ლაბორატორია, რომელიც სამაგალითო იყო გერმანიის უნივერსიტეტ-

ტებს შორის. აქ დაიწყეს ჩამოსვლა ქიმიკოსებმა სხვადასხვა ქვეყნებიდან. ლიბისის ყველაზე გამოჩენილ მოწაფეებს შორის იყვნენ ა.გოფმანი, ა.კეკელე, ერლენმეიერი, ჟერარი, ვიურცი, ზინსი, კოს-კრესენსი.

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 გოგირდწყავის 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 - ლიგერატურულ 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 გერიგორიაზე. საშუალო განათლების მიღების შემდეგ 1830 წელს იგი შევიდა ყაზანის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკურ ფაკულტეტზე. უნივერსიტეტის რექტორმა მათემატიკოსმა ლობაჩევსკიმ სათანადოთ შეაფასა მისი მრავალმხრივი ნიჭი. უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ იგი მექანიკის, ჰიდროსტატიკის და ჰიდრაულიკის დოცენტია. მოგვიანებით იგი ასწავლიდა ასტრონომიას და ქიმიას. სამაგისტრო დისერტაცია ზინინმა დაიცვა ქიმიაში. იგი სხვა ახალგაზრდა მეცნიერებთან ერთად გაგზავნილი იქნა სამღვარგარეთ, კერძოდ ზინინი მუშაობდა დიდი ხნის განმავლობაში გერმანიის ქ. ჰესენში ცნობილი ქიმიკოსის ლიბიხის ლაბორატორიაში. იყო აგრეთვე საფრანგეთში, ინგლისში და დასავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებ-

ში. უცხოეთიდან დაბრუნების შემდეგ ზინინი იცავს ლსკრატციას და იგი ყაზანის უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიის კათედრის პროფესორია. მისი სამეცნიერო ინტერესების ყველაზე მნიშვნელოვან მიმართულებას წარმოადგენდა ორგანული ნაერთების, კერძოდ ნიტრონაერთების აღლგენის შესწავლა. ზინინის მიერ დამუშავებულმა მეთოდებმა დიდი გამოყენება პოოვა ორგანულ ქიმიამში და საფუძელად დაედო სისთიებური საალებიკების სამრეწელო მონების პროცესს. ცნობილმა გერმანელმა ქიმიკოსმა ა. პოფმანმა მალალი შეფასება მისცა ზინინის აღმოჩენას, რიოა 1880 წელს გერმანიის ქიმიკოსთა საზოგადოების სხდომაზე განაცხადა: “ ნ. ზინინს ნიტრობენზოლის ანილინად აღლგენის გარლა სხეა რიომ არაფერი გაეკეთებინა, მისი სახელი მაინც ოქროს ასოებით შევიდოდა ქიმიის ისტორიაში”. ზინინს ეკუთვნის აგრეთვე აღმოჩენა ისეთი დიდი მნიშვნელობის შიგამოლექულური რეაქციისა, როგორიცაა ბენზიდინური გადაჯგუფება. მას ეკუთვნის ამონაერთების კლასის და შემდეგ ამოსალებრების მიღება და სხე.

ნ. ზინინი არჩეული იყო პეტებერგის 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 ყოელისა ა. ბუტლეროვი.

მარსელ ბერთლო (1827-1907). ფრანგი მ. ბერთლო იყო მრავალმხრივ ერედირებული ქიმიკოსი. მისმა ნაშრომებმა დიდათ შეუწყვეს ხელი ორგანული ქიმიის დამოუკიდებელ მეცნიერებად ჩამოყალიბებას. ბერთლო ორგანული სინთეზის ერთ-ერთი ფუძემდებელია. მან იპოვა მარტივი ნახშირწყალბადების მიღების ხერხები. აჩვენა ძმარმეავის და ჭიანჭველის მეავის 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 დამტკიცა გლიცერინის სამატომიანობა. მრავალრიცხოვანი ექსპერი-

მენტებით ბერთლომ შეძლო მიედო ატეკილენი, ხოლო შემდეგ დაამტკიცა, რომ ეს ნიეთიერება გრიმერიზდება 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.

აფგუსტ 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 ქ. დიუმას, ა. ვიურცის და შ. ქერარის ლაბორატორიებში. სამეცნიერო ხარისხის მოპოვების შემდეგ იგი სამუშაოდ მიემგზავრება ინგლისში. ამ დროისათვის კეკულეს უკვე გააჩნია მნიშვნელოვანი ნაშრომები ორგანულ ქიმიაში. მან სრულყო დიუმასა და ქერარის გიპების თეორია, როცა შეიტანა მასში მეთანის გიპი, როგორც საფუძველი მრავალრიცხოვანი ორგანული ნაერთებისათვის. თუმცა კეკულეს ესმოდა ამ თეორიის არასაკმარისობა. 1859 წელს ა. კეკულემ გამოსცა მოსაზრება ნახშირბადის ატომის ოთხეალენტიურობის 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. 1868 წელს მან გამოთქვა ჰიპოთეზა ბენზოლის აგებულებაზე, რომლის მიხედვით ბენზოლის მოლეკულაში მონაცვლეობენ მარტივი და ორმაგი კავშირები, რამაც მიიღო ოსცილიაციის მოვლენის სახელწოდება. კეკულეს ეკუთვნის პირველად გამოო-

ქმული მოსაზრება ნივითერებათა სიყრცითი აღნაგობის შესახებ, რაც საბოლოოდ იქნა დამტკიცებული მისი მოწაფის ეანგ-პოუის და მისგან დაშოკიკიდებლად ლე ბელის მიერ. მათ მიერ შექმნილი იქნა მეთანის გეტრაედრული მოდელი, რომელიც დღესაც გამოიყენება. ა. კეკელე ორგანული ქიმიის კლასიკოსია აცე წლების განმავლობაში იყო ბონის უნივერსიტეტის პროფესორი. მისმა ცნობილმა მოწაფეებმა, როგორიც იყო მაგ. ა. ბაიერი გააგრძელეს მისი საქმე.

ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუგლეროვი (1828-1886) გამოჩენილი რუსი ქიმიკოსი ა. ბუგლეროვი დაიბადა ყაზანის გუბერნიის ქ. ჩისტოპოლში. დაამთავრა ყაზანის უნივერსიტეტი. მისი მასწავლებლები იყვნენ პროფესორები კ. კლაუსი და ნ. გინინი. პროფესორი ბუგლეროვი 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 "ნივითერებების ქიმიური აგებულების შესახებ", რომელშიც გადმოსცა ორგანული ნაერთების აგებულების თავისი თეორიის ძირითადი დებულებები. ა. ბუგლეროვი მიწვეული იქნა პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილ წევრად. არამარტო სტუდენტები, არამედ მრავალი პროფესორი გაჰყვოდა აუდიტორიებში ისმენდა მის ლექციებს.

ბუგლეროვი იყო დიდი ექსპერიმენტატორი. მან დაამუშავა სინთეზის ახალი მეთოდები და მიიღო მრავალი ახალი ორგანული ნივითერება. მაგ. მეთანდიოლი, ძმარმეავის ეთერები, პარაფორმალდეჰიდი, ჰექსამეთილენტეტრაამინი (ეროტროპინი), პირველი შაქარმაგვარი ნივითერება და სხვ. უდიდესია ბუგლეროვის დამსახურება იზომერიის მოვლენის შესწავლაში. მისი მოწაფეები იყვნენ ე. მარკოვნიკოვი, ა. ზაიცევი, ლ. პოპოვი.

ნიკოლოზ დიმიტრის ძე გელინსკი (1861-1953). ნ. გელინსკი დაიბადა ქ. გირასპოლში. დაამთავრა ოდესის უნივერსიტეტი, სადაც ისმენდა ცნობილი პროფესორების მეჩნიკოვის და სერენოვის ლექციებს. გელინსკის სამაგისტრო და სადოქტორო დისერტაციები იყო

პირველი დიდი ნაშრომი სტერეოქიმიად რუსულ ენაზე. ზელინსკი მიწვეული იქნა პროფესორად მოსკოვის უნივერსიტეტში. ზელინსკის სამეცნიერო მუშაობა მრავალმხრივი იყო. იგი იკვლევდა რეაქციების 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 ბე 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 უკერ ნახშირწყალბადებზე ჰალოგენწყალბადმკავების 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, პერინის ნაწარმები, საღებრები. იგი წლების განმავლობაში დაკავებული იყო ცილების სინთეზით. მან

პირველმა დაადგინა, რომ ამინომჟავები წარმოადგენენ ამ "აგერაკებს" რომელთაგან შედგებიან ცალკეი. ფიშერმა მალე დააჩინოებდა დიპეტიდი, ხოლო 1907 წელს მისი სახეობის ოქტადეკაპეტიდი, აგებული სხვადასხვა ამინომჟავების 18 მოლეკულისაგან. ე. ფიშერის მიერ დადგენილი იქნა საქართველოს აგებულება, თავის მასწავლებლის ა. ბაიერის რჩევით ფიშერმა ჩაატარა დიდი გამოკვლევები საღებრების სფეროში. 1902 წელს შაქრების და პერისის ნაწარმების კვლევისათვის მიენიჭა ნობელის პრემია ქიმიამ.

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

პეტრე შტაუდინგერი (1881-1965). ბერლინის მიერ 1837 წელს "პოლიმერიის" ცნების შემოტანის შემდეგ განვლილ საუკუნის სახეობა, სანამ პოლიმერული პროდუქტებმა ისე არ მთავრეს ქიმიკოსების ყურადღება. 1860 წელს უილიამსმა აღწერა იზოპრენის წარმოქმნა, ხოლო რამოდენიმე წლის შემდეგ ბაიერმა აღმოაჩინა ფენოლის ალდეჰიდთან კონდენსაციით წარმოქმნილი ელბაგინის მსგავსი კონსტიტუციის პროდუქტი.

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

პ. შტაუდინგერი დაბადა გერმანიის ქ. უორმსში. დაამთავრა ჰალეს უნივერსიტეტი. 1903 წელს დაიწყო სალიტერატო დისერტაცია თემაზე "მაღალმოლეკულური ნაერთების მიერთების შე-

სახეზე". იგი მუშაობდა სტრასბურგის უნივერსიტეტში, საიდანაც მიიღო მიწვევა კარლსრუეს უმაღლეს გექნიკურ სასწავლებელში პროფესორის ადგილზე. 1912 წელს შტაუდინგერი მიწვეულ იქნა შვეიცარიის უმაღლეს გექნიკურ სასწავლებელში ციურისში, სადაც მან დაიწყო ბუნებრივი და სინთეზური მაღალმოლეკულური ნივთიერებების კვლევა. შტაუდინგერმა ახსნა მრავალი ასეთი ნივთიერების აგებულება, დასაბა 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 საცალკეო ძალებით. შტაუდინგერმა მსგავსი მოლეკულების სახელწოდებათ შეჟოიტანა ტერმინი "მაკრომოლეკულები". ყველა თავისი მოსაზრების დასამტკიცებლად შტაუდინგერმა შექმნა კვლევის სრულიად ახალი მეთოდები, მან შეძლო მიეღო მრავალი სინთეზური მაღალმოლეკულური ნივთიერება. მრავალწლიანი პოლემიკის შემდეგ მის მოწინააღმდეგე მეცნიერებას, შტაუდინგერის მისმა მოწინააღმდეგე საერთაშორისო აღიარება მოუტანეს.

ალექსანდრე ნიკოლოზის ძე ნესმეიანოვი (1899-1980). დაიბადა მოსკოვში. სსრკ-ს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი. დაამთავრა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. 1927 წ. მიენიჭა დიპლომი იქვე. 1935 წლიდან პროფესორი. 1944 წლიდან არაორგანული 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. არის 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

კახიანიშვიტყრება. ღაბზოშყყოლდს ხაწიყეწიო მას მადლო კყრყო-
ლსწყლდს არომაგყლი ნაყრთოებო. ა.ნ.სყსყეაწიოყებო თაწაწმწოწ-
ლუბთაწ ყრთაღ ღაბყეშაყეა უჯყრთი ნახწმარწყაღბაღყბდს მყეგაღყრთი
წაწარმყბდს ჟმბაო. მანყე აბხწა გაყკოწყრთდს მოყლყწა ღა ღაბღ-
გაწა მოყლი რთგა კახიანიშვიტყრებაწა წაწაყლყბდს სეკრყო-
ჟმბაწაწა.

წაყოლოზ წაყოლოზდს ჰე სეშაწიოყე (1896-1987). წ. სეშაწიო-
წიოყე ღაბბაღ რყსყთდს ქ. ხარაგოყწა. 1917 წყლს ღაბბაწაყრთა აყ-
გყრბყრგდს უწაყყრწაყეგა. იგა იყო გაბწაწყწაღი საბჭოთა ფიზიკო-
სდს ა. იოყეს მოწაყე ღა თაწაწმწოწიყლი. სეშაწიოყე იყო ღლწაწ-
გრაღდს ჟმბიური ფიზიკდს ინსტიტყტდს ღირყეკორო, რომელიყ 1944
წყლს მოსკოვში იჟწა გაღაგაწიღი ღა მდსა ღირყეკორო წ. სეშოწ-
წიოყე გაბღა მოსკოყდს ღობწოწოწოყდს სახელობდს უწაყყრწაყეგდს
პროფყსორო. სეშოწოწიოყე იყო სსრკ მყეწიყრებაწა აკაღყბდდს ნაბ-
ღყიღი წყერი ღა მდსი ვიყე-პრყბიღყწა.

წ. სეშოწოწიოყდს მეწაყერიღი შრობებო მდღლყწაღა რეაყსყ-
ბდს კინეტიკდს ღა ჯაბყური რეაყციებდს თეოროდს კელეყდსაღმბი.
1956 წყლს მას ღა ინგლისელ მეწიერს ს. ხაწყელყუდს ჟმბიური
რეაყციებდს მეჟაწიზმებდს გამოკელეყდსათყდს მიყწიჟაწ ნობელდს
პრემბა ჟმბაში.

ღაწიწეს პოლიწგი (1901-1994). ღაწიწეს პოლიწგი ღაბბაღა
აწწ-წდს ქ. პორგლყწღში. ღაბბთაყეა კალიფორწიდს გეჟწოლოგოური
ინსტიტყტი. ღაიყეა ხაღოყკორო ღსყრგაყა ღა ხელმღლყწაწიობ-
ღა ჟმბდს კათედრას. ამდს შეშლყგ მან მდლო სგაიყწაღი ღა გაემ-
გბაყრა ყვრობაში სამყეწიერიო მუშაობდსათყდს. მუშაობღა მოყწ-
ხეწაწა, იყორდსში ღა კოაყწაგყწაწაში ზომყრყელდს, შრყღსიგყრდს
ღა ზორდს ხელმღლყწაწიობაწ. პოლიწგა კეაწგური მყეჟაწაყდს ღაბბა-
რყბაწ შეიწწაყლიღა ჟმბიური კაყწარდს პრობლყმებს. მან მუიგაწა
უდიღესი წყლიღი ჟმბაში სგრყეკყურიღი თეოროდს გაწეითარება-
ში. პოლიწგბა შეშოიღო ცწება ჟმბიური კაყწარდს პობრიღაბაყდს
შყსაბყბ. კლასიკური სგრყეკყურიღი თეოროდს ნაყლაღ პოლიწგბა
ღაბყეშაყეა ე.წ. "რეგოწაწდს თეოროა", ყელა იმ გამოკელეყდსა-
თყდს რომლყბმაც ღასაბეს გბები ფიზიკდს ღა ჟმბდს უახლესი მდღწე-

ვების გამოყენებისა ბიოლოგიისა და მედიცინაში პოლინგი 1954 წელს დაჯილდოებულ იქნა ნობელის პრემიით ქიმიამში. მისი მეცნიერული მიღწევების აღიარებას წარმოადგენდა ის, რომ იგი არჩეული იყო 15 აკადემიის საპატიო წევრად. მათ შორის სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის. იგი აკრორია 250 უდიდესი მნიშვნელობის სამეცნიერო პუბლიკაციისა. პოლინგი იყო უდიდესი წარმომადგენელი მოძრაობისა მშვიდობისათვის აშშ-ში. უდიდესი ღვაწლისათვის აღსანიშნავად 1963 წელს პოლინგი დაჯილდოებული იქნა ნობელის პრემიით მშვიდობისათვის.

ალექსანდრე პოროფირის ძე ბოროდინი (1838-1887). ა. ბოროდინი დაიბადა პეტერბურგში. საქართველოში არ იეიწყებენ, რომ ბოროდინი ქართველია, იგი იმერელი თავადის ლეკა გედევანიშვილის ვაჟია. 2004 წლის იანვარში თბილისში აღინიშნა გენიალური კომპოზიტორის, რუსული სიმფონიზმის მამამთავრის ალექსანდრე ბოროდინის 170 წლის იუბილე. სანამ ბოროდინს უდიდეს კომპოზიტორად 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 ქიმიამში 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 ქიმიამში, მესიკას რომ არ მოეცდინაო, ხოლო ჩაიკოვსკი სინანულით ღაპავდა, ბოროდინი გალანგია, თანაც ძლიერი, მაგრამ ბრმა ბედისწერის მსხვერპლია, იგი დაღუპა ილბაღმა, რომელმაც ცოცხალი მესიკალური შემოქმედების ნაცვლად, ქიმიის კათედრაზე მიიყვანაო!!! უიღბლობაა ისიც, რომ ძალიან ადრე, 53 წლის ასაკში გარდაიცვალა.

ამ საყვედურების მოკეცადად მის სახელს სიმაჟით წარ-

მოთქვამენ მესიკოსებიც და ქმისკოსებიც.

ვასილ მოსეს ძე პეტრიაშვილი (1842-1908). ქაიხაძე აქერიაშვილი დაიბადა თბილისიდან ათიოდე კილომეტრის დაშორებით სოფ. წაღასკერში. მომავალი დიდი ქართველი მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე დაიბადა მღვდლის ოჯახში. მას ძნელი ბავშვობა ჰქონდა. დაამთავრა სასულიერო სემინარია. შეძლეა გამსწავლა და მამის წინააღმდეგობის მიუხედავად სწავლა გააგრძელა ოლესის უნივერსიტეტში საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტზე. ე.პეტრიაშვილმა თავიდანვე გამოიჩინა თავი და იგი უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ დატოვეს კათედრაზე სამუშაოდ. მისი მასწავლებლები იყვნენ პროფესორები: ი.სეჩენოვი, ი.მექსნიკოვი, ნ. კოცა-ლეესკი, ნ. უმოვი.

ე. პეტრიაშვილი მალე იცავს საკანდიდატო დისერტაციას თემაზე “აზოზენზილის ჯგუფის მესწავლის მასალები” და ხდება დოცენტი. შემდეგ მსემგზავრება მიილანებით გერმანიაში და იქ მუშაობს ა.კეკელეს ლაბორატორიაში. ოლესაში დაბრუნების შემდეგ საჯაროდ ბრწყინვალედ იცავს სადოქტორო დისერტაციას “შონო და დიოქსიმბალიზმების შესახებ” მას ირჩევენ პროფესორად. ე. პეტრიაშვილი კიდევ მრავალჯერ იმყოფებოდა საზღვარგარეთ სამცხიურ მოვლინებით. მათ შორის პარიზში, სადაც ისმენდა ბერტლოს, ვიერცის და სენკლერდევილის ლექციებს. პროფ. პეტრიაშვილის გამოკვლევებს დიდ შეფასებას აძლევდნენ ცნობილი საზღვარგარეთელი მეცნიერები. მისი მოწაფე იყო შექმნილი გამოჩენილი აკადემიკოსი ნ. ზელისკი. ე. პეტრიაშვილი 40 წლის განსაკუთრებაში მოღვაწეობდა უნივერსიტეტში იყო ჯერ ლექსია, ხოლო სიცოცხლის ბოლო წლებში ასრულებდა რექტორის მოვალეობას. პეტრიაშვილი ვერ მოესწრო საქართველოში უნივერსიტეტის გახსნას მისი ნებში 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. გამსწავლის დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა ოდე-

სის უნივერსიტეტში, რომლის დამთავრების შემდეგ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე "აზო და აზოქსიბენზილის იზომერული ნაერთების შესახებ". ამის შემდეგ მიემგზავრება საზღვარგარეთ, სადაც ისმენს ცნობილი გერმანელი ქიმიკოსების ი. ვისლიცენ-ჟისის, ლ. მაიერის და კ. აუსტუსის ლექციებს. ოლესაში დაბრუნებული მელიქიშვილი იყავს სამაგისტრო დისერტაციას თემაზე "პერილმეავას ნაწარმთა შესახებ" შუალეგ ასევე მიემგზავრება საზღვარგარეთ, ჯერ პარიზში ისმენს ცნობილი ფრანგი მეცნიერის პერიოლეს, ხოლო შემდეგ მიენიხნა გერმანელი ბაიერის ლექციებს. ოლესაში დაბრუნებული მელიქიშვილი ამზადებს სადოქტორო დისერტაციას თემაზე "იზომერული კროტონმეავების ნაწარმთა შესახებ", რომელიც დაიცვა წარმატებით და გახდა პროფესორი. იგი 40 წლის განმავლობაში მუშაობდა ოლესის უნივერსიტეტში. მისი ყველაზე გამოჩენილი მოწაფეები იყვნენ აკადემიკოსები: ნ. გელინსკი, ა. ფერსმანი, ე. პისარევესკი.

პ. მელიქიშვილი და მისი მოწაფე ე. პისარევესკი გეჰანგების და გემეავეების სფეროში უმნიშვნელოვანესი გამოკვლევებისთვის დაჯილდოებული იყვნენ ლომონოსოვის სახელობის დიდი პრემიით.

პ. მელიქიშვილი განსხვავებით ვასილ პეტროვიშვილისაგან მოესწრო საქართველოში უნივერსიტეტის გახსნას. 1918 წელს იგი მოიწვიეს 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 ბიოლოგიკურად აქტიურ ნივთიერებათა სტრუქტურის დადგენასა და მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების სრულყოფილად შესწავლის მიმართულებით, მეორე მხრივ მუშაობა მიმდინარეობს ისეთ ორგანულ ნივთიერათა სინთეზში, რომელთაც საჭიროა და სავსებით აკმაყოფილებს თეორიული და პრაქტიკული სივრცისათვის. ამასთან განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ნივთიერების მოლეკულურ სტრუქტურას და ფიზიოლოგიურ აქტიურობას შორის არსებული დამოკიდებულების შესწავლას.

1.3. კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები ორგანულ ქიმიის ქიმიური ბმების ელექტრონული თეორია.

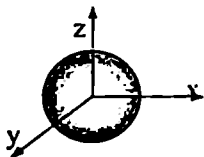
აგომი წარმოადგენს რთულ სისტემას, რომელიც შედგება ატომებისა და ელექტრონული გარსისაგან.

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

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 რიცხით: n , l ,

მ და s , სადაც n მთავარი კვანტური რიცხვაა, რომელიც განსაზღვრავს ელექტრონის ენერგიას და მის ადგილმდებარეობას სხვადასხვა ორბიტალში (K, L, M, N) მთავარი კვანტური რიცხვი ყოველთვის მთელი სიდიდეა $n=1, 2, 3, \dots$



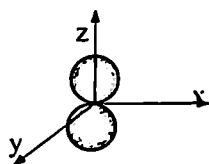
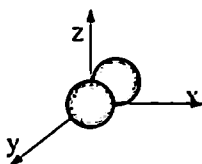
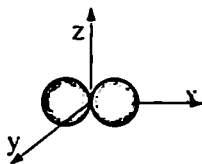
ნახ.2. S-ატომური ორბიტალი

ℓ არის თანაური (ორბიტალური) კვანტური რიცხვი, რომელიც განსაზღვრავს ელექტრონული ღრუბლის ფორმას, რომელსაც შეეძლია მთლიან

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 ატომიკული, ასეთი 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 რეზიანისებური (პანტელისებური) ფორმა.

ასეთ ელექტრონებს ეწოდება P ელექტრონები. P ელექტრონებს ატომში შეიძლება პქონდეს სამი ორბიტალური ერთეული 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 ზეშოთი განხილული მდგომარეობები იმყოფება

ერთი და იგივე ენერგეტიკულ დონეზე, მაგრამ განსხვავებულიან 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 შეეძლება მთლიან 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. ატომგულის ირგვლივ სივრცის ასეთ უბანს როგორც უკვე აღვნიშნეთ ეწოდება ელექტრონული ორბიტალები. ისინი შეიძლება იყენენ შეესებულები ან შეუესებულნი.

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 (უკავაათ 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.

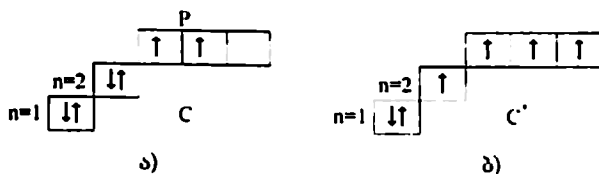
1.4. ნახშირბადის ვალენტური მდგომარეობა. ჰიბრიდიზაცია

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

ნახშირბადის ატომის ელექტრონული აღნაგობისა და ვალენ-

გოვნიების შეთანხმებისათვის სარგებლობენ წარმოდგენით ნახშირბადის ატომის ალგზნებადობაზე.

ალგზნებულ 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, ცლებით კი დადგენილია, რომ ნახშირბადის ითხივე ვალენტობა გოლფასია და ერთმანეთის მიმართ მიმართულია გეტრაედრული კუთხით $109^{\circ}28'$



ნახ.4. ა) ნახშირბადი ნორმალურ მდგომარეობაში
ბ) ნახშირბადი ალგზნებულ მდგომარეობაში

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

ნახშირბადის ატომებისათვის შესაძლებელია 3 ვალენტური მდგომარეობა ჰიბრიდიზაციის განსხვავებული კიპებით.

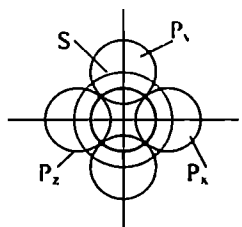
1.5. ნახშირბადატომის პირველი სავალენტო მდგომარეობა SP^1 ჰიბრიდიზაცია

ამ დროს ხდება ერთი S და სამი P ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია.. შეთანის მოლეკულაში ოთხი სუთა ორბიტალი S , P_x , P_y , P_z იყვლება ოთხი ჰიბრიდული ორბიტალით, რომლებიც თანაბარი ენერგიის შემცველია და აქვთ ელექტრონული დრელების კონცენ-

ტრაცია რომელიმე ღერძის მიმართ, რომლებიც მიმართულია გეოგრაფიკის წვეროებისაკენ კუთხით $109^{\circ}28'$ და ცილინდრულად სპეგირებულია ამ ღერძის მიმართ.

პიბრიდული ორბიტალების წყალბადატომებთან ან სხვა ელემენტის ატომებთან გადუფარვის შედეგად წარმოიქმნება ქიმიკრიბმა.

ამგვარად მეთანის მოლეკულაში და სხვა ნაჯერ ნახშირწყალბალებში ნახშირბადი იმყოფება SP^3 პიბრიდულ მდგომარეობაში.



ნახ.5. ნახშირბადატომის ორბიტალების SP^3 პიბრიდიზაცია



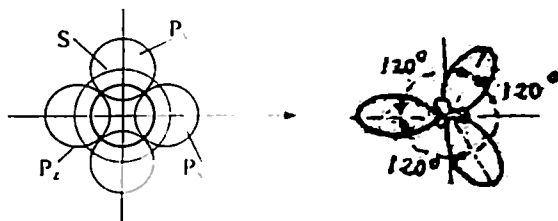
ნახ.6. σ -ბმის წარმოქმნა მეთანის მოლეკულაში

1.6. ნახშირბადატომის მეორე სავალენტო მდგომარეობა. SP^2 პიბრიდიზაცია

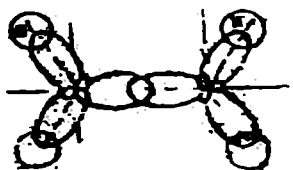
უჯერ ნახშირწყალბალებში ჩვენ ვხედავით სხვა ტიპის პიბრიდულ ორბიტალებს. ამ დროს ხდება ერთ S და ორი P ორბიტალის შეერევა – პიბრიდიზაცია და წარმოიქმნება სამი პიბრიდირებული (SP^2) ორბიტალი, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ განლაგებული არიან 120° კუთხით. დარჩენილი მესამე P-ორბიტალი, რომელსაც არ მიუღია მონაწილეობა პიბრიდიზაციაში პერპენდიკულარულად არის მიმართული პიბრიდირებული ორბიტალების სიბრტყის მიმართ.

მაგალითისათვის განვიხილოთ ეთილენის მოლეკულა. მასში ორი ნახშირბადატომი იმყოფება SP^2 პიბრიდულ მდგომარეობაში. ორი პიბრიდიზირებული ორბიტალის ხარჯზე C-C ატომებს შორის წარმოიქმნება σ -ბმა. დარჩენილი ოთხი SP^2 პიბრიდიზირებული

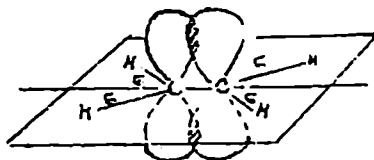
ორბიტალი (თითოეული ატომიდან ორი) იხარჯება წყალბადატომებთან σ -ბმის წარმოქმნაზე (ნახ.8)



ნახ.7. ნახშირობდატომის ორბიტალების sp^3 ქიმიკალიზაცია



ნახ.8. σ -ბმები ეთილენის მოლეკულაში



ნახ.9. π -ბმის წარმოქმნა ეთილენის მოლეკულაში

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

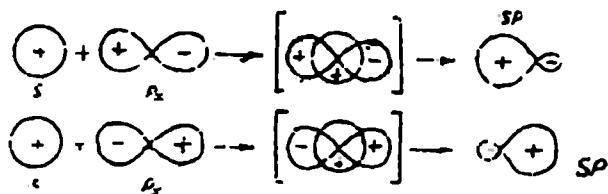
π -ბმა უფრო სუსტია, ვიდრე σ -ბმა, ამიტომ იგი ადვილად იხლიჩება. ცალმაგი C-C ბმის გახლეჩაზე თუ წარმოქმნაზე დახარჯული ენერგია უდრის დაახლოებით 350,0 კჯ/მოლს, ორმაგი C=C ბმის გახლეჩაზე დახარჯული ენერგია 607,1 კჯ/მოლს. ე.ი. ნაკლებია ცალმხრივი ბმის გაორკეცებულ სიდიდეზე. სხვაობა 257,1 კჯ/მოლი შეესაბამება π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

ორმაგი ბმის სიგრძე გაცილებით ნაკლებია ცალმაგი ბმის სიგრძეზე ($C \overset{0,134nm}{=} C$, $C \overset{0,154nm}{-} C$), ეს გამოწვეულია იმით, რომ C-ატომებს

შორის გაზრდილი ელექტრონული სიმკვრივის ხარჯზე C-ის ატომების ბირთვები უფრო ძლიერად მიიზიდებიან.

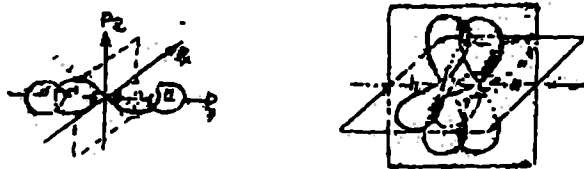
1.7. ნახშირბადის მესამე საველენგო მდგომარეობა SP ჰიბრიდიზაცია

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 ერთიერთპერპენდიკულარულ 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 იდითიკულ 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 გაქვს $\sigma + \pi$ ბმა, რომ-

ლის გასახლეჩად საჭიროა 822,7 კჯ/მოლი ენერგია. ე.ი. კიდევ უფრო მცირე ენერგია ჰქონდება აცეტალენს ბმის გასახლეჩად, კიდრე ეთანს და ეთილენს, $C\equiv C$ ბმის სიგრძე ედრის 0,120 ნმ ($1,2A^\circ$), $C-H$ ბმის სიგრძე 0,106 ნმ ($1,06A^\circ$). როგორც ეხედავთ 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 განსხვავებულ ენერგეტიკული დონით.

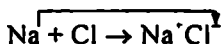
1.8. ქიმიური ბმის ტიპები. ბმის წარმოქმნა.

მოლეკულური ორბიტალი

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

1.8.1. იონური ანუ ელექტროსტატიკური ბმა

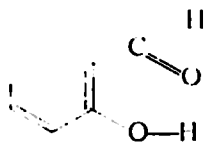
იონური ანუ ელექტროვალენტური (ელექტროსტატიკური) ბმა წარმოიქმნება როცა ნაკლებ ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომის გარე შრის ორბიტალიდან ერთი ან რამდენიმე ელექტრონი გადადის უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომის გარე მისი ორბიტალზე. ამის შედეგად წარმოიქმნება იონები – კათიონები და ანიონები. მაგალითად განვიხილოთ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



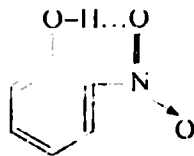
1.8.2. წყალბადური ბმა

წყალბადური ბმა აღიძვრება ასეთი შესთხვეყნაში, როცა წყალბადატომი დაკავშირებულია ძლიერ ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომთან (აზოტი, ენერგიალი, ფტორი და სხვა). ასეთი მოლეკულები ძლიერ პოლარიზებულია და წარმოადგენენ დიპოლს, რომლებიც ერთმანეთთან მთავლობის დროს ორთქსტარლებიან 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.

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

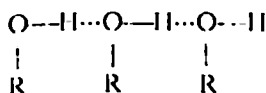


სალიცილალდეჰიდი

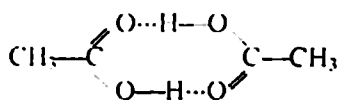


ონიგროუენილი

ორ სხედასხვა მოლეკულას შორის წყალბადურ ბმას ეწოდება მოლეკულათშორისი წყალბადური ბმა. იგი დამახასიათებელია სპირტებისათვის, კარბონჰეიდებისათვის, ამინებისათვის და სხვა.



სპირტის გრამიერი



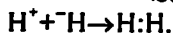
ძმარმეავის დისერი

წყალბადური ბმის არსებობის გასო სპირტებისა და კარბონიქ-
ვების პომოლოგიურ რიგებში დელილასა და ლლობის გეპერაგრა
გაცილებით მაღალია, ეიდრე ნახშირწყალბადების, ეთერებისა და
აღდეპიდების პომოლოგიურ რიგში.

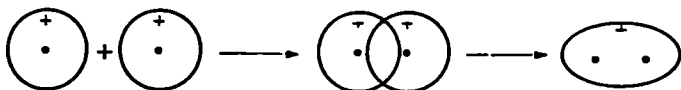
1.8.3. კოვალენტური ანუ პომეოპოლარული ბმა

როგორც ენობილია კოვალენტური ანუ პომეოპოლარული ბმა
წარმოიქმნება ერთნაირი ან მცირედ განსხვავებული ელექტროუ-
არყოფითობის მქონე ელემენტის ატომებს შორის საზიარო ელექ-
ტრონული წყვილებით.

თითოეული ელექტრონული წყვილისაგან წარმოიქმნება მხო-
ლოდ ერთი კოვალენტური ბმა: კოვალენტური ბმის წარმოქმნის
უმარტივესი მაგალითია წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნა:



წყალბადის ატომს აქვს ერთი ელექტრონი 1S ორბიტალზე, რო-
დესაც წყალბადის ორი ატომი საპირისპირო სპინების მქონე ელექ-
ტრონებით მიუახლოვდებიან ერთმანეთს, ხდება მათი ატომური
ორბიტალების გადაფარება. ამის შედეგად წარმოიქმნება მოლეკუ-
ლური ორბიტალი. რომელსაც 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 წარ-
მოქმნილ 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 წარ-
მოქმნა.



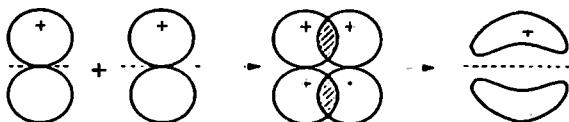
ნახ. 13. σ -ბმის წარმოქმნა S და P ორბიტალების გადაფარვით



ნახ. 14. σ -ბმის წარმოქმნა P ორბიტალების გადაფარვით

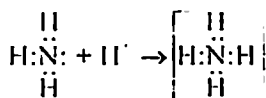
კოვალენტურ ბმას, რომელიც წარმოიქმნება S-S, P-S, P-P ორბიტალების ლერძის გასწვრივ გადაფარვის შედეგად ეწოდება მარგაციუ, სიგმა (σ) ბმა.

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



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

კოვალენტური ბმის კერძი შექმთხევეას წარმოადგენს ღონორულ-აქტეპტორული ბმა. ის აღიძერება ამ შექმთხევეაში, როცა ერთ ატომს აქვს გაუყოფელი ელექტრონული წყვილი, ხოლო მეორეს კი ვაკანტური ორბიტალი. ამ შემთხვევაში ერთი ატომი გასციებს ელექტრონულ წყვილს საერთო სარგებლობისათვის, რომელსაც ლებულობს მეორე ატომი თავის თავისუფალ ორბიტალზე. ემარგაციუკის მაგალითის წარმოადგენს ამონიუმის იონის წარმოქმნა.



ატომს ან იონს, რომელიც გასცემს თავის წყვილ ელექტრონს

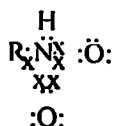
ბმის წარმოქმნისათვის ეწოდება ღისირა. ასეთ რეაგენტებს (ნაწილაკებს) ნეკლეოფილურებს ეწოდებენ (ჩვენ შემთხვევაში ამბავი). ნეკლეოფილურ ნაწილაკებს აქვთ ნაწილობრივ უარყოფითი ან სრული უარყოფითი მუხტი. ნეკლეოფილებს მიეკუთვნება: OH, OP, RS, CN, NH₂, პალატენები.

აგომს ან იონს, შეეცხებული გარე ელექტრონული გარსით, რომელსაც განაზოგადებს სხვა ელექტრულ წყვილს ბმის წარმისაქმნელად ეწოდება აქცეპტორი (ჩვენ შემთხვევაში პროტონი). ასეთ რეაგენტებს ეწოდებენ ელექტროფილურებს. ელექტროფილურ რეაგენტებს აქვთ ნაწილობრივი ან სრული დადებითი მუხტი. მათ მიეკუთვნება: H⁺, NO₂⁺, SO₃⁺, R₃C⁺ და სხვა.

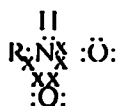
ღონორულ-აქცეპტორულ ანუ კოორდინაციულ ბმასთან ახლოს დგას სემიპოლარული (ნახევრადპოლარული ბმა).

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

თუ დავეშვებთ, რომ ნიგრონაერთის მოლეკულაში აზოტის ატომი თითოეულ ეანგბადატომთან ორმაგი ბმითაა დაკავშირებული, მაშინ ნიგრონაერთის ელექტრონული ფორმულა წინააღმდეგობაშია ოქტეტის წესთან, N-ის გარშემო ათი ელექტრონი იმყოფება. რადგან ეს შეუძლებელია უნდა მივიღოთ ელექტრონების სხეანაირი განაწილება (2).



(1)

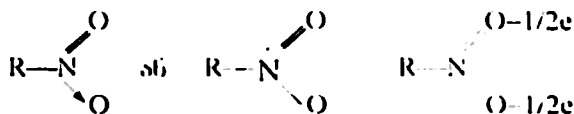


(2)

როგორც ჩანს მეორე ფორმულიდან, აზოტთან დაკავშირებული ეანგბადატომები ერთნაირად არ არიან, ერთი მათგანი აზოტთან დაკავშირებულია საერთო ელექტრონების ორი წყვილით. მეორე კი მარტო ორი ელექტრონით ორივე ელექტრონი ეკუთვნის აზოტის ატომს. ეს ელექტრონები ოქტეტამდე აქვებენ ეანგბადის ელექტრონების რიცხვს. მათ შორის კოვალენტური ბმა წარმისაქმნება, მაგ-

რამ აგომბა ასეთი კოვალენტური ბმის წარმოსახმნიელად აღსარება არა ერთი ელექტრონი, როგორც ეს ხდება გაბიერი კოვალენტური ბმის წარმოქმნისათვის, არამედ ორი ელექტრონი. ამიტომ ამიტვის შეიძინა ერთი დადებითი მუხტი, ხოლო ეასებადმა არა თუ გასცა ამ ბმის წარმოსახმნიელად ელექტრონი. ძირითად მთადი აზოტისათვის ერთი ელექტრონი, რის გამოც შეიძინა უარყოფითი მუხტი.

ამრიგად, ახალი ბმა ეასებადმა და ამიტვის შორის წარმოსახმნიელად ერთდროულად ოთხეუ და კოვალენტურ ბმის ე.ი. სემიპოლარულ (ნახევარ პოლარულ) ბმას.



კოვალენტური ბმის რაილენობრივ მახასიათებლებს შეეკუთვნება ბმის ენერგია, ბმის სიგრძე, პოლარობა, პოლარიზებადობის უნარი, საეალენტო კუთხეები და სხე.

ბმის ენერგია – არის სიდიდე, რომელსე ახასიათებს ბმის სიმტკიცეს ან ეს არის ენერგია, რომელსე საჭიროა ბმის გაწყვეტისათვის. იზომება კჯ/მოლი.

ბმის სიგრძე არის შეკავშირებული ატომების ცენტრებს შორის მანძილი. იგი დამოკიდებულია ატომების ბუნებაზე და ბმების ხასიათზე (მარგაცა, ორმაგი, სამმაგი). ჯერადობის გადილების შესაბამისად ბმის სიგრძე მცირდება. მაგალითად, მარგაცა C-C ბმის სიგრძე გოლია 0,154 ნმ, ორმაგის (C=C) 0,133 ნმ, სამმაგის (C≡C) კი 0,120 ნმ. ბმის სიგრძე ზეეულებრივ მერეეობს 0,1-0,2 ნმ-ის ზღვრებს ში.

ვალენტური კუთხე არის მრავალვალენტური ატომების მიერ წარმოქმნილი ბმების მიმართულებას შორის კუთხე. C-ატომის საეალენტო კუთხე დამოკიდებულია მის ვალენტურ მდგომარეობაზე ანუ ჰიბრიდიზაციის ტიპზე. მაგალითად SP³ ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაში ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის კუთხე შეადგენს 109°28', SP² ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაში კუთხე შეადგენს 120°, SP ჰიბრიდიზაციის დროს კი - 180°-ს.

1.9. პოლარიზაცია და პოლარიზებადობა

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

ბმის რაიონისორიცი მახასიათებლებიდან პოლარიზა ექელაზე მსაქენელაუნია, რადგანაც ატომების ქსტკი განსაზღვრავს პოლუკულის რეაქციის უნარიანობას, გარდა ამისა პოლარიზა გავლენას ახდენს ფიზიკურ თვისებებზე. კერძოდ დიპოლურ მომენტზე. დიპოლური მომენტი (μ) წარმოადგენს მქსტკის სიდიდის (e) ნამრავლს მქსტკებს შორის მანძილზე (r).

$$\mu = e \cdot r$$

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

დიპოლური მომენტის საფუძველზე გაშოთქლიან კოვალენტური ბმის პოლარიზას.

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

1.10. 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 ზესტად ახსნა არსი ამ ტიპის რეაქციებისა, არამედ მოგვცა შესაძლებლობა რეაქციების უფრო დეტალური კლასიფიკაციისა ელექტრონული მექანიზმების გათვალისწინებით, რომლებიც თითოეული ჯგუფის რეაქცი-

ებში შეიძლება იყოს სხვადასხვა.

ქიმიური რეაქციის მექანიზმში ეწოდება მორეაგირე კომპონენტების ქიმიური ბმების ღარღვევის ხერხებს და იმ თანამდებარულ სტადიათა ერთობლიობას, რომელიც გავლითაც საწყისი ნაყოფიერებებიდან რეაქციის პროდუქტები გამოსიყოფა.

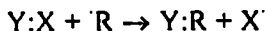
რეაქციის შესაბამისად საჭიროა იმის ცოდნა, თუ როგორი გზის შეიძლება იყოს კოვალენტური ბმის გაწყვეტა. ცნობილია კოვალენტური ბმის გაწყვეტის ორი გზა: პომოლიტური და პეტეროლიტური.

კოვალენტური ბმის პომოლიტურ-რადიკალური გაწყვეტის დროს ხდება შემაკაემირებული ელექტრონული წყვილის განტაკაეება, წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალები თითო გაწყვეტილებული ელექტრონით:



პომოლიტურ-რადიკალური გაწყვეტა ღამახისათებულა არაპოლარული ან მცირეპოლარული ბმებისათვის (C-C, N-N, C-H), მაღალი ტემპერატურის, ელგრაიისფერი ან რადიაციური გამოსხივების მოქმედებით.

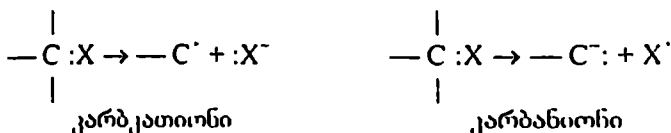
პომოლიტური გაწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი რადიკალები არაიდგრადები არიან ღა არსებობენ ძალიან მცირე დროით, ისინი შემდგომში გარდაქმნების შედეგად სწრაფად გადაღიან მდგრად საბოლოო პროდუქტებში ჩანაცვლების რეაქციის დროს წარმოქმნილი რადიკალებიდან ერთერთი ჩაინაცვლება სხვა მოლეკულის ატომით ან ატომთა ჯგუფით, რის გამოც გამოთავისუფლება სხვა რადიკალი. მაგ.



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

იმის პეტეროლიტური ანუ იონური გაწყვეტის დროს ხდება ღა-

მუხტულის ნაწილაკების კათიონებისა და ანიონების წარმოქმნა. ამ

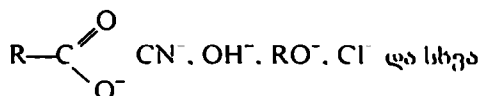


დროს შემაკავეშირებული ელექტრონული წყვილი მთლიანად გადის ერთი ატომიდან მეორეზე. ატომი, რომლიდანაც წყდება ელექტრონული წყვილი, იმუხტება დადებითად, ხოლო ატომი, რომელიც იერთებს ელექტრონულ წყვილს, იმუხტება უარყოფითად:

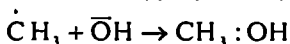
ნახშირბადის დადებითად დამუხტულ იონებს კარბკათიონები (კარბონიუმის იონი) ეწოდებათ, ხოლო უარყოფითად დამუხტულ იონებს კარბანიონები. ისინი რადიკალების მსგავსად არამდგრადები არიან და ადვილად შედიან რეაქციებში.

პეტეროლიგური გაწყვეტა დამახასიათებელია ძლიერ პოლარული და ადვილად პოლარიზებადი ბმებისათვის.

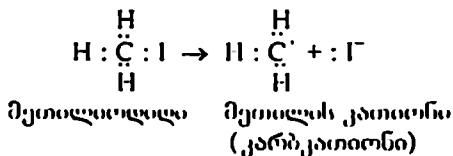
პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს იონური მექანიზმით მოქმედი რეაგენტის მიხედვით იყოფა ორ ტიპად. რეაგენტებს, რომლებიც გასცემენ ელექტრონულ წყვილს ახალი ბმის წარმოსაქმნელად, ეწოდება ნუკლეოფილური, ხოლო რეაქციები, რომლებიც ხორციელდება აღნიშნული რეაგენტების მონაწილეობით ნუკლეოფილურ რეაქციებს უწოდებენ და აღინიშნება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



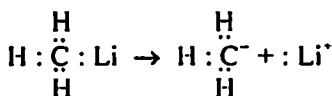
მაგალითად, განვიხილოთ ჩანაცვლების რეაქცია:



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

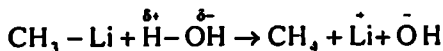


კოვალენტური ბმის პეტეროლიტური გაწყვეტა ზოგჯერ მისდინარეობს ორგანულ ანიონის – კარბანიონის წარმოქმნით:



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.

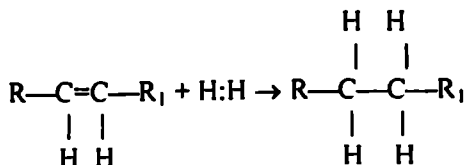
ამრიგად არსებობს ჩანაცვლების ორი ძირითადი მექანიზმი, რადიკალური და იონური. უკანასკნელი შეიძლება იქნეს ნუკლეოფილური და ელექტროფილური.

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

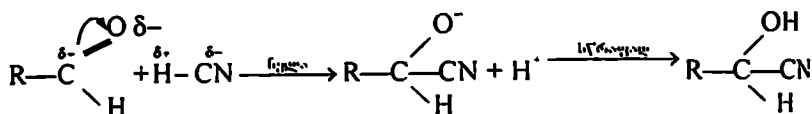
იონური რეაქციები კატალიზირდებიან მეჟვებით ან ფუძეებით. იონური რეაქციები ხშირად მიმდინარეობს ხსნარებში. გამხსნელის პოლარობა ახდენს დიდ გავლენას მათ სიჩქარეზე.

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

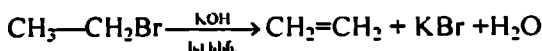
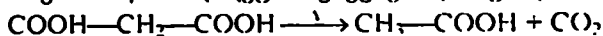
რადიკალური ტიპის რეაქციის მაგალითად შეიძლება განვიხილოთ წყალბადის მიერთება უჯერი ნახშირწყალბადების ორმაგ ბმასთან კატალიზატორების (Pt, Ni, Pd) თანაობით.



იონური ნუკლეოფილური შეერთების მაგალითად ციანჰიდრიდის ალდეჰიდთან შეერთების რეაქცია.

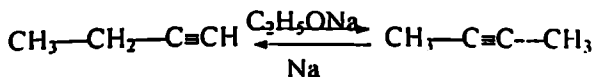


მოხლეჩის-ელიმინირების რეაქციები (სიმბოლო E) ითვლება შეერთების საწინააღმდეგო რეაქციებად. მაგალითად:



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 სამშავი ბმა მოლეკულის ცენტრში გადაინაცვლებს და წარმოიქმნება დიმეთილაცეტილენი, ხოლო მკვალ ნატრიუმთან გაცხელებით, პირიქით:

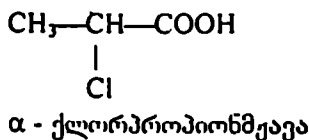
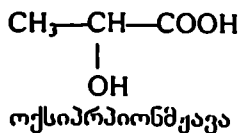


1.11. ცნება ფუნქციონალური ჯგუფების შესახებ

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 განსაზღვრვენ ძირითადად მოლეკულათა ქიმიურ ხასიათს. ასე მაგალითად, მეთილის სპირტის CH_3OH , მეთილამინის CH_3NH_2 ძმარმეავას 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,



1.12. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია

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

აციკლური ანუ ღია ჯაჭვიანი ნაერთები, რომელთაც სხეანაირად 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.

2.1. ნახშირწყალბადები

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

2.2. ალკანები (ნაჯერი ნახშირწყალბადები, პარაფინები)

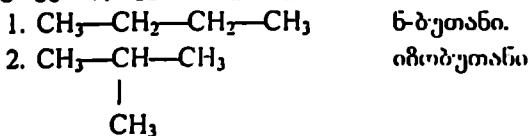
ნაჯერი ნახშირწყალბადები ეწოდება ისეთ ნახშირწყალბადებს, რომელთა მოლეკულაში ნახშირბადატომები ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარტივი ბმებით და ნახშირბადის ყველა დანარჩენი სავალენტო ერთეული გაჯერებულია წყალბადატომებით. ნაჯერი ნახშირწყალბადები პომოლოგიურ რიგს წარმოქმნიან ზოგადი ფორმულით C_nH_{2n+2} . იმის მიხედვით თუ რა მნიშვნელობას მიეცემთ 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 თანამართლები რიგი, რომლის თითოეული წევრი ერთმანეთისაგან განსხვავდება მეთილენის (CH_2) ჯგუფის რაოდენობით, რომელსაც პომოლოგიური სხვაობა ეწოდება, ხოლო ნაერთებს, რომლებიც პომოლოგიური რიგის წევრებს წარმოადგენენ, პომოლოგები ეწოდებათ.

2.3. იზომერია, ნომენკლატურა

ალკანების პირველ სამ წევრს იზომერია არ გააჩნია.

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

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



სტრუქტურული იზომერიის ეს სახე ატარებს ჯაჭვის იზომერიის სახელწოდებას.

ორგანულ ქიმიამი 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 პირველად მიღებული ან რომელიმე თვისებას.

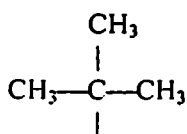
პირველი ოთხი წევრის სახელი: მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი ტრივიალურია. დანარჩენების სახელები გამოყვანილია რიცხვთა ბერძნული სახელების ძირიდან, რომელსაც ემატება სუფიქსი “ანი”, მაგალითად C_5H_{12} პენტანი, C_6H_{14} ჰექსანი, C_7H_{16} ჰეპტანი, C_8H_{18} ოქტანი, C_9H_{20} ნონანი (ლათინური რიცხვითი სახელიდან), $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ 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 განესხვაებინათ სტრუქტურული იზომერები, შექმნილი იქნა რაციონალური ნომენკლატურა, რომელსაც ექვლა ნაჯერ ნახშირწყალბადს იხილავს როგორც მეთანის წარმოებულებს, რომელშიც წყალბადის ერთი ან ოთხივე ატომი ერთვალენტიანი ნახშირწყალბადების რადიკალებითაა ჩანაცვლებული. შეთანხმდნენ მეთანის ნახშირბადათ მიელოთ ის ნახშირბადატომი, რომელიც ნაკლებ წყალბადატომს შეიცავს. წაკითხვისას დაასახელებენ მეთანში ჩანაცვლებულ რადიკალებს (რადიკალების დასახელება წარმოებს მარტივიდან რთულისაკენ) და დააბოლოებენ მეთანით, ხოლო

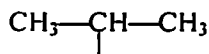
ნორმალურჯაჭვიანი ალკანების სახელწოდება არ იცვლება.

იმისათვის, რომ განტოტეილჯაჭვიან ნაერთებს მიეცეს სახელწოდება საჭიროა ვიცოდეთ ნახშირბადწყალბადების ერთვალენტიანი რადიკალების სახელები, რომლებიც მიიღებიან ნაჯერი ნახშირბადწყალბადებიდან ერთი წყალბადატომის ჩამოცილებით. რადიკალების სახელწოდება გამომდინარეობს შესაბამისი ალკანების სახელწოდებიდან 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.

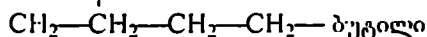
ანსხევებენ პირველად, მეორადს და მესამეულ ნახშირბადატომებს და თავისუფალი ვალენცობა რადიკალში ისეთ ნახშირბადატომთანაა, რომელიც მხოლოდ ერთი ვალენცობით უკავშირდება მეორე ნახშირბადატომს იგი პირველადია, ნახშირბადი თუ ორ რადიკალს უკავშირდება მეორეულია, თუ სამს - მესამეული, ნახშირბადატომი შეიძლება იყოს მეოთხეულიც. ამ შემთხვევაში იგი დუკავშირებული უნდა იყოს ოთხ ერთვალენტიან რადიკალთან.



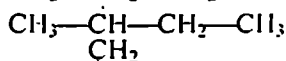
მაგ. აქ მეორე ნახშირბადატომი მეოთხეულია, პროპანი ორ რადიკალს წარმოქმნის $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ - პროპილი.



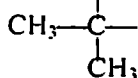
იზოპროპილი, ბუტანი - ოთხ რადიკალს.



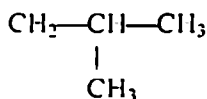
ბუტილი



მეორეული ბუტილი (იზობუტილი)

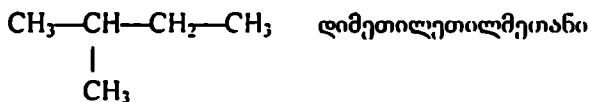


მესამეული ბუტილი (იზობუტილი)



რაციონალური ნომენკლატურით იზობუტანის სახელწოდება არის გრიმეთილმეთანი

იზოპენტანებისა კი იქნება



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

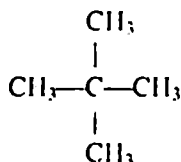
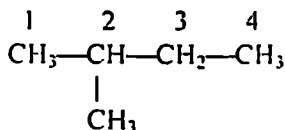
იმის გამო, რომ რაციონალური ნომენკლატურის ფარგლებში არ თავსდება მთელი რიგი ორგანული ნაერთების სახელწოდებანი, აუცილებელი გახდა ახალი ნომენკლატურის შექმნა. ამჟამად, რაციონალურ ნომენკლატურას იყენებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იგი თვალნათლივ გამოხატავს ნაერთის აგებულებას.

ძირითადი პრინციპი სისტემატური ნომენკლატურისა მიღებული იყო 1992 წელს ქ.ვენევაში ქიმიკოსთა საერთაშორისო კონგრესზე. ამ კონგრესზე მიღებულ ნომენკლატურას ეწოდა ვენევის ნომენკლატურა, რომელიც ცნობილია აგრეთვე სისტემატური ნომენკლატურის სახელწოდებით. შემდეგ ყრილობებზე ამ ნომენკლატურაში შეტანილი იყო ცვლილებები და დამატებები. უკასასკესელი 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 განტოგვილჯაჟიანი ალკანების სახელწოდებისათვის წაკითხვის დროს ენომრავთ ყველაზე გრძელ ჯაჭვს, თანაც დანომრავ უნდა დაეიწყოს იმ თავიდან, საი-

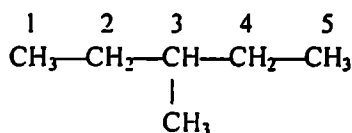
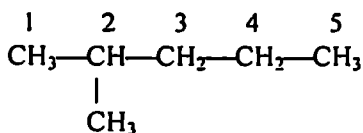
დანაც უფრო ახლოა განტოგვა, ციფრით მიუთითოეთ ამ სახშირბადუ-
გომის, სადაც არის განტოგვა, რით არის განტოგეილი და გრძელ
ჯაჭეში მყოფი ფრაგმენტი რომელ ნორმალურ ალკანს შეესაბამება.

მაგ, იზოპენტანებს და იზოპექსანებს სისტემატური ნომენკლა-
ტურიი შეიძლება მიეცეთ სახელწოდებანი



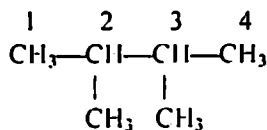
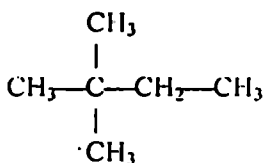
2 - მეთილბუტანი

2,2 - დიმეთილპროპანი



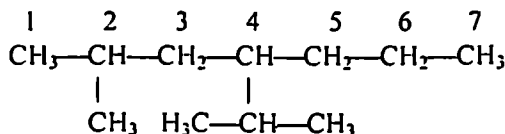
2 - მეთილპენტანი

3 - მეთილპენტანი



2,2 - დიმეთილბუტანი

2,3 - დიმეთილბუტანი



რაციონალური ნომენკლატურით: პროპილიზოპროპილიზოპროპილი-
მეთანი;

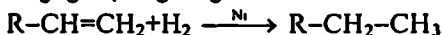
სისტემატური ნომენკლატურით: 2-მეთილ-4-იზოპროპილპენტანი.

2.4. ალკანების მიწების ხერხები

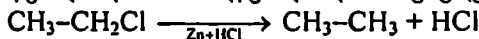
ალკანების მიღების ბუნებრივ წყაროს წარმოადგენს ნავთობი, ხოლო ჰომოლოგიური რიგის პირველი წევრებისათვის – ბუნებრივი გაზები. უნდა აღინიშნოს, რომ ინდივიდუალური ნაერთის გამოყოფა ნავთობიდან ან მისი პროლექტების კრეკინგით – ძალიან რთულია, ამიტომ ხშირად მიმართავენ ალკანების შილტას სისინთეზური ხერხით.

ნაჯერი ნახშირწყალბადები მიიღება სამი ძირითადი ხერხით. ნახშირბადის ჯაჭვის შენარჩუნებით, გამრდიტ და შემცირებით.

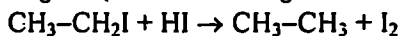
1. ლაბორატორიულ პირობებში პარაფინულ ნახშირწყალბადებს ლებულობენ ოლეფინებისა და აცეტილენური ნახშირწყალბადების პიდრირებით, კატალიზატორებს თანაობით (Pt, Pd, Ni).



2. ალკანები მიიღებიან ჰალოგენწარმოებულების აღდგენით, მათზე აგომური წყალბადის ან იოდწყალბადის მოქმედებით.



ქლორეთილი ეთანო

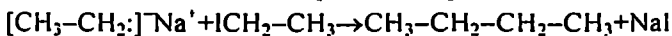


იოდეთილი **ეტანი**

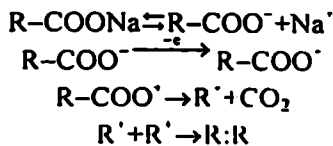
აღნიშნული რეაქციები მიმდინარეობენ ნახშირბადის ჩონჩხის შენარჩუნებით.

3. პალოგენალილებზე 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.

პალოგენალკილზე მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით ჯერ ალგული აქვს ნატრიუმალკილის წარმოქმნას, რომელიც შემდეგ რეაქციაში შედის პალოგენალკილთან და მიიღება ალკანი:



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



რეაქციის განტოლების სქემიდან ჩანს, რომ კარბონშეჯივის მარილი ელექტროლიზით გვაძლევს შეჯივს ანიონს, რომელსაც გასცემს ელექტრონს და გარდაიქმნება შეჯივს რადიკალად. შეჯივს რადიკალი განიცდის დეკარბოქსილირებას და მიიღება გადოდებული მოლეკულური მასის მქონე ალკანის მოლეკულა.

5. ალკანები მიიღებიან ერთფუძიან შეჯივთან მარილების შელღობით ტუტესთან (ნახშირწყალბადების მიღების ანალიზური წესი). ამ რეაქციით მიიღება ალკანი შემცირებული ნახშირბადატომთა ჩონჩხით. პრაქტიკულად შელღობის რეაქცია მიმდინარეობს არა ტუტესთან, არამედ ნატრიუმქირთან (ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა NaOH და ქირის 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, მესამე წევრიდან $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ -მდე სითხეებია, ხოლო მაღალი წევრები მყარი ნივთიერებებია, წყალში ცუდად იხსნებიან. ალკანებში დუღილის ტემპერატურა იზრდება პომოლოგიური რიგის გაზრდასთან დაკავშირებით და დიდადაა დამოკიდებული ნაერთის აგებულებაზე.

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

ლღობის ტემპერატურა ლუწ. ნახშირბადატომის შემცველი ალკანის უფრო მაღალია, ვიდრე კენტი ნახშირბადატომის შემცველი ალკანისა. კუთრი წონა ალკანებისა იზრდება პომოლოგიური რიგის

გაზრდასთან დაკავშირებით და ერთზე ნაკლებია. ალკანების წყალში ხსნადობა უმნიშვნელოა, ისინი არაპოლარული ნივთიერებებია. ატომები მოლეკულაში შებმული არიან σ ბმებით. მანიძილი ნახშირბადატომებს შორის $1,54 \text{ \AA}$ ანუ $0,154 \text{ ნმ-ია}$.

2.4.2. ქიმიური თვისებები

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

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

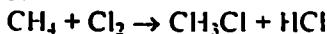
ალკანების მოლეკულაში ჩანაცვლების ადგილი განისაზღვრება პირველ რიგში წარმოქმნილი რადიკალის მდგრადობით. რადიკალები თავისუფალი ელექტრონით მესამეულ ნახშირბადატომთან უფრო სტაბილურია, ამიტომ ჩანაცვლება უფრო ადვილად მიდის ჩესამეულ ნახშირბადატომთან მდგომი H-ის, ხოლო ყველაზე ძნელად პირველად ნახშირბადატომთან დაკავშირებული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

2.4.3. ჩანაცვლების რეაქციები

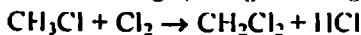
ჰალოგენირება. ჰალოგენირების რეაქციებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ქლორირების რეაქცია. არააღზრებული ქლორი ან ბრომი. არ რეაგირებს ალკანებთან, მაგრამ თუ ალკანებზე ქლორს, განათებით ან მაღალი გემპერატურის ($300-400^{\circ}\text{C}$) მოქმედებით, მოხდება მეთანის მოლეკულაში ყველა წყალბადის თანდა-

თანობითი ჩანაცვლება და წარმოქმნილი დადი რადიკალითი მისიო-
ლო და პოლიჰალოგენიზაციები, რადიკალურ დადი პრაქტიკული
გამოყენება აქვთ.

მეთანის ქლორირების რეაქცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგ
სქემით:



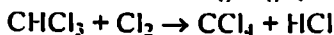
ქლორმეთანი (მეთილქლორიდი)



დიქლორმეთანი



ტრიქლორმეთანი, ქლოროფორმი



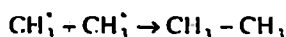
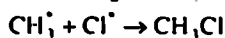
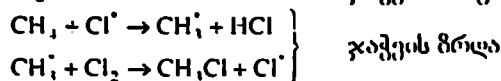
ტეტრაქლორმეთანი

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

ა) ჯაჭვის ინიცირება (აქტიური ცენტრის წარმოქმნა). სინათ-
ლის გაფლენით ქლორის მოლეკულა გარდაიქმნება ატომურ ქლო-
რად.

ბ) ჯაჭვის ზრდა. რეაგენტი გარდაიქმნება რეაქციის პროდუქ-
ტად. აგომი ან რადიკალი ამ პროცესის დროს არ ქრება.

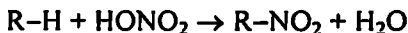
გ) ზრდის შეწყვეტა. ამ დროს ატომები ან რადიკალები ქრება:



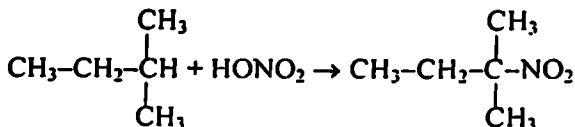
ჰალოგენების ერთიერთი ქმედება ალკანებთან სხვადასხვა სიზ-
ქარით მამდინარეობს. ყველაზე უფრო ენერგიულად მოქმედებს
ფტორი და ძნელად იოლი, თაღისუფალი ფტორის მოქმედება მიმდ-
ნარეობს აფეთქებით. იგი იწვევს ალკანების ლესტრექციას.

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

ალკანების ნიტრირების რეაქცია ზოგადად შეიძლება გამოვხა-
ტოთ განტოლებით:

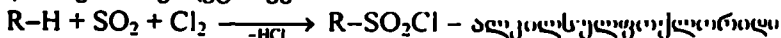


ნიტროჯგუფით (NO_2) უფრო ადვილად ჩასნაცვლება ის წყალბა-
დი, რომელიც დაკავშირებულია მესამეულ ნახშირბადატომთან,
შემდეგ მეორეულთან და შემდეგ პირველადთან

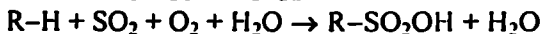


მესამეული ნიტროპენტანის

სულფოქლორირება. **სულფოდაქანგვა.** სულფოქლორირების
რეაქციის დროს ალკანებზე მოქმედებენ გოგირდიანი ანჰიდრიდი-
სა და ქლორის ნარევიტ, სინათლეზე ან კატალიზატორების თანაო-
ბისას. კატალიზატორებად იყენებენ ორგანულ ზეჟანგებს. რეაქცია
მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



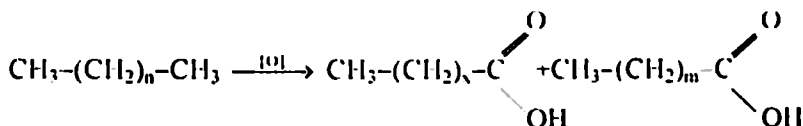
სულფოდაქანგვის რეაქცია



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

დაქანგვა. ძლიერი დამქანგველები როგორცაა ქრომის ნარე-
ვი და კალიუმის პერმანგანატი ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე არ
მოქმედებენ ნაჯერ ნახშირწყალბადებზე, რომლებსაც სინთეზური

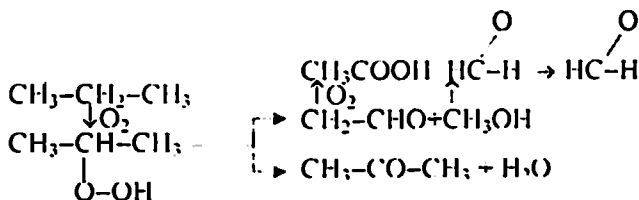
ნახშირბადოვანი ჯაჭვი გააჩნიათ. ალკილად იყენებენ ის ნახშირ-
წყალბადი, რომელიც შეიცავს მესამეულ ნახშირბადოვანს. მაღალ
ტემპერატურაზე $150-200^{\circ}\text{C}$ ალკანები იყენებენ პაერის ეთილბადი
კატალიზატორის მიწვანების ნაერთების თანდასწრებით. ამ დროს
ნახშირწყალბადის მოლეკულა ახლავს და წარმოიქმნება შედეგად
ნაკლები ნახშირბადოვანების რიცხვით, ვიდრე ალბულო ალკანი
აქვს.



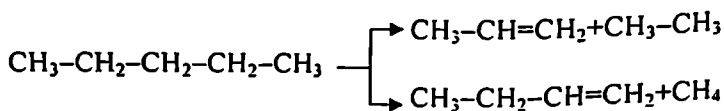
300°C ზემოთ ხდება ნაჯერი ნახშირწყალბადების შეღუბა და
იწვის CO_2 და H_2O წარმოიქმნით:



უკანასკნელ წლებში საწარმოო მნიშვნელობას ღებულობს პა-
რაფინების დაბალი წარმოქმნის (მეთანი, ეთანი, პროპანი,
ბუტანი) დაეანება, რომელიც მიმდინარეობს 150°C კატალიზატო-
რის თანაობისას. პროცესის დროს წარმოიქმნება მრავალი სხვა-
დასხვა ორგანული ნაერთი – სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები,
მედეები და სხე ალკანების დაეანგვისას, როგორც შედეგადური
პროდუქტები წარმოიქმნებიან პიდროეანგები.



კრეინგი. ნაჯერი ნახშირწყალბადები $450-500^{\circ}\text{C}$ -ზე უფრო მა-
ღალ ტემპერატურაზე განიცდიან ქიმიურ გარდაქმნას (დაშლას) –
კრეინგს. კრეინგის სიგლისური სიგევა და ნიშნავს გახლეჩას (და-
ნაწევრებას). ამ დროს წარმოიქმნება ალკანების დაბალი წევრები
და ოლეფინები:

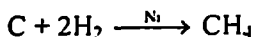


უფრო მაღალ ტემპერატურაზე (600-800°C) რთული კრეკინგის პირობებში ხდება, მრავალნახშირბადიან ნაშთის – კოქსის ფაზური ნივთიერებების, ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების წარმოქმნით.

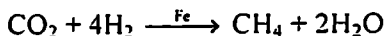
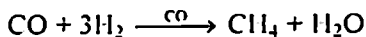
2.5. მეთანი

მეთანი (ჭაობის, მაღაროს გაზი) ბუნებრივი გაზების მთავარ შემადგენელ ნაწილს შეადგენს. იგი წარმოიქმნება სხვა აირად პროდუქტებთან ერთად ნარევის სახით ხის, გორგის, ფიქალეების და ქვანახშირის მშრალი გამოხდის დროს. მეთანი პირველად აღმოჩენილი იყო 1776 წელს ვოლტის მიერ ჭაობის გაზში. სინთეზურად 1837 წელს იქნა მიღებული ძმარმეავე ნატრიუმის მარილის ტუტესთან შეღებვით.

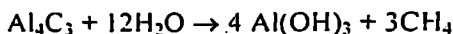
მეთანი სინთეზურად მიიღება ელემენტებისაგან 475°C კატალიზატორის თანდასწრებით:



დიდი რაოდენობით ლეზულობენ ნახშირქანგისა და ნახშირორქანგის აღდგენით მაღალ ტემპერატურაზე (200°C) და მაღალი წნევის პირობებში, კატალიზატორების რკინისა და კობალტის თანხლებით.



მეთანი მიიღება აგრეთვე ალუმინის კარბიდზე წყლის მოქმედებით:



მეთანი უფერო, უსუნო გაზია, წყალში ცუდად იხსნება.

მეთანს დიდი ტექნიკური გამოყენება აქვს. მას დიდი რაოდენო-

ბით იყენებენ როგორც სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო საწვავს. ქსიმური გადაიქმაცებით მისვან მისდება აცეტილენი, ფაორი და ქლორნაწარმები. ჭანჭეელას ალდეჰიდი, მეთილის სპირტი, ქვარგლი და სხვა. მეთანის წყის დროს უფრო მეტი სათბური ენერგია გამოიყოფა ეიდრე ბენზინის წყის დროს.

2.6. ალკენები (ეთილენური ნახშირწყალბადები, ოლეფინები)

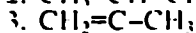
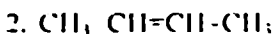
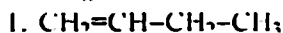
ალკენები სასაათლებთან ნახშირბადატომებს შორის ერთი ორმაგი ბმით. მათი საერთო ფორმულაა C_nH_{2n} . ამ ზოგადი ფორმულის მსხედვით პირველი წვერი უნდა იყოს მეთილენი CH_2 , მაგრამ იგი არისგაბილური, ამიტომ პირველ წვერს წარმოადგენს ეთილენი C_2H_4 , შემდეგი წვერია პროპილენი C_3H_6 , შემდეგი ბუტილენი C_4H_8 , ამილენი (პენტენი) C_5H_{10} და ა.შ.

ამ რიგის ნაერთებს ოლეფინებსაც უწოდებენ. სახელწოდება ოლეფინი წარმოიქმნა ლათინური სიტყვიდან *gazoletant*, რაც ნიშნავს “ზეითწარმოქმნულ აირს”.

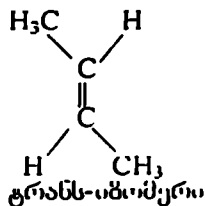
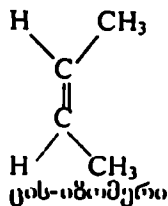
2.6.1. იზომერია და ნომენკლატურა

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

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



გარდა აღნიშნული იზომერიისა ოლეფინებში ეხედებით გეომეტრიულ ანუ ცის-ტრანს იზომერიას



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

ოლეფინების ტრივიალური სახელწოდება წარმოდგება ალკენების 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 გამოიყავით 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.

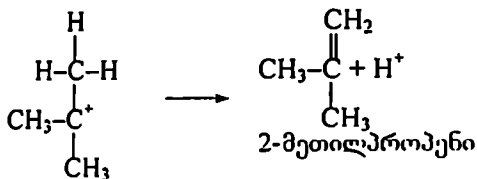
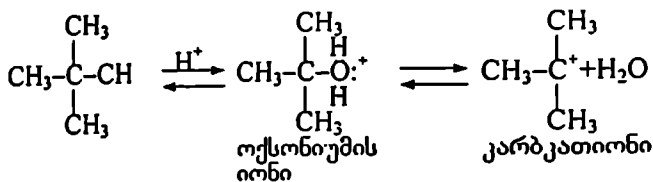
რაციონალური ნომენკლატურით ოლეფინების სახელწოდება გამოყავთ პირველი წევრის სახელწოდებიდან. მათ იხილავენ როგორც ეთილენის ნაწარმებს, რომლის მოლეკულაში წყალბადის ერთი ან რამდენიმე ატომი ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადის ერთვალენტიანი რადიკალებით. დაასახელებენ რადიკალებს და დააბოლავენ ეთილენით. მაგალითად C_4H_8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

ქვეყნის ანუ სისტემატური ნომენკლატურით ალკენების სახელწოდება გაიმყარდება შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების

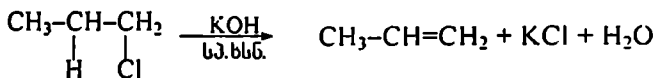
მსგავს რეაქციას მოხლეჩის (ელიმინირების) რეაქციას უწოდებენ და აღნიშნავენ E ასოთი.

უნდა აღინიშნოს, რომ მესამეული სპირტი უფრო ადვილად გაიციდის დეჰიდრატაციას.

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

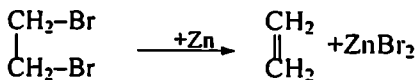


2. ოლეფინები მიიღება აგრეთვე ჰალოგენწარმებიდან ჰალოგენწყალბადის მოხლეჩით. ამ მიზნით მოქმედებენ მონოჰალოგენალკილზე KOH ან NaOH-ის სპირტიანი ხსნარით.

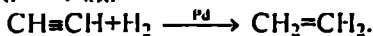


რეაქციის მექანიზმი იხილეთ ჰალოგენალკილების ქიმიურ თვისებებში.

3. ოლეფინების მისაღებად ზოგიერთ შემთხვევაში იყენებენ დიჰალოგენწარმებს. ჰალოგენების მოხლეჩა ხდება თუთიის მგერის მოქმედებით სპირტიან არეში:

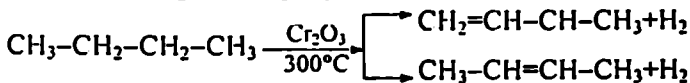


4. ოლეფინები მიიღებიან აგრეთვე აცეტალენური ნახშირწყალბადის ნაწილობრივი ალდჟენით:



5. ოლეფინებს, რომლებიც გამოიყენება გექნიკური მასწიება-სათაის ლეზულობეს ნათობის კრეკისათი წნევის ქეეშ.

6. ღიდა რაოდენობით ოლეფინები მიიღება ნაჯერი ნახშირ-წყალბადების ლესდრაგაციით მაღალ გემპერატურაზე (300°C) და კატალიზატორის – ქრომის ეანგის თანაობით:



2.6.3. ფიზიკური თვისებები

ოლეფინების ჰომოლოგიური რიგის პირველი სამი წერი აირებია, C_5H_{10} -დან $\text{C}_{17}\text{H}_{34}$ -მდე სათხეებია. შემდეგი წერები მყარი ნიითიერებებია.

ოლეფინი ნახშირბადატომების ნორმალური ჯაჭვით ღელს უფრო მაღალ გემპერატურაზე, ვიდრე მისი იზომერი განშტოებული ჯაჭვით. ორმაგი ბმის გადაადგილება მოლეკულის ეენტრში იწვევს ღელილის გემპერატურისა და ღნობის გემპერატურის აწევისას. ცის-იზომერი ღელს უფრო მაღალ გემპერატურაზე, ვიდრე ტრანს-იზომერი, ღნობის გემპერატურა კი პირაქით.

ხეღართი წონა ნაკლებია ერთზე, მაგრამ უფრო მეტია ვიდრე ნაჯერი რიგის ნახშირწყალბადების. წყალში ეუღალ იხსნებიან. ენდა აღინიშნის, რომ ოლეფინები კარგად იხსნებიან ზოგიერთი მძიმე მეგალების მარილებში, წარმოქმნიან მათთან კომპლექსურ ნაერთებს (მაგალითად, Cu_2Cl_2 ხინარითან).

2.6.4. ქიმიური თვისებები

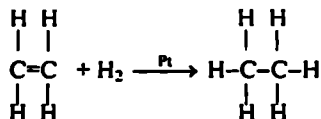
ალკენების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია ორმაგი ბმის არსებობით (σ და π ბმა) ნახშირბად-ატომი იმყოფება SP^2 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში.

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

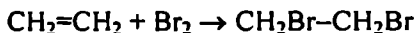
ამგვარად, ოლეფინებისათვის უფრო მეტად დამახასიათებელია შეერთების რეაქციები.

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:



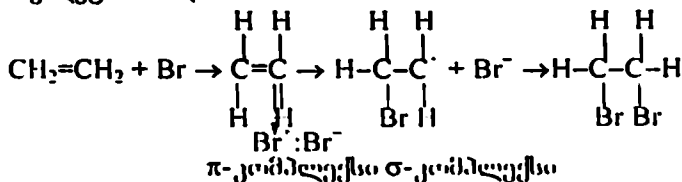
2. **ჰალოგენირება**. ოლეფინები ადვილად იერთებენ ჰალოგენებს:



რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია ჰალოგენის ბუნებაზე და ოლეფინის აგებულებაზე.

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

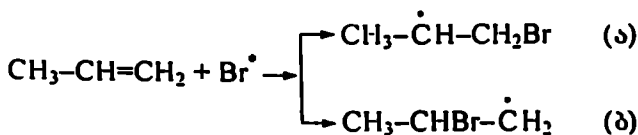
ბრომის მიერთება იონური მექანიზმით ეთილენტან მიმდინარეობს შემდეგნაირად:



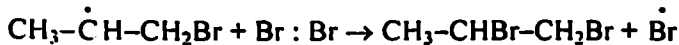
ბრომის მთლიანად p -ელექტრონის მონაწილეობით განიცდის ანონურიზაციას $\text{Br}^+:\text{Br}^-$ ბრომის მთლიანად დადებითი ნაწილაკის (Br^+) ექაბება ორმაგი ბმის p -ელექტრონებს და წარმოქმნის π -კომპლექსს. π -ბმის გაწყვეტით π -კომპლექსი გარდაიქმნება კარბკაიონურად (σ -კომპლექსი), განთავისუფლებული ბრომის ანიონი შეუერთდება კარბკაიონს და წარმოქმნის საბოლოო პროდუქტს. ამრიგად Br_2 მიერთება ერთდროულად კი არ ხდება, არამედ თანდათანობით.

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

ჰალოგენის ატომი უერთდება ოლეფინის π -ბმის ხარჯზე და წარმოქმნება ორი სხვადასხვა რადიკალი:



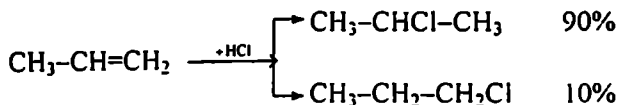
სტაბილობის მიხედვით უფრო ხელსაყრელია (ა) რადიკალის წარმოქმნა. ამიტომ მასთან შედარებით ბრომის მოლეკულა და წარმოიქმნება დიბრომპროპანი.



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

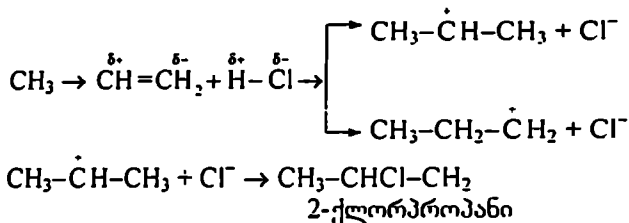
არასიმეტრიული აგებულების ოლეფინებთან ჰალოგენწყალბადის შეერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით. ჰალოგენის მონაწილეობა ნაკლებად ჰიდროგენირებულ ნახშირბადატომ-

თან, ხოლო დადებითად პოლარიზებული უფრო პალოგენიზირებულ ნახშირბადატომს უერთდება.



არასიმეტრიულ ოლეფინებთან პალოგენწყალბადის ასეინარი შეერთება ხდება იმის გამო, რომ ალკილებს ახასიათებს რა ლაღ-ბითი ინდუქციური ეფექტი, ელექტრონული ღრუბლის სიმკერეიეს განზიდავენ ორმაგი ბმისაკენ. ელექტრონული ღრუბლის სიმკერეიე გადაიწევა მოლეკულის ბოლო ნახშირბადატომისაკენ $\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}=\text{CH}_2$ (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 მხო-



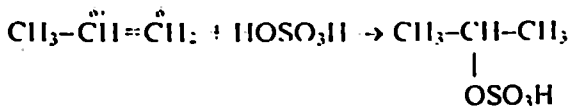
ლოდ შეერთების იონური მექანიზმის დროს, ე.ი. როცა ადგილი აქვს მორეაგირე ნივთიერებათა მოლეკულების ჰეტეროლიტურ გახლეჩას.

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

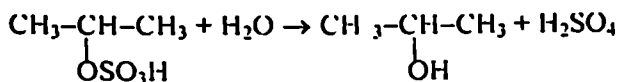
4. პიღრაგაცია. ოლეფინები კატალიზატორების თანაობისას იერთებენ წყალს და წარმოიქმნება სპირტები. რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად. კატალიზატორებად შეიძ-

ლება გაზოყენებული იქნას გოგირდმჟავა, თუთიის ქლორიდი და სხვა. გოგირდმჟავას თანაობისას ეს რეაქცია მიმდინარეობს ორ საფეხურად. პირველად სპირტზე მოქმედებს კონცენტრირებული გოგირდმჟავა და შეაღუდ პროლექტად გამოიყოფა გოგირდმჟავას რთული ეთერი:

მოდებულ ეთერზე წყლის შეშღოში მოქმედებით (ჰიდროლიზი)

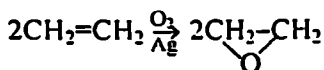


წარმოიქმნება ხელახლა გოგირდმჟავა და სპირტი

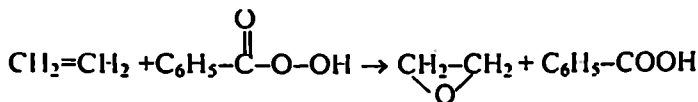


5. დაქანგვა. ოლეფინები იქანგებიან პაერის ქანგბადით ან სხვა დამქანგელებით. დაქანგვის მიმართულება დამოკიდებულია რეაქციის პირობებზე და დამქანგველის შერჩევაზე.

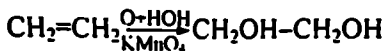
ა) ოლეფინები იქანგებიან პაერის ქანგბადით კატალიზატორის ვერცხლის თანაობისას და წარმოქმნიან ორგანულ ოქსიდებს (ციკლური მარტივი ეთერები ანუ ეპოქსიდები)



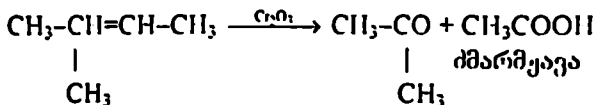
ანალოგიურად მოქმედებს აციკლური ჰიდროპენგები (პროლექციის რეაქცია)



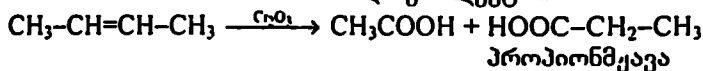
ბ) ოლეფინები ადვილად იქანგებიან კალიუმის პერმანგანატის განზავებული ხსნარით (ვაგნერის რეაქცია) ან იქანგებიან წყალბადის ზეკანის მოქმედებით კატალიზატორების (CrO_3 , H_2SO_4 და სხვა) თანაობისას და წარმოქმნიან ორატომიან სპირტებს:



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



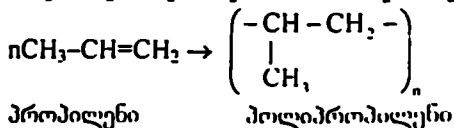
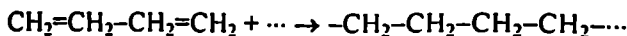
დიმეთილკეტონი



პროპიონმჟავა

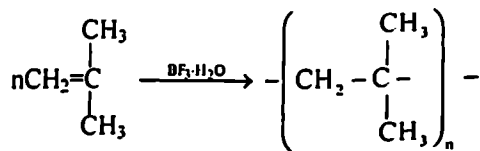
ეს რეაქცია ხშირად გამოიყენება ოლეფინების აგებულების დასადგენად.

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:



პროპილენი

პოლიპროპილენი



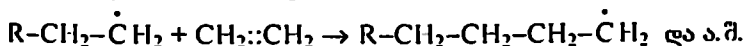
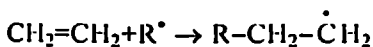
ბუთილენი

პოლიბუთილენი

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

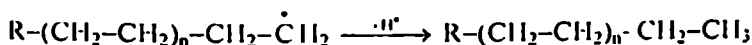
რადიკალური პოლიმერიზაციის აღძვრა ხდება ინიცირებით. ამ მთავარი ინიცირებენ პერიოქსიდებს, მაღალ ტემპერატურას, ლასხელებას და სხვ.

თუ პერიოქსიდის რადიკალს ავლანოწნავთ R' -ით, მაშინ კითხვის რადიკალური პოლიმერიზაცია შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



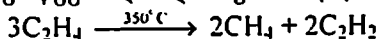
და ა.შ. ხდება ჯაჭვის ზრდა.

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 $350^\circ C$ -ზე იწყებს დაშლას მეთანად და აცეტილენად.



უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ეთილენი იშლება აცეტილენად და წყალბადად: $C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 + H_2$. იგი იწვევს უფრო კაშკაშა ალით, ვიდრე მეთანი. პაერთან წარმოქმნის ფეთქებად ნარევეს. ეთილენის მსილების სამრეწველო წყაროს წარმოადგენს გაზები, რომლებიც წარმოიქმნება ჩაფთობის ქიმიური გადაქმნაების შედეგად.

ეთილენმა დადი პრაქტიკული გამოყენება პიოა. იგი წარმოადგენს საწყის მასალას სინთეზური კაუჩუკის პლასტიკური მასების, ფეთქებადი ნივთიერებების წარმოებაში, სხვადასხვა ნახევარ-ნაწარმების მისაღებად. მისგან ლეპულობენ ეთილის სპირტს, ძმარ-

მევა ალდეპიდს, ძმარმეავს ეთილენის ჯანგს და სხვა ნივთიერებებს. ეთილენი გამოყენებულია აცეტილენის ნაცულად ავტოგენური შეღულებისათვის, აგრეთვე ხილის ნაადრევი დამწიფებისათვის.

პროპილენი ასევე მიიღება მრეწველობაში გაზებიდან. გამოიყენება უმთავრესად პოლიპროპილენის, იზოპროპილის სპირგის მისაღებად. უანასკენიდან მიიღება აცეტონი. აგრეთვე აკრილნიგრილი, გლიცერინი.

ბუთილენი ნორმალური აღნაგობით გამოიყენება ლაქისილის 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}

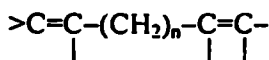
უმარტივესი წარმომადგენელი ამ რიგის ნაერთებისა არის ალენი $CH_2 = C = CH_2$, შემდეგი პომოლოგია $CH_3 - CH = C = CH_2$ მეთილალენი და ა.შ.

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

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

2. ნახშირწყალბადები კონეგირებული ანუ შეუღლებული ორმაგი ბმებით (ორი ორმაგი ბმა დაცილებულია ერთი მარტივი ბმით, მაგ: $>C=C=C<$ დიენილი და მისი პომოლოგები).

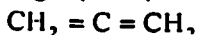
3. ნახშირწყალბადები იზოლირებული ორმაგი ბმებით /ორი ორმაგი ბმა დაკიდებულია ორი ან მეტი მარტივი ბმით. მაგ:



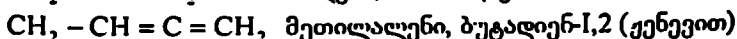
2.7.1. იზომერია ნომენკლატურა

ალკადიენების სახელწოდება სისტემატური ნომენკლატურით გამომდინარეობს შესაბამისი ეთილენური ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან, სუფიქსი “ენ”-ის “ადიენ”-ით შეცვლით. ორმაგი ბმების მდებარეობას აღნიშნავენ ციფრებით, ზოგიერთი დიენები სათემის შემონახულია ემპირიული ან ძველი რაციონალური დასახელება.

მაგალითად



ალენი, პროპადიენი



1,2-ბუტადიენი (IUPAC)

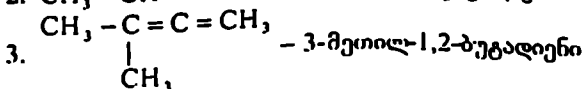
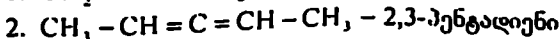
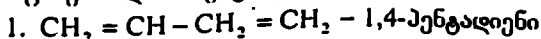
პირველ წევრს იზომერი არა აქვს, იზომერია იწყება მეორე წევრიდან (მეთილალენიდან) და მას აქვს ორი იზომერი, იზომერია განპირობებულია ორი გარემოებით: მოლეკულაში ორი ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობითა და ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აგებულებით.

მეთილალენის იზომერი იქნება:



1,3-ბუტადიენი

გარეხილობით პენტადიენის რამდენიმე იზომერი C_5H_8



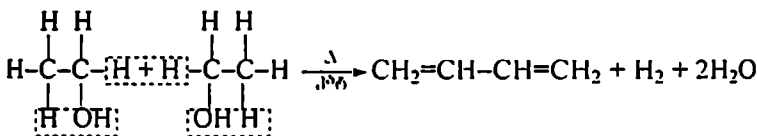


ლიენური ნახშირწყალბადებიდან ჩვენ შევისწავლეთ შეუღლე-ბულ, ანუ კონუგირებულ ორმაგ ბმის ნახშირწყალბადებს. რომ-ლებსაც განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ.

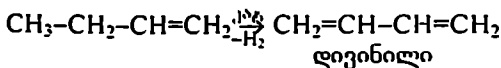
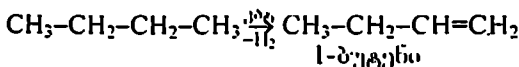
2.7.2. მიღების მეთოდები

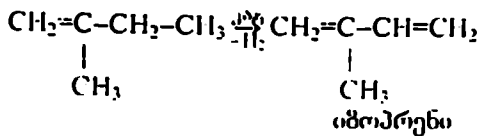
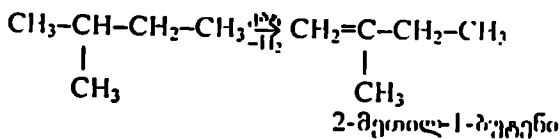
განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ლიენილისა და იზოპრენის სამრეწველო მასშტაბით სინთეზს, როგორც ძეირუასს მონომერს სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად. ამ მიმართულებით შე-მუშავებულია მრავალი მეთოდი, რომლიდანაც განვიხილავთ ზოგი-ერთ მათგანს:

1. ლიენილი მიიღება დიდი რაოდენობით ს.ვ.ლებედევის მეთო-დით, ეთილის სპირტს გაატარებენ გახურებულ ($400-500^{\circ}\text{C}$) კატა-ლიზატორზე ($\text{MgO}-\text{ZnO}$). ამ დროს ერთდროულად ხდება ეთილის სპირტის დეჰიდრირება და დეჰიდრატაცია, გამოსავალი 70%-ს შე-ადგენს. რეაქციის სქემა ასე შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ:



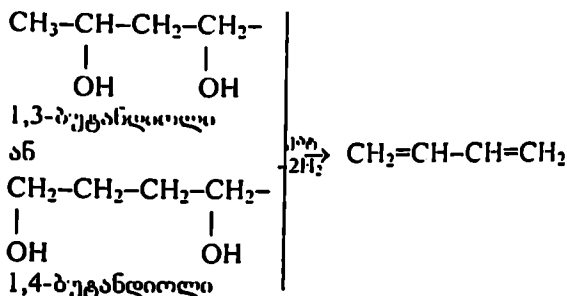
2. ლიენილი და იზოპრენი მიიღება ქრომის, ალუმინისა და რკო-ნის ეანგთა შემცველი კატალიზატორების თანაობისას, შესაბამისად ბუტანისა და იზოპენტანის დეჰიდრირებით:



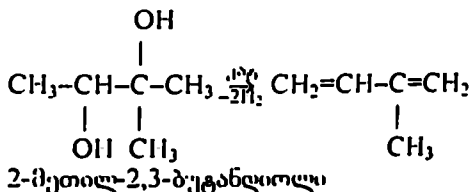


3. აღნიშნული ალკადიენები შეიძლება მივიღოთ აგრეთვე თრაგომიანი სპირტების დეჰიდრატაციით. კერძოდ:

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



ბ) იზოპრენი კი მიიღება 2-მეთილბუტანდიოლ-2.3-ის დეჰიდრატაციით:



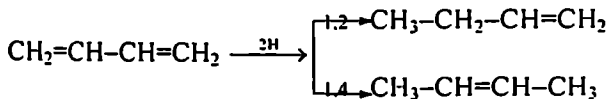
2.7.3. ფიზიკური თვისებები

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

2.7.4. შეუღლებული ორმაგბმიანი ალკადიენების აგებულება და ქიმიური თვისებები

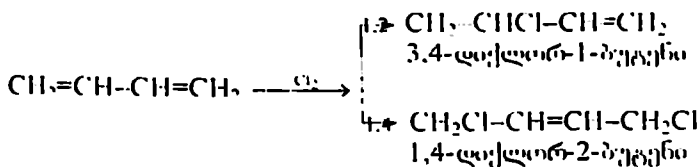
1,3 ბუტადიენის ოთხივე ნახშირბადი იმყოფება SP^2 ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაში, ამიტომ σ -ბმებისაგან წარმოქმნილი კუთხე 120° -ის ტოლია. ნახშირბადატომების ჩონჩხი იმყოფება ერთ სიბრტყეში, ხოლო შეუღლებული ორი π ბმა ქმნის საერთო ელექტრონულ ღრუბელს, რის გამოც მცირდება მარტივი ბმის სიგრძე C_2-C_3 ნახშირბადატომებს 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

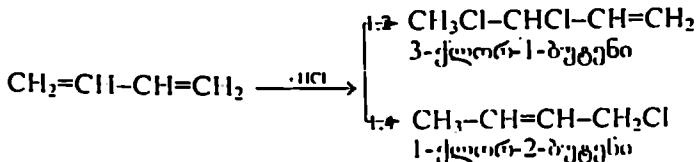


2. ჰალოგენირება. შეუღლებულ სისტემას ჰალოგენი ასევე უერთდება 1,2 და 1,4 მდგომარეობაში. 1,4 პროდუქტის გამოსაყოფი

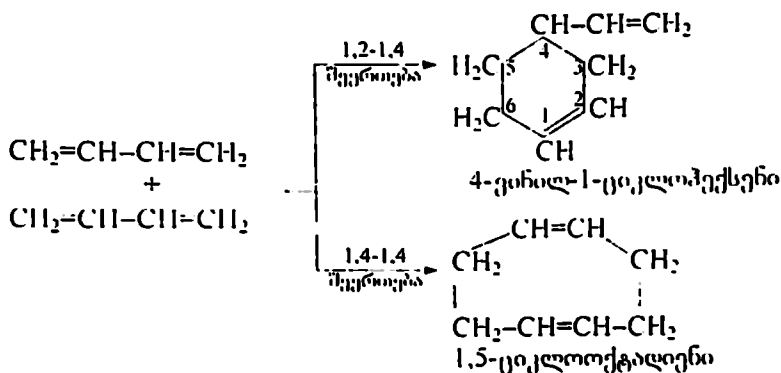
ლი დამოკიდებულია დიენური ნახშირწყალბადების აგებულებაზე. პალოგენის ბუნებაზე და რეაქციის პირობებზე. გემპერაგურის გაზრდით და ქლორიდან აოდისაქენ გადასვლისას 1,4 პროლექტის გაზრდა იმდენად.



3. ჰიდროჰალოგენირება. პალოგენწყალბადის შეერთება მიმდინარეობს იგივე კანონზომიერების მხედვით, რასაც ადგილი აქვს პალოგენის მიერთების დროს:



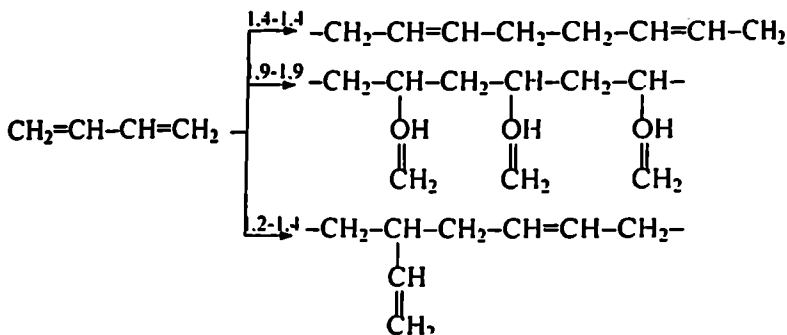
4. დიმერიზაცია. გაცხელებით დიენური ნახშირწყალბადების მოლეკულებს აქვთ უნარი შეერთდნენ ერთმანეთს -1,2 და -1,4 მდგომარეობაში



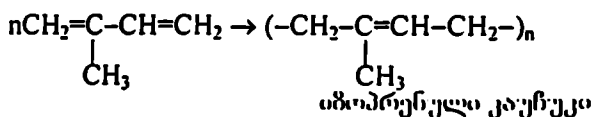
5. პოლიმერიზაცია. ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს რეაქციას წარმოადგენს დიენური ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაცია. კა-

ტალიზატორების: ტუტე შეტალების, მეტალორგანული ნაერთების და სხვათა თანაობით პოლიმერიზაციას მალალმოლეკულური 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. ლაიინილის პილიმერიზაციით მიიღება პოლიბუტადიენი.



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



დიდი მნიშვნელობა აქვს ღიენური ნახშირწყალბადების თანაპოლიმერიზაციას სხვა მონომერებთან – სტაიროლოთან, აკრილნიტრილთან და სხვა.

2.8. ალკინები (აცეტილენური ნახშირწყალბადები)

ალკინები ეწოდება ისეთი ნახშირწყალბადებს, რომლებიც თავიანთი მოლეკულაში შეიცავენ ერთ სამმაგ ბმას. ამ რიგის ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-2} . ემარტივის წარმოშადგენელა აცეტილენი $HC\equiv CH$ (ეთინი), შეძლეა პოლილოგია მეთილაკეტილენი $CH_3-C\equiv CH$ და ა.შ.

2.8.1. იზომერია, ნომენკლატურა

ალკინებში იზომერია განპირობებულია სამმაგი ბმის ადგილმდებარეობით და ნახშირბადოვანი ჯაჭვის განტოვით. იზომერია იწყება მესამე წევრიდან C_3H_4 და მას აქვს ორი იზომერი.

1. $CH_3-CH_2-C\equiv CH$ ეთილაკეტილენი ბუთინ-1 (ენეენი)
1-ბუგინი (IUPAC)

2. $CH_3-C\equiv C-CH_3$ – დიმეთილაკეტილენი, ბუთინ-2

C_3H_4 -ს აქვს სამი იზომერი

1. $CH_3-CH_2-CH_2-C\equiv CH$ – პროპილაკეტილენი, პენგინ-1

2. $CH_3-CH_2-C\equiv C-CH_3$ – მეთილეთილაკეტილენი, პენგინ-2

4 3 2 1
3. $CH_3-CH-C\equiv CH$ – იზოპროპილაკეტილენი 3-მეთილბუგინ-1
|
 CH_3

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

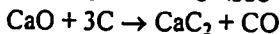
სისტემატური ანუ ენეის ნომენკლატურის მიხედვით მათი სახელწოდება გამოდინარეობს შესაბამისი ალკანების სახელწოდებიდან დაბოლოება “ან”-ის “ინ”-ით შეცვლით და სამმაგი ბმის მდებარეობა აღინიშნება ციფრით სიტყვის ბოლოს, ხოლო IUPAC ნო-

მენკლატურის მიხედვით ციფრი უნდა დაიწეროს სიგყვის წინ. ძირითადი ჯაჭვის დანომერა იწყება იმ კილურა ნახშირბადიდან, რომელთანაც სამმაგი ბმა ახლოსაა. მაგალითად, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH}$ ბუტინ-1 (ენენეით), 1-ბუტინი (IUPAC-ით), $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$ ბუტინ-2; 2-ბუტინი (IUPAC-ით).

აცეტილენურ ნახშირწყალბადებს არ ახასიათებთ ცის გრანჩაზომერია, რადგან მათი პოლულები სწორხაზობრივი კონფიგურაციისა.

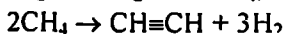
2.8.2. მიღების ხერხები

1. აცეტილენს სამრეწველო მასშტაბით ლებულობენ კალციუმის კარბიდე წყლის მოქმედებით. კალციუმის კარბიდი კი მიიღება კორისა და კოქსის შედნობით ელექტროლუმელში:



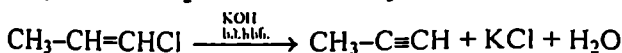
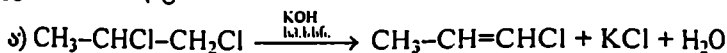
ამ გზით მიღებულ აცეტილენს არასასიამოვნო სუნი აქვს.

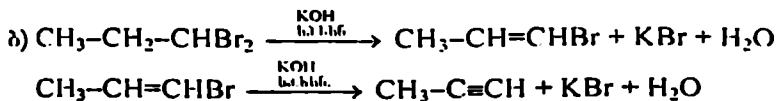
2. აცეტილენს მრეწველობაში ლებულობენ აგრეთვე პარაფინული ნახშირწყალბადების (მეთანის, ეთანის, ბუთანის) პიროლიზით:



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

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



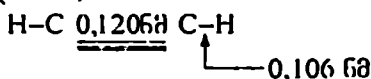


2.8.3. ფიზიკური თვისებები

აყეტილენი და მეთილაყეტილენი აირებია, შემდეგი პომოლოგები სითხეები, მაღალი წვერები მყარი ნივთიერებებია. აყეტილენური რიგის ნახშირწყალბადებს აქვთ დუღილის უფრო მაღალი ტემპერატურა, ვიდრე ნაჯერ ნახშირწყალბადებს, მაგალითად, პენტანი დუღს 36°C -ზე, პენტინი – 39°C -ზე. მნიშვნელობა აქვს სამმაგი ბმის მდებარეობას ნახშირბადოვან ჯაჭვში. მაგალითად, ბუტინ-1 დუღს $+8,5^{\circ}\text{C}$ -ზე, ხოლო ბუთან-2 $+27^{\circ}\text{C}$ -ზე.

2.8.4. ქიმიური თვისებები

ამ რიგის ნაერთების ქიმიური თვისებების განსაზღვრის დროს უნდა აღინიშნოს საიმამგი ბმის განსაკუთრებული თვისება. აყეტილენში ორივე ნახშირბადატომი იმყოფება SP ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. საიმამგი ბმიდან ერთი C-C ბმა არის σ ბმა, რომელიც წარმოქმნილია ნახშირწყალბადის SP ორბიტალების გადაფარვით, ორი SP ბმა ნახშირბადატომებს შორის წარმოქმნილია დარჩენილი წყვეილი p -ორბიტალების ერთიერთი პერპენდიკულარული გადაფარვით, ხოლო ნახშირბადა და წყალბადის ატომებს შორის σ -ბმა წარმოქმნილია წყალბადის s ორბიტალისა და ნახშირბადის SP -ორბიტალის ერთიერთგადაფარვით. ბმის სიგრძე აყეტილენში ნახშირბადატომებს შორის უდრის $0,120$ ნმ.



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

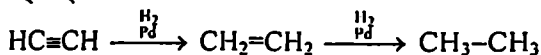
კჰ/მოლი).

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 თვისება 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 ატომგეული უფრო ადვილმისაწვდომია ნუკლეოფილური რეაგენტისათვის.

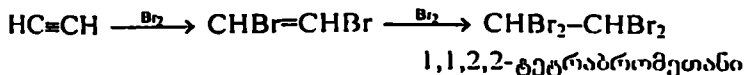
ამასთან აღსანიშნავია ისიც, რომ სამმაგბმიან ნახშირბადატომთან მდგომი წყალბადი ამჟღავნებს უფრო მკაფიურ ბუნებას, ვიდრე ეთილენური და აქეთ მეტალით ჩანაცვლების უნარი, რის შედეგად წარმოიქმნება შესაბამისი აცეტილენიდები, რაც აიხსნება C-H ბმის ძლიერი პოლარიზაციით.

2.8.5. შეერთების რეაქციები

1. **ჰიდრირება.** წყალბადის მიერთება ხდება კატალიზატორის თანაობისას. პირველად მიიღება ეთილენური რიგის, შემდეგ ნაჯური 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.

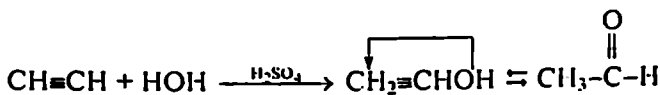


3. **ჰიდროჰალოგენირება.** ჰალოგენწყალბადის შეერთება აცეტილენურ ნახშირწყალბადთან ხდება უშუალოდ ან კატალიზატორების (CuCl_2 , HgCl_2) თანაობისას. მიიღება ეთილენური მონოჰალოგენწარმისა და ნაჯერი დიჰალოგენზანაცვლებული ნახშირწყალბადის ნარევი:



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 დაკულია მარკოვნიკოვის წესი, ხოლო რადიკალური მექანიზმით შეერთება საწინააღმდეგო მიმართულებით მიდის.

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

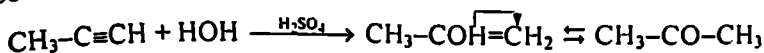


პირველად წარმოიქმნება უჯერი სპირტი, რომელსაც არამდგრადია, რადგან ჰიდროქსილი მდებარეობს ორმაგბზიან ნახშირბადატომთან. წარმოქმნისთანავე მოლეკულაში მიმდინარეობს გალაკოქსება (იზომერიზაცია) ამ გადაჯგუფებას ელკეიკოვის წესი ეწოდება. ჰიდროქსილის წყალბადი გადაადგილდება მეზობელ ნახშირბადატომთან, წყდება ეთილენური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

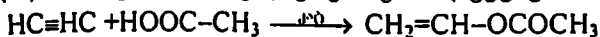
პირველი რეაქცია ამჟამად გამოიყენება სამრეწველო მასშტაბით აცეტალდეჰიდის მისაღებად.

როგორც აქვნიშნეთ აცეტილენის ჰომოლოგები წყალთან იმა-

ვე პირობებში წარმოქმნიან კეტონებს:



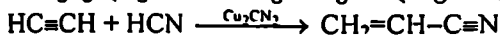
5. გმარმეავას მიერთება. აცეტილენი კატალიზატორების უერცხლისწყლის ან თუთიის მარილების თანაობისას იერთებს გმარმეავას და წარმოიქმნება რთული ეთერი ვინილაცეტატი:



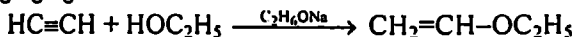
ვინილაცეტატი

ვინილაცეტატი წარმოადგენს მნიშვნელოვან მონომერს პოლივინილაცეტატის მისაღებად.

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

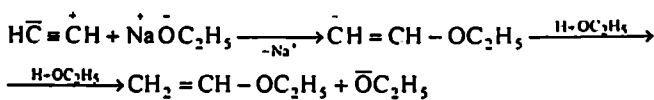


7. სპირტების მიერთება. ამ რიგის ნახშირწყალბადები უერთდებიან სპირტებს ალკოჰოლატების თანაობისას და წარმოქმნიან ვინილის ეთერებს:



ვინილეთილისეთერი

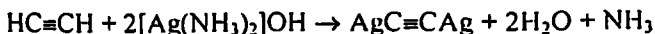
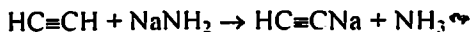
რეაქცია მიმდინარეობს გიპიური ნეკლეოფილური მიერთების მექანიზმით:



ანალოგიურად მიმდინარეობს მიერთება აცეტილენტან HCN-ის.

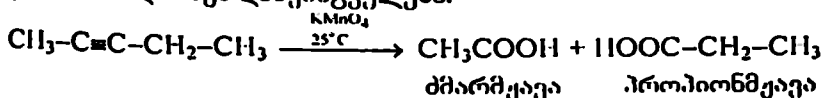
2.8.6. ჩანაცვლების რეაქციები

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



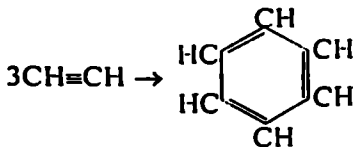
ვერცხლის აცეტილენიდი თეთრი ფერის ფუფქებადი ნივთიერებაა, ასეთივე გზით მიიღება წითელი ფერის ფუფქებადი ნივთიერება სპილენძის აცეტილენიდი.

2. დაჟანგვა. აცეტილენური ნახშირწყალბადები მსგავსად ეთილენური ნახშირწყალბადებისა იჟანგებიან. დაჟანგვის დროს სამმაგი ბმის ადგილზე ხდება მოლეკულის გახლეჩა და წარმოიქმნება კარბონიქაჟებუი. დაჟანგჟეჟებად იჟენებჟნ კალაჟემის პერმანჟონატს, იზონს და სხეა დაჟქანგჟეჟებს:

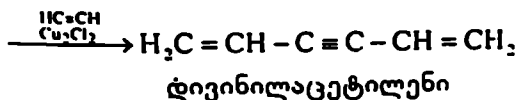
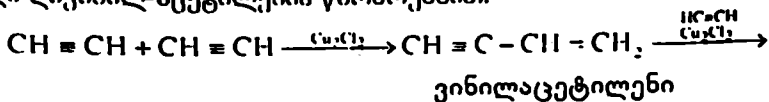


ალჟინების დაჟანგვის რეაქცია გამოიჟენება მათი აღნაგობის დასადგენად.

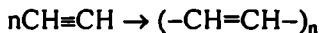
3. პოლიმერიზაცია. აცეტილენური ნახშირწყალბადები განიჟდიან პოლიმერიზაციას რამდენიმე მიმართულებით. მაგალითად 3 მოლეკულა აცეტილენი გააქტიჟებული ნახშირის მონაწილეობით 650°C-ზე პოლიმერიზდება ბენზოლად (ნ.გელინსკი, ბ.კაზანსკი) ან ჟმჟობესია კატალიზატორად გამოიჟენებული იქნას NiCO_2 , $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_2$ (ვ.რეჟე).



4. ერთჟალენტიანი სპილენძის მარილების თანაობისას მიმდინარეობს აცეტილენის ხაზოვანი პოლიმერიზაცია ეინილაცეტილენისა და დიჟინილ-აცეტილენის წარმოქმნით:



ამჟამად შემუშავებულია მეთოდი, რომლითაც შესაძლებელია აცეტილენის გარკვეულ პირობებში პოლიმერიზაციით, პოლიაცეტილენის მაღალმოლეკულური პოლიონების მიღება შემდეგი სქემის 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 ძმარმჟავაალდეჰიდი, რომლისგანაც ლებულობენ ეთილის სპირტს, ძმარმჟავას. აცეტილენიდან ლებულობენ დიქლორეთილენს, ტეტრაქლორეთილენს, დივინილს, ქლორვინილს. იგი გამოიყენება განათებისათვის, ავტოგენური შეღებებისათვის, 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.

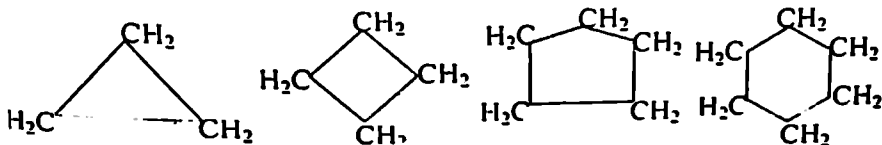
3.1. ალიციკლური ნაერთები

ნახშირბადატომისაგან შექმდგარი ჩონჩხი, რომლებშიც C ატომები იმყოფებიან sp^3 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, შეიძლება წარმოადგინოს არა მარტო ნორმალური ას განმეორებული 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 (ციკლოოლენებს), ციკლოალკადიენებს და ა.შ. მსგავსად ღია ჯაჭვიანი ნახშირწყალბადებისა არსებობს ალიციკლური ნახშირწყალბადების შესაბამისი პალოგენაწარმები, სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მჟავები და სხვა ნაწარმები.

3.1.1. ნომენკლატურა

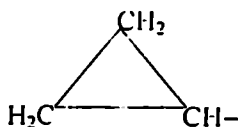
ქენევის ნომენკლატურისა და IUPAC წესის შესაბამისად ციკლოალკანების სახელწოდება გამოიყენება შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან თანესართი «ციკლოს» დართვით. მაგალითად: ციკლოპროპანი, ციკლობუთანი და ა.შ.



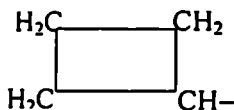
ძველი ნომენკლატურით მათი პოლიმეთილენებსაც ეწოდებენ. მაგ.: ტრიმეთილენი, პენტამეთილენი, ჰექსამეთილენი, ხუთ და ექ-

ვსწევრიან ციკლებს ნაფტენებსაც უწოდებენ, იგი დიდი რაოდენობით იქნა ნაპოვნი კავკასიის ნავთობში მარკოფსკოვის მიერ (ნაფტანავთობი).

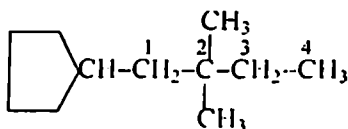
რადიკალების სახელწოდება ალციკლურ ნაერთებში იწარმოება სხვა ნახშირწყალბადების ანალოგიურად. მაგ., ციკლოპროპანის შესაბამის რადიკალს უწოდება ციკლოპროპილი,



ციკლობუთანის – ციკლობუთილი და ა.შ.

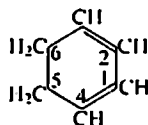
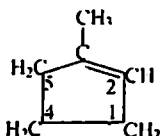
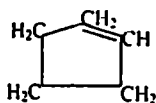


იმ შემთხვევაში, როდესაც გვერდითა ჯაჭვი დიდია, მაშინ ციკლოალკანი განიხილება როგორც რადიკალი ჩანაცვლებული ძირითად ჯაჭვში. მაგალითად:

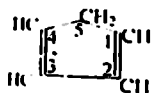


2,2-დიმეთილ-1-ციკლოპენტილუტანის

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



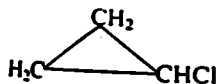
ციკლოპენტენი 1-მეთილ-1-ციკლოპენტენი 1,3-ციკლოპექსადიენი



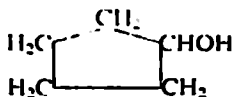
1,3 - ციკლოპენტადიენი

1,4 - ციკლოპენტადიენი

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



ქლორციკლოპროპანი



ციკლოპენტანოლი

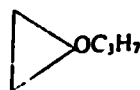
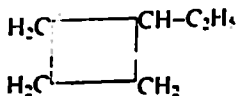
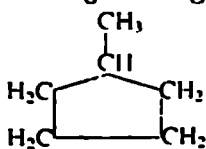
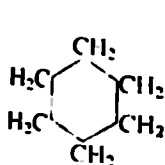


ციკლოპენტანონი

3.1.2. იზომერია

ალციკლურ ნაერთებს ახასიათებს სხვადასხვა სახის იზომერია, სტრუქტურული, კონფორმაციული, სტერეო, რომლებსაც განუხილავთ ქვემოთ ციკლოალკანების მაგალითზე. სტრუქტურული იზომერიის ფორმებიდან შეიძლება გაეარზიოთ:

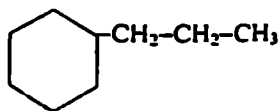
1. ბარათის იზომერია, მაგ:



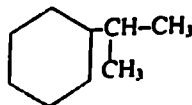
ციკლოპენტანი მეთილციკლოპენტანი

ეთილციკლოპროპანი პროპილციკლოპროპანი

2. გეომეტრიული იზომერია

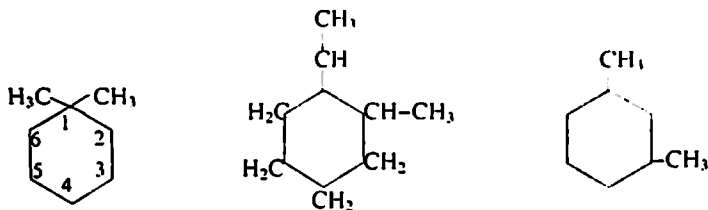


პროპილციკლოპენტანი



იზოპროპილციკლოპენტანი

3. ციკლში ჩამნაცვლებელთა მდებარეობის იზომერია

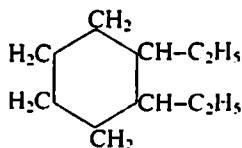
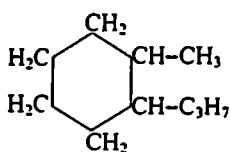


1,1-დიმეთილციკლოპექსანი

1,2-დიმეთილციკლოპექსანი

1,3-დიმეთილციკლოპექსანი

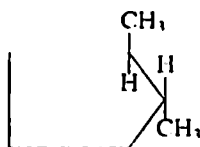
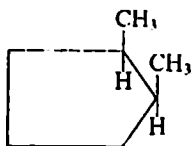
4. ჩამნაცვლებელთა ნახშირბადატომების რაოდენობით გამოწვეული იზომერია. მაგ.,



1-მეთილ-2-პროპილციკლოპექსანი

1,2-დიეთილციკლოპექსანი

ღიზანაცვლებულ ციკლოალკანებს ახასიათებთ გეომეტრიული ანუ ცისტრანს იზომერია. მაგალითად:



ცის-დიმეთილციკლოპენტანი

ტრანს-დიმეთილციკლოპენტანი

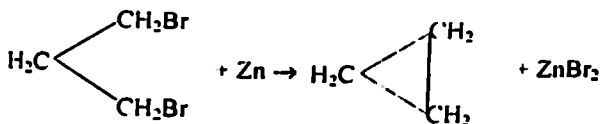
3.1.3. მილეების ხერხები

ალიციკლური ნახშირწყალბადების მილეების ზოგადი მეთოდები არ არსებობს.

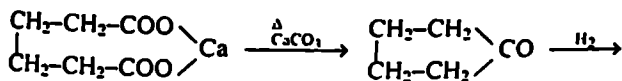
1.ციკლოპროპანი და მისი პოძოლოგები მიიღებიან 1,3 დიბრო-მალკანებზე მეტალური ნატრიუმის ან თუთიის ფხვნილის მოქმედუ-

ბით სპირტიან არეში. უკანასკნელის შეპტოხევევაში ნახშირწყალბადის გამოსავალი უფრო მეტია:

2. ხუთ და ექვსწვერიანი ალიციკლური ნაერთები მიიღებიან შე-

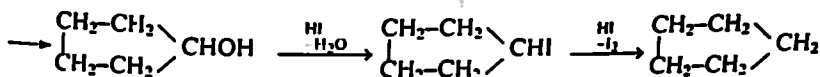


საბაზისი ორფუძიანი მჟავების კალციუმის ან ბარიუმის მარილების მშრალი გამოხდით. პირველად კეტონები მიიღებიან, რომელთა აღდგენით წარმოიქმნებიან ალიციკლური სპირტები. უკანასკნელთა შესაბამისი გარდაქმნით მიიღებიან ციკლოალკანები.



აღასნის მჟავის კალციუმის მარილი

ციკლოპენტანონი

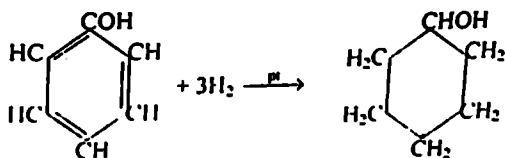
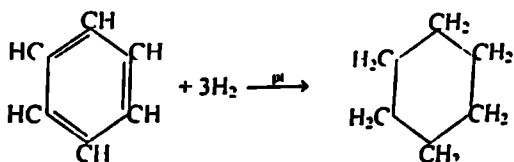


ციკლოპენტანოლი

ალიციკლოპენტანი

ციკლოპენტანი

3. ციკლოპექსანი და მისი ნაწარმები მიიღებიან ბენზოლისა და მისი ნაწარმების კატალიზური ჰიდრირებით, რომელთაც ცნობილია ლაროიმაგიზაციის რეაქციის სახელწოდებით:



ფენოლი

ციკლოპექსანოლი

3.2. ბაიერის ძაბვის თეორია

ბაიერის ძაბვის თეორიას საფუძვლად უდევს ნახშირბადატომის გეტრაედრული ატეხულობა. თავდაპირველად თვლიდნენ (ბაიერი), რომ ალიციკლურ სისტემაში ბირთვის წარმოქმნილი ყველა C-ატომი განლაგებულია ერთი სიბრტყეზე, აქედან გასომდინარეობდა, რომ საცალენტო კუთხე ციკლოპროპანში 60°C -ის ტოლია, ციკლოპუტანში 90°C -ის, ციკლოპენტანში 108°C , ციკლოექსანში 120°C . მაგრამ აღკანებში ნახშირბადატომებისათვის დამახასიათებელია გეტრაედრული კუთხე, რომელიც ტოლია $109^{\circ}28'$. ბაიერმა 1885 წელს გამოთქვა მოსაზრება, რომ, რაც უფრო მეტია ციკლში ვალენტური კუთხის გადახრა ნორმალური (გეტრაედრული) კუთხიდან, მით უფრო მეტად არის ნაერთი დაჭიმული (გეტრაედრული) და მით უფრო ნაკლებია იმ ციკლის მდგრადობა, მან წამოაყენა მოსაზრება, რომ ამა თუ იმ ციკლის დაძაბულობის საზომად ჩაითვალოს გეტრაედრული და ვალენტური კუთხეების სხვაობის ნახევარი -a სიდიდე, რომელიც გამოხატავს ნორმალური ვალენტური კუთხიდან გადახრას.

$$\begin{aligned} \triangle & a = \frac{109^{\circ}28' - 60^{\circ}}{2} = 24^{\circ}44' \\ \square & a = \frac{109^{\circ}28' - 90^{\circ}}{2} = 9^{\circ}44' \\ \text{pentagon} & a = \frac{109^{\circ}28' - 108^{\circ}}{2} = 0^{\circ}44' \\ \text{hexagon} & a = \frac{109^{\circ}28' - 120^{\circ}}{2} = -5^{\circ}16' \end{aligned}$$

მაშასადამე, გეტრაედრული კუთხის სიდიდესთან ყველაზე ახლოა ციკლოპენტანი, ამიტომ იგი მტკიცე სისტემას წარმოადგენს, ხოლო ყველაზე უფრო დაძაბული (არამტკიცე) სისტემაა ციკლოპროპანი. გამოთვლის თანახმად, ასევე ციკლოექსანიც ნაკლებად მდგრადია (დაძაბულია), ბაიერის ძაბვის თეორია ამ შემთხვევაში მიუღებელია.

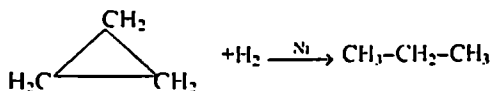
3.2.1. ფიზიკური თვისებები

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

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

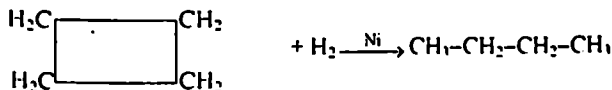
3.2.2. ქიმიური თვისებები

1. ჰიდრირება. დაბალი წვერები იერთებენ წყალბადს კატალიზატორის თანაობისას C-C ბმის გაწყვეტით და წარმოქმნიან შესაბამის პარაფინულ ნახშირწყალბადებს. ეს რეაქცია ადვილად მიმდინარეობს ციკლოპროპანის შემთხვევაში

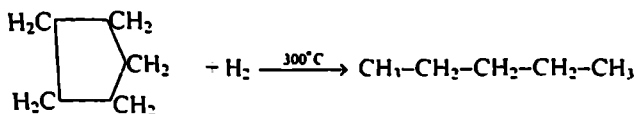


ციკლის ზომის გაზრდით რეაქციის სიჩქარე მცირდება და სთხოვს მაღალ ტემპერატურას. მაგალითად:

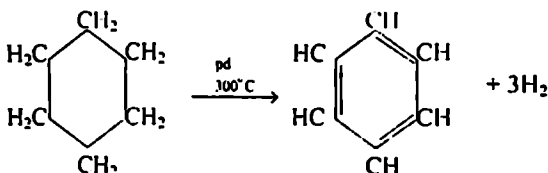
ბ) ციკლობუტანი იგივე კატალიზატორის თანაობით ჰიდრირდება 120°C -ზე და მიიღება ბუტანი



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



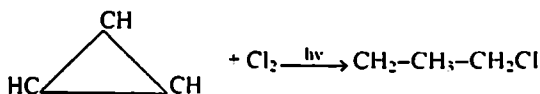
დ) ციკლოპექსანი იმავე პირობებში გაჩივლის ლკვიდრირებას ბენზოლის წარმოქმნის (არომატიზაცია)



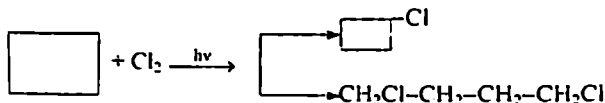
წარმოქმნილი წყალბადი თანდათან გამოჰყავთ რეაქციის არედან და რეაქცია შეუქცევადია. თუ წყალბადი რეაქციის სფეროდან არ იქნა გამოყვანილი, მაშინ რეაქცია შექცევადია.

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

ა) სამწვერიანი ციკლები ადვილად გარდაიქმნება ღია ჯაჭვიან ნაერთად. მიიღება 1,3 დიქლოროპროპანი:



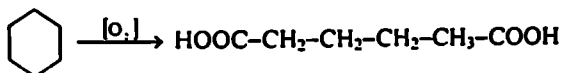
ბ) ციკლობუტანის შემთხვევაში ქლორის მოქმედებით მიიღება როგორც მიერთების, ასევე ჩანაცვლების პროდუქტები:



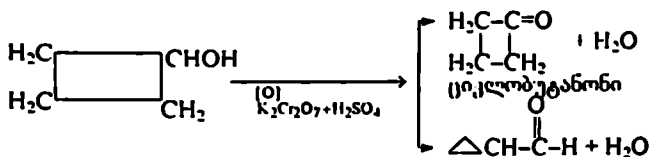
გ) ციკლოპენტანისა და ციკლოექსანის შემთხვევაში ადგილი აქვს მხოლოდ ჩანაცვლებელი პროდუქტის წარმოქმნას:


$$\triangle + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{Br}$$

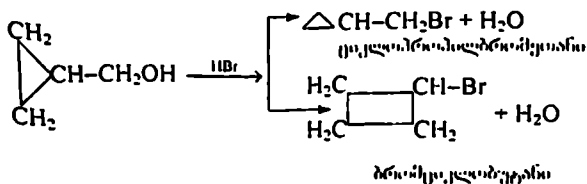
4. დაეანგვა. ძლიერი დამჩანგელები მოქმედებით მაღალ გემეერატურაზე ციკლოპარაფინები იეანგებიან და წარმოქმნიან ღია ჯაჭვიან ორუედიან მეაეებს. იმაეე ნახშირბადაგომების რუსე-ეით:



ა) რეაქციები, რომლებიც ციკლას შევიწროვებამდე მიდის, ქრომის ნარევიტ ციკლოუტანოლის დაჟანგვისას ციკლოუტენონთან ერთად წარმოიქმნება ციკლოპროპილქიანქველამჟავას ალდეჰიდი.



ბ) რეაქციები, რომლებიც ციკლის გაყარობამდე მიდის:



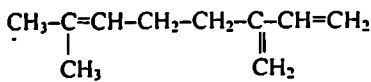
3.2.3. გერპენები

ალიციკლური ნაერთების რიგს მიეკუთვნება ბუნებრივი ნივთიერებების დიდი ჯგუფის მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომელთაც გერპენები ეწოდებათ. ამ ჯგუფის ნახშირწყალბადებს აქვთ ზოგადი ფორმულა $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, სადაც n ჩვეულებრივ 1-დან 8-მდეა. ნივთიერებებს ფორმულით $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ გერპენებს უწოდებენ, $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ -ს სესქვიგერპენებს, $\text{C}_{20}\text{H}_{32}$ -ს დიგერპენებს, $\text{C}_{30}\text{H}_{48}$ -ს ტრიგერპენებს, $\text{C}_{40}\text{H}_{64}$ -ს ტეტრაგერპენებს და ა.შ. ყველა ეს ნაერთები აგებული არიან ე.წ. "იზოპრენული წესის" მიხედვით. თითოეული ამ ნივთიერების მოლეკულა შეიძლება დაყოფილი იქნას იზოპრენის n რაოდენობის ფრაგმენტად. ამდენად ნატურალური კაუჩუკი წარმოადგენს პოლიგერპენებს.

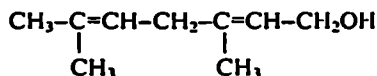
ყველა ჯგუფის გერპენული ნახშირწყალბადებიდან შეიძლება მიღებულ იქნას სპირტები, კარბონილური ნაერთები და ა.შ. გერპენები, სესქვიგერპენები და დიგერპენები წარმოადგენენ სხვადასხვა მცენარეული ზეთების შემადგენელ ნაწილს და განაპირობებენ მათ სუნს.

საკუთრივ გერპენები იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად: ა.ალიფატური, 2.მონოციკლური, 3.ბიციკლური და 4.ტრიციკლური გერპენები.

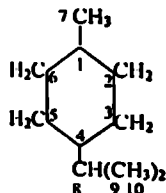
1.ალიფატური გერპენები. ალიფატურ გერპენის წარმოადგენს მაგ. ნახშირწყალბადი მირცენი, რომელიც არის სვიის შემადგენლობაში:



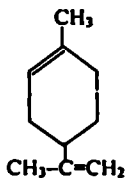
ასევე სპირტი გერანიოლი, რომელიც შედის ვარდის ზეთში და აქვს ვარდის სუნი.



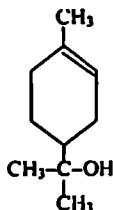
2. მონოციკლური ტერპენები. მონოციკლური ტერპენები შეიძლება განხილულ იქნას როგორც ნახშირწყალბად მეთანის ნაწარმები, ამიტომ ისინი იწოდებიან მენთანის რიგის ტერპენებად:



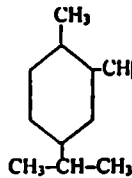
მეჩიენი



ლაიმონენი



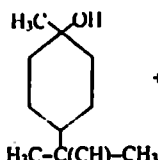
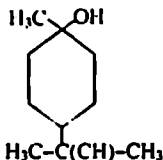
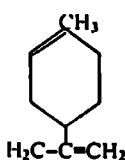
α-ტერპინი



მენტენი

ტერპენების ამ ჯგუფიდან ბუნებაში განსაკუთრებით გავრცელებულია ნახშირწყალბადი ლიმონენი, სპირტი ტერპინოლი და მენტოლი. ლიმონენს აქვს ასიმეტრიული ნახშირბადის ატომი (აღნიშნულია ვარსკვლავით), ამიტომ არსებობს d და l იზომერების სახით. d ლიმონენი შედის ლიმონის ზეთში, l – ლიმონენი კი წიწვოვანების ზეთებში.

ლიმონენის ჰიდრაგაციით ლებულობენ ორაგომიან სპირტს ტერპინს, რომელიც კრისტალდება მოლექულა წყალთან (ტერპინ-ჰიდრატი):



+ H₂C

ტერპინჰიდრატი გამოიყენება მედიცინაში.

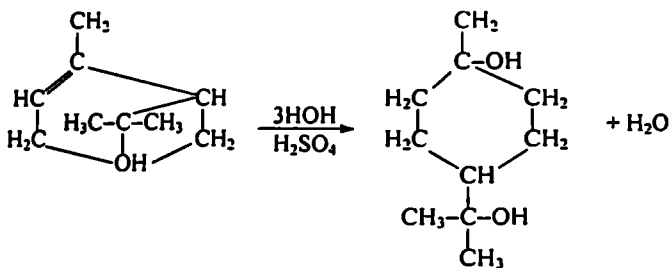
პიტენის ზეთში შედის მედიცინაში და კუების მრეწველობაში გამოიყენებული მენტოლი, რომელსაც პიტენის სუნი აქვს.

3. ბიციკლური ტერპენები. ბიციკლური ტერპენები იყოფიან სამ

ჯგუფად: კარანის, პინანის, ბორნანის.

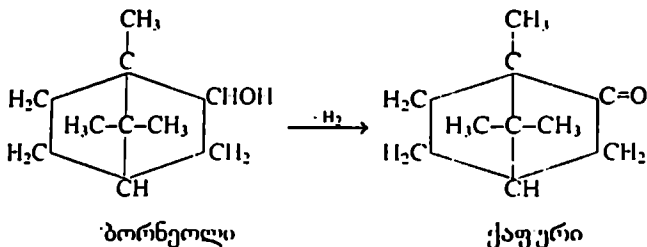
კარანის ჯგუფის ბიციკლური ტერაპეუტები არ განისილებიან.

პინანის რიგის ჯერპენები წარმომადგენელია ჩახშირწყალბადი. პინენი - სკიპიდარის ძირითადი შემაღლებული ნაწილი. სკიპიდარს იღებენ წიწვოვანი ტყეწარეების ფისის გაბოსდით, რის შემდეგ დარჩენილ ნაშთს კანიფოლი ეწოდება. სკიპიდარი გამოიყენება როგორც გამხსნელი, ასევე როგორც გერპინპიდრატის და ქაფურის მისაღები ნედლეული. გოგირდბქავის ბოქმელებით პინენი იძლევა გერპინპიდრატს:



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

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



ქიმიურ გარდაქმნებში ქაფურს ისეთივე მოქმედება აქვს, როგორც ჩვეულებრივ კეტონს. ქაფური გამოიყენება ცელულოზის წარმოებაში - როგორც ღენთის სტაბილიზატორი, ხოლო მედიცინაში როგორც დაავადების სამკურნალო საშუალება.

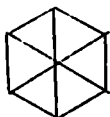
4.1. არომატული ნახშირწყალბადები (არენები)

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 სერნიელიუანი ნივთიერებები/ორგანული ნაერთების სხვა კლასშიც გვხვდება.

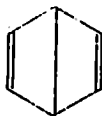
არომატული ნაერთების შემდგომში შესწავლამ მეცნიერები მიიყვანა იმ დასკვნამდე, რომ ამ ჯგუფის ნაერთებს საფუძვლად უდევს ნახშირწყალბადი ბენზოლი. დადგენილ იქნა, რომ ბენზოლს შეესაბამება მოლეკულური ფორმულა C_6H_6 . ბენზოლის აგებულების შესახებ მეცნიერთა შორის დიდი ხნის განმავლობაში კამათი მიმდინარეობდა. მისი აღნაგობის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

ა.კეკულესაგან განსხვავებით ბენზოლისათვის მკვლევარების

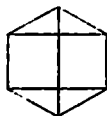
მიერ მოწოდებული იქნა სხვადასხვა სტრუქტურული ფორმულა:



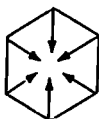
კლაუსის დიაგონალური დიუარის ფორმულა (1867წ.)



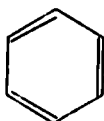
(1867წ.)



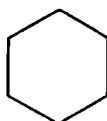
ლადენბურგის პრიზმული ფორმულა (1869წ.)



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

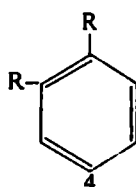
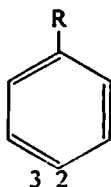
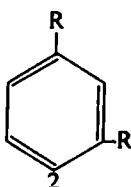
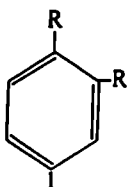


კეკულეს ფორმულა



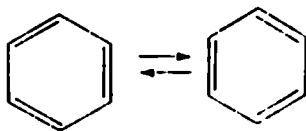
თილეს ფორმულა (1889წ.)

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



პირველ ფორმულაში ჩანაცვლებულები ღვანან იმ აგომებთან: რომელთა შორის მარტაცი ბპაა, სოლო მეთოთხე ფორმულაში - სადაც ორმაგი ბპაა. ამიგომ პირველი და მეოთხე გიპის ნაერთები ერთმანეთისაგან უნდა განსხვავდებოდეს, სინამდვილეში კი ერთი და იგივეა, რაც შეუთავსებელია კეკულეს ფორმულასთან. ამის ასახსნელად ა.კეკულემ წამოაყენა ოსცილაციის ჰიპოთეზა, რომ-

ლის მიხედვითაც ბენზოლში ბმები არ არიან ფიქსირებული. ისინი განიცდიან სწრაფად მონაცვლეობას (მიგრაციას):

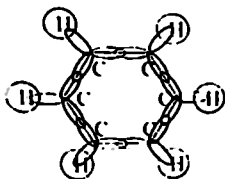


თუ მხელეღვარაობაში მივიღებთ აღნიშნულ ჰიპოთეზას, მაშინ, ცხადია, პირველი და მეორე ფორმულა ერთი და იგივეა.

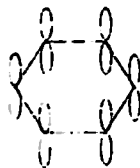
გარდა აღნიშნულისა, კეკულეს «ბენზოლი» წარმოადგენს რა 1,3,5 ციკლოპექსატრენს, მას უნდა ჰქონდეს უჯერი ბუნება. კეკულეს სტრუქტურულ ფორმულას არ შეუძლია ახსნას, ბენზოლი რატომ შედის ძნელად მიერთების რეაქციებში, რატომ არის მდგრადი დამჟანგველების მიმართ და ა.შ. რატომ არ ამჟღავნებს უჯერი ნახშირწყალბადების თვისებებს. 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 ეთქვას, რომ ბენზოლი არ წარმოადგენს ციკლოპექსატრენს და ამიგომავ, 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 გრიგონალურ - sp^2 ჰიბრიდიზებულ მდგომარეობაში.



C-ატომების პიბრიუდული
σ ორბიტალები ბენზოლის
მოლეკულაში



2P ორბიტალები
ბენზოლის მოლეკულაში

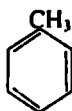
თითოეულ C-ატომთან დარჩენილი 2P ორბიტალი, რომელიც ბენზოლის მოლეკულის მიმართ პერპენდიკულარულ მდებარეობაში იმყოფება, წარმოქმნის არა სამ π -ბმას, არამედ ერთ გაერთიანებულ π -ბმას, (საერთო ელექტრონულ ღრუბელს), რის გამოც ყველა C და H ატომები გოლფასოვანია. ბენზოლის ასეთი აღნაგობა განსაზღვრავს მის განსაკუთრებულ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

სიმარტივისათვის ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულა ასე გამოისახება:

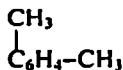


4.2. ბენზოლის ჰომოლოგები. იზომერია და ნომენკლატურა

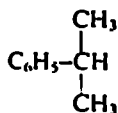
ბენზოლისა და მისი უშუალო ჰომოლოგების ზოგადი ფორმულა C_nH_{2n-6} ამ რიგის ნახშირწყალბადების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია: C_6H_6 , C_7H_8 ანუ $C_6H_5-CH_3$ ტოლუოლი, რომელსაც შეესაბამება აგებულება



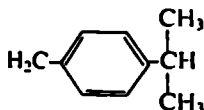
C_8H_{10} შეესაბამება ოთხი იზომერი $C_6H_5-C_2H_5$ ეთილბენზოლი



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



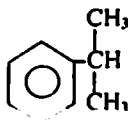
იზოპროპილბენზოლი (კუმოლი)



პ-მეთილიზოპროპილბენზოლი (ციმოლი)

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

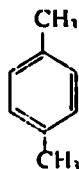
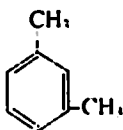
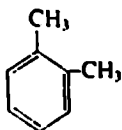
ბენზოლის ზოგიერ მონოჩანაცვლებულს აქვს გრევიალური სახელწოდება, რაც მიღებულია IVPAC-ის ნომენკლატურითაც. მაგალითად, მეთილბენზოლი იწევა ტოლუოლი, იზოპროპილბენზოლი - კუმოლი და ა.შ.



იზოპროპილბენზოლი (კუმოლი)

ბენზოლის მონოჩანაცვლებულს იზომერი არ აქვს.

ბენზოლის დიჩანაცვლებულს აქვს სამი აზომერი (ო), მეტა(მ) და პარა (პ). თუ ჩანაცვლება მეზობელ ნახშირბადატომთანაა ეწოდება ოროო იზომერი, თუ ჩანაცვლება ერთი C-ატომის გაშტოტოვებითაა - მეტაიზომერი, ხოლო თუ ორი ნახშირბადატომითაა ერთმანეთისაგან დაშორებული - პარაიზომერი.



1,2 - დიმეთილბენზოლი

1,3 - დიმეთილბენზოლი

1,4-დიმეთილბენზოლი

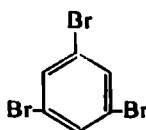
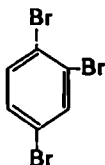
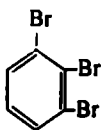
ო-ქსილოლი

მ-ქსილოლი

პ-ქსილოლი

დიმეთილბენზოლები წარმოადგენს ორ სხვადასხვა წესით. ერთ შემთხვევაში ენომრად C-ატომებს. დანომრება დაწყებული C-ატომიდან, რომელთანაც ერთ-ერთი ჩანაცვლებულია. ეაგრძელებთ მეორე ჩანაცვლებულისაკენ. მაგ. 1,2 - დიმეთილბენზოლი, 1,3 - დიმეთილბენზოლი, 1,4-დიმეთილბენზოლი. დიმეთილბენზოლს აქვს გრივალური სახელიც - ქსილოლი. ამიტომ მას აგრეთვე ასე წაეიკითხათ ო-ქსილოლი, მ-ქსილოლი, პ-ქსილოლი.

ბენზოლის სამ ჩანაცვლებულსაც აქვს სამი იგომერი:



მომიზნავე კრამბრამბენზოლი

1,2,3 - კრამბრამბენზოლი

არასიმეტრიული

კრამბრამბენზოლი

1,2,4 - კრამბრამბენზოლი

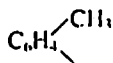
სიმეტრიული კრამბრამბენზოლი

1,3,5 - კრამბრამბენზოლი

არომატული რიგის ნახშირწყალბადების რადიკალებს ეწოდებენ არილებს და აღნიშნავენ "Ar" -ით. სახელწოდება არილი წარმოდება არენისაგან.

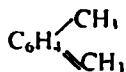
ბენზოლის ერთეალებიანი ნაშთის C_6H_5 - ფენილი ეწოდება, ბენზოლის ორეალებიანი ნაშთის C_6H_4 - ფენილილი.

გოლუოლის რადიკალს როდესაც ბირთვს აკლავს ერთი წყალბადგომი



გოლილი ეწოდება, ხოლო მეტილის აცეფილიანი ერთი ან ორი H

აგომის ჩამოცილებით მიიღება შესაბამისად ერთჯალენტიანი რადიკალი $C_6H_5-CH_2$ -ბენზილი და ორჯალენტიანი $C_6H_5-CH_2-CH_2-$ ბენზილ-დილინი. ქსილოლის რადიკალს ქსილოლი აქვია



4.3. არომატული ნახშირწყალბადების მიღება

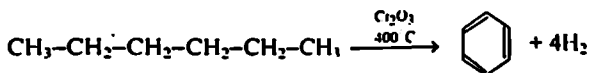
არომატული რიგის ნახშირწყალბადების მიღების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქვანახშირის ფისი, რომელიც ქვანახშირის მშრალი გამოხდით მიიღება. ქვანახშირის ფისის მშრალ გამოხდას აწარმოებენ სხვადასხვა წნევაზე და ტემპერატურაზე. მიიღება სხვადასხვა ფრაქციები.

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

1. ბენზის ელფომეჟანაგრიემის მარილის შეღებვით ტუტესთან:



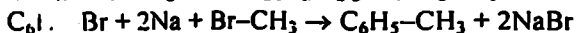
2. პარაფინელი ნახშირწყალბადების კატალიზური არომატიზაციით. ეს რეაქცია აღმოაჩინეს საბჭოთა ქიმიკოსებმა ნ.ბელინსკიმ, ბ.კაზანსკიმ და სხვებმა. ამ რეაქციის დროს კატალიზატორის გაუქვნილი ალკილი აქვს პარაფინული ნახშირწყალბადების დეჰიდროციკლიზაცია:



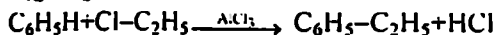
3. სამი მოლეკულა აცეტილენის პოლიმერიზაციით (ტრიმერიზაციით) მიიღება ბენზოლი.

4. ბენზოლის პომოლოგების მიღების მნიშვნელოვან მეთოდს

წარმოადგენს ეთერ-ფიტივის სინთეზი. არომატულ და ცხიმოვანი რიგის პალოგენაწარმების ნარევეზე მეტად ნატრიუმის მოქმედება:



5. ბენზოლი. ჰომოლოგების მსაღების მნიშვნელოვან რეაქციას წარმოადგენს აგრესიუი ფრიდელ-კრაფტისი სინთეზი. ამ რეაქციის დროს არომატული ნახშირწყალბადების ალკილირება ხდება პალო-გენალკილით ალუმინქლორიდის თანაბრებით:



4.3.1. ფიზიკური თვისებები

ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები წარმოადგენენ დამახასიათებელი სუნის, უფრო სითხეებს. წყალში არ იხსნებიან. იხსნიან ორგანულ გამხსნელებში, თვითონაც არიან საუკეთესო ორგანული გამხსნელები. მათი ორიქლასი ხშირად ჩასუნთქება მოწამელას სწვევს, აქეთ უფრო მაღალი დუილის ტემპერატურა, ვიდრე შესაბამის ნაჯერ ნახშირწყალბადებს. დუილის ტემპერატურა განსხვავდება იზომერულ ნაერთებშიც. მაგალითად, ორთოიზომერებს უფრო მაღალი დუილის ტემპერატურა ($144,4^{\circ}C$) აქეთ, ვიდრე პარიზომერს ($138,4^{\circ}C$). მნიშვნელობა აქვს გვერდით ჯაჭვში რადიკალის აგებულებასაც. ლლობის ტემპერატურის მხრივ ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები დიდად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. სიმკვრივე არომატულ ნახშირწყალბადებს უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე ალიფატურ და ალიციკლურ ნახშირწყალბადებს.

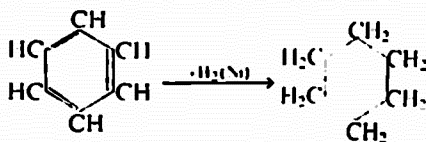
4.3.2. ქიმიური თვისებები

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

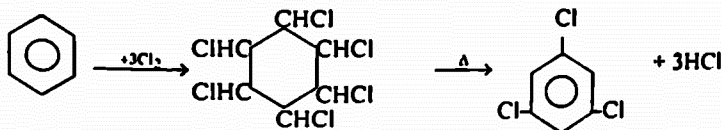
მიმართ.

1. შეერთების რეაქციები:

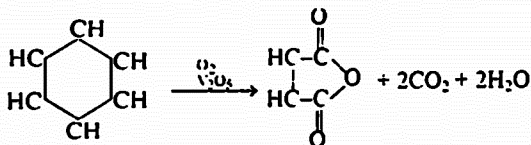
ა) მაღალ ტემპერატურაზე კატალიზატორის (Ni, Pt) თანაობისას ბენზოლი იერთებს წყალბადს და წარმოიქმნის ციკლოჰექსანს



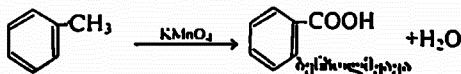
ბ) ბენზოლი მზის სხივების გავლენით იერთებს ჰალოგენებს: ქლორს და ბრომს - ჯერ წარმოიქმნება პექსაჰალოგენიდი, ქლორის მიერთების შემთხვევაში პექსაქლორიცკლოპექსანი, რომელიც შემდეგ გახურებით კარგავს სამ მოლეკულა HCl და გარდაიქმნება სიმეტრიულ გრიქლორბენზოლად:



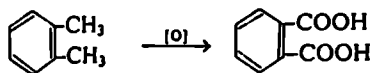
2. დაჟანგვა. ბენზოლი დაბეანგველების მიმართ (კალიუმის პერმანგანატი, ამოგმეაუა, ქრომის გრიოქსიდი და სხვა) ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე მდგრადია, მაგრამ კატალიზატორის V_2O_5 თანობით იგი იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით, იხლიჩება ბენზოლის ბირთვი და წარმოიქმნება მალეინიჩეაჟის ანჰიდრიდი:



ბენზოლის პომოლოგეჟი ჩვეულებრივ დაბეანგველებით იჟანგებიან და გეაძლევენ არომატულ მეაეებს.



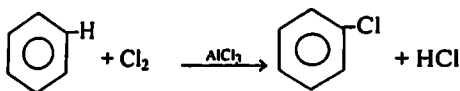
ქსილოლის დაენგვით ორფუძიანი არომატული მჟავა წარმოიქმნება:



ფტალის მჟავა

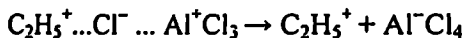
3. ჩანაცვლების რეაქციები. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, არომატული ნაერთებისათვის დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია პალოგენირება, ნიტრირება, სულფირება, ალკილირება, აცილირება.

ა) პალოგენირება. ბენზოლზე პალოგენირების მოქმედებით კატალიზატორების (უწყლო ალუმინის ქლორიდი, FeCl_3) თანაობისას მოხდება პალოგენის ჩანაცვლება ბირთვში:



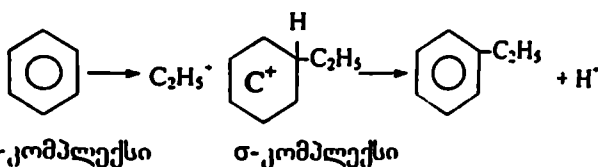
ქლორბენზოლი

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

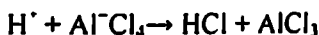


დადებითად დამუხტული რეაგენტი (ელექტროფილური ნაწილაკი) ეჯახება არომატული ნაერთის π -ელექტრონულ სისტემას და ჯერ მიიღება π -კომპლექსი, რომლიდანაც შემდეგ წარმოიქმნება სტაბილური არაარომატული σ -კომპლექსი. ელექტროფილური ნაწილაკი მიიზიდავს π - ელექტრონებიდან ორ ელექტრონს, დარჩენილი 4π ელექტრონი დელოკალიზებულ 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 სხვადას-

ხეა მეთოდით. განსაკუთრებით სპექტროსკოპიით:

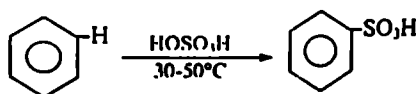


შესდეგ ეტაბზე σ -კომპლექსის წყალბა პრიოტონი, რიზლის ალ-
გაღს იქერს ელექტროფილური ნაწილაკი და მისილბა ჩანაკელბუ-
ლი არიზმატული ნაერთი:



შეზღოში ნიგრირება უფრო ძნელად მიმდინარეობს მაღალ
ტემპერატურაზე და წნევაზე, მიილება მ-დინიგრობენზოლი, შემდეგ
ნიგრირება უფრო ძნელად მიმდინარეობს ტრინიგრობენზოლის
წარმოქმნით.

გ) სულფირება. ანალოგიურად მიმდინარეობს სულფირების რე-
აქცია, იქუ ბენზოლზე ეიმიოქმელებტ ჭარბი მბოლაეი გოგირდმეა-
ეით:

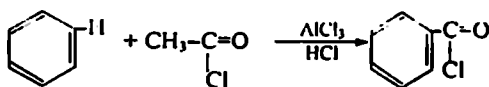


ბენზოსულფომეკაა

დ) ალკილირება. არიზმატულ ნაერთთა ალკილირებას ახორცი-
ელებენ ფრიდელ-კრაფტის რეაქციით (იხ. მილების ხერხები).

ე) აცილირება. აცილირებას ახორციელებენ ორგანულ მეკაეტა
პალოგენანჰიდრილებით ან ანჰიდრილებით. კატალიზატორად ამ
შემთხვევაშიც გამოიყენება უწყლო AlCl_3

აცილირების რეაქციის მექანიზმი იგივეა, რაც ალკილირების
რეაქციის მექანიზმი:



მეთილფენილკეტონი

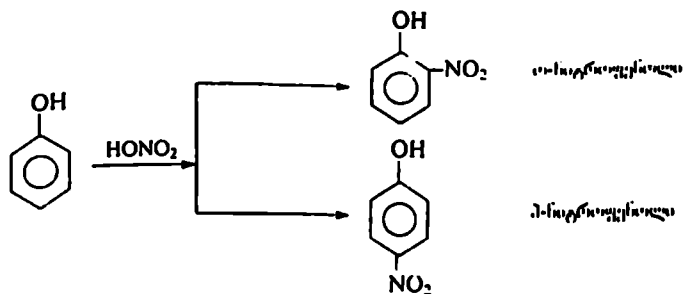
4.4. ჩანაცვლების წესები ბენზოლის ბირთვში

როგორც ცნობილია, ბენზოლის მოლეკულა სიმეტრიულია და ყველა C-ატომი და H-ატომი გოლფასია, მაგრამ ჩამნაცვლებლის შეყვანის დროს ბირთვში ირლუეეა სიმეტრია π – ელექტრონული ღრუბლისა და ელექტრონული ღრუბლის სიმეტრიე აღმოჩნდება მეტი ორთო, პარა ან მეტა მღებარეობაში. ე.ი.ბირთვში ჩამნაცვლებლის არსებობის დროს მეორე ჩამნაცვლებლის მღებარეობა პირველი ჩამნაცვლებლის ბენებაზეა დამოკიდებული, იგი "აორიენტირებს" მეორე ჩამნაცვლებლის შესელას ბირთვში. ყველა ჩამნაცვლებელს მაორიენტირებელი ბენების მისეღეით ყოფენ ორ ჯგუფად – პირველი და მეორე რიგის ჩამნაცვლებლებად.

პირველი რიგის ჩამნაცვლებლებს მიეკუთნება: $-\text{OH}^+$, $-\text{NH}_2$, $|\text{HR}$, OR , $-\text{NHCOR}$, $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{C}_3\text{H}_7$ (ყველა რადიკალი) რომლებიც იწვევენ ბირთვის აქტივაციას და აღვიღმოძრავს ხლიან ორთო და პარა მღებარეობაში მყოფ H-ატომებს. ამავე რიგს მიეკუთნება პალოგენები, რომლებიც იწვევენ ბირთვის დეაქტივაციას და აძნელებენ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციების მიმდინარეობას. I რიგის ჩამნაცვლებლებს აგრეთვე ორთო და პარა-მაორიენტირებლები ეწოდებათ.

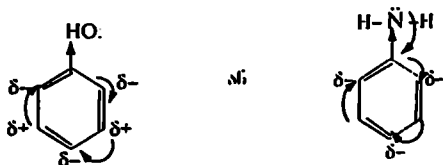
მეორე რიგის ჩამნაცვლებლებია: NO_2 , SO_3H , CHO , COR , COOR , COOH , CN , რომლებიც მსგავსად პალოგენებისა, იწვევენ ბირთვის დეაქტივაციას, განსაკუთრებით ორთო და პარა – მღებარეობაში და შედარებით ნაკლებ გაელენას ახდენენ მეტა-მღებარეობაზე, მათ აგრეთვე მეტა-მაორიენტირებლები ეწოდებათ.

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



როცა ბირთვში დგას მეორე რიგის ჩამნაცვლებული, ელექტროფილურ ჩამნაცვლებულს მეტა-მდგომარეობაში აგზავნის.

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

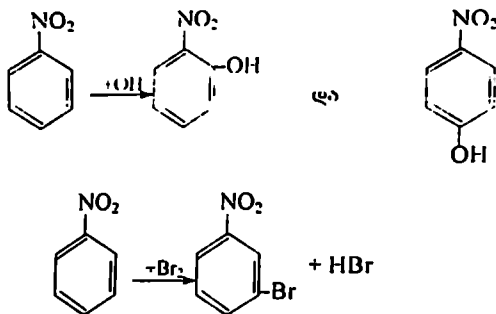


ამ შემთხვევაში, ცხადია, ელექტროფილური ნაწილაკი მიემართება ორთო და პარა მდებარეობაში, ხოლო ნუკლეოფილური ნაწილაკი მეტა მდებარეობაში.

განიხილოთ ბენზოლის წარმოებულები, რომლებიც შეიცავენ მეორე რიგის ჩამნაცვლებლებს – მეტა მჟორიენტირებლების: მაგალითად ბენზოქსიკა და ნიტრობენზოლი.

ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე ჩამნაცვლებლის ელექტროაქტუალორული 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 ნაწილაკი მიემართება ორთო და პარა მდებარეობაში.

ლეოფილური 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

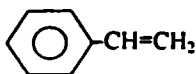
ბენზოლი – უფრო სითხეა, დამახასიათებელი სუნიტ, ღუღს 80°C-ზე. ლღვება 5,4°C-ზე. ბევრი ორგანული ნაერთის კარგი გამხსნელია. გამოიყენება პლასტიკური მასალების, საღებარეობის, სინთეზური ბოჭკოების, ასაფეთქებელი მასალების დასამზადებლად და მრავალი არომატული ნაერთის მისაღებად.

ტოლუოლი. სითხეა დამახასიათებელი სუნიტ. ღუღს 110,6°C-ზე. გამოიყენება ასაფეთქებელი ნივთიერებების (ტრინიტროტოლუოლი) ბენზალდეჰიდის, ქლორბენზოლის დასამზადებლად, იყენებენ როგორც გამხსნელს.

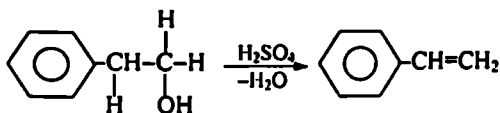
ქსილოლები – უკანასკნელ წლებამდე ლაბორატორიულ პრაქტიკაში და ტექნიკაში გამოიყენებოდა ქსილოლების სამივე იზომერის ნარევი, რომლებიც მიიღება ქვანახშირის ფისის გამოხდით, იყენებენ როგორც გამხსნელს და როგორც კომპონენტს მოცხორის სათბობისათვის. უკანასკნელ წლებში მძლავრად იქნა ქსილოლის ცალკეული იზომერები. განსაკუთრებით პარაქსილოლმა დიდი გამოყენება პპოვა სინთეზური ბოჭკოს ლაცხანის მისაღებად. ამინოქსილო-

ლი, კი გამოიყენება როგორც ანტიდეტონატორი.

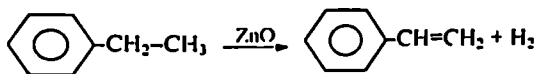
სტიროლი (ვინილბენზოლი) ანუ ფენილეთილენი. მისი აგებულება ასეთია:



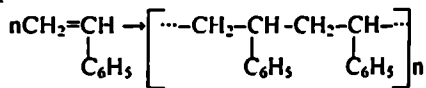
პირველად მიღებული იქნა მცენარეული ფისის სტირაქსის წყლის ორთქლით გამოხდით, საიდანაც წარმოადგა მისი სახელწოდება – სტიროლი, არსებობს სტიროლის მიღების რამდენიმე სერისი, მათ შორის მნიშვნელოვანია შესაბამისი არომატული სპირტებიდან წყლის წართმევით:



მრეწველობაში ვინილბენზოლს ღებულობენ ეთილბენზოლისაგან კატალიზატორის გამოყენებით მაღალ ტემპერატურაზე:



სტიროლი წარმოადგენს სითხეს სასაბოცნო სენით. დუღს 146°C -ზე, აქვს ეთილენური ნახშირწყალბადების თვისებები, ადვილად იერთებს ჰალოგენებს. ჰალოგენწყალბადმევენს. სტიროლი ადვილად პოლიმერიზდება მინისმაგეარ პოლიმერად და მიიღება პოლისტიროლი:



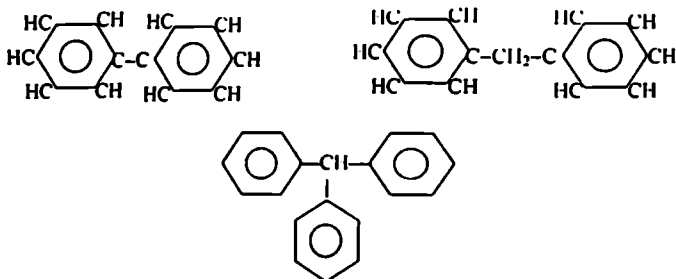
პოლისტიროლი მოლეკულური წონით 20000-30000 გამოიყენება ელექტროიზოლაციისათვის და დიფინილთან თანაპოლიმერიზაციით ზოგიერთი სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად.

4.6. მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები და მათი ნაწარმები

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

ანსხედევენ ორი სახის მრავალბირთვიან ნაერთებს:

1. არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები: როდესაც ბენზოლის ბირთვები შეერთებულია ან უშუალოდ ან ნახშირბადატომების საშუალებით. მათ მიეკუთვნება ბიფენილი და მისი ნაწარმები.



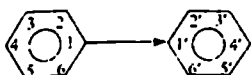
2. კონდენსირებულბირთვიანი ნაერთები, რომლებსაც გააჩნიათ საერთო ნახშირბადატომები, უმარტივესი წარმომადგენელია ნაფტალინი, შემდეგ ანტრაცენი:



ნაფტალინი

ანტრაცენი

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

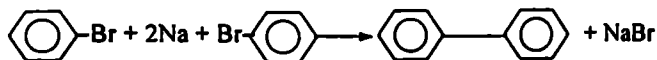


ო-2,6,2',6'
მ-3,5,3',5'
პ-4,4'

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)



სასიუბერად დაყენილს ლეულისონ ბრიმბენზოლზე ლათონის ნატარების მოქმედებით (ვიურც-ფიტიგის რეაქცია)

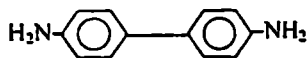


დიფენილი კრისტალური ნივთიერებაა, დამახასიათებელი სასიამოვნო სუნით. ლღება 71°C, ღუღს 250°C. იგი წყალში არ იხსნება, მცირე რაოდენობით იხსნება სპირტში.

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.

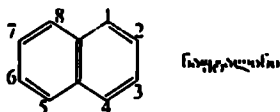
დაფენილის ნაწარმებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ბენზიდინს. იგი მიიღება ნიტრობენზოლის გაცეცე არეში ალდგენით.



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

4.7. კონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები

ცნობილია მრავალი კონდენსირებული მრავალბირთვიანი (პო-ლიციკლური) ნაერთები, რომელთაგან მნიშვნელოვანია ნაფტალი-ნი

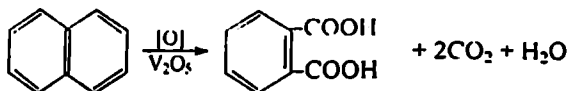


4.7.1. ნაფტალინი

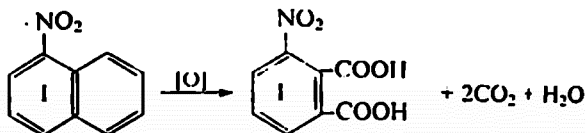
სახელწოდება "ნაფტალინი" მიღებულია სიტყვა "ნაფტა"-დან, რაც ნიშნავს ნავთობის აქროლად ნაწილს, ნაფტალინი აღმოჩენილი იყო 1819 წელს ქვანახშირის კუპრში გარდენის მიერ. ნაფტალინის შემადგენლობა დადგენილ იქნა ა.ვოსკრესენსკის მიერ 1838 წელს, ხოლო სტრუქტურა – ერლენმეიერისა და გრებეს მიერ 1866 წელს.

4.7.2. ნაფტალინის სტრუქტურის დადგენა

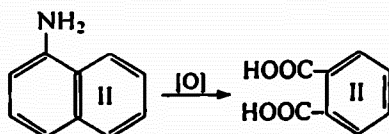
ნაფტალინში რომ ორი ბენზოლის ბირთვი კონდენსირებულია ერთო მდგომარეობაში ნახშირადატომებით. ეს მტკიცდება ნაფტალინისა და მისი ნაწარმების ამინონაფტალინის და ნიტრონაფტალინის დაჟანგვის რეაქციებით:



ნაფტალინის ნიტრირებისას მიღება ნიტრონაფტალინი, რომელიც დაჟანგვით გარდაიქმნება ნიტროფტალის შუაეად:

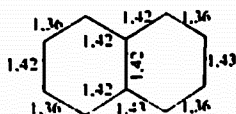


ეს ფაქტი ამტკიცებს ნაფტალისში ერთი (I) ბენზოლის ბირთვის არსებობას. თუ ნიტრონაფტალინს ალკალდგენთ ამინონაფტალინამდე და ეს კეანასკნელი დაიკისგება, ჩამოსი შესაძლებელია თავისუფალი ფტალის ჩეივის გაბოიოიფა. ამ გარდაქმნით მტკიცდება მეორე (II) ბირთვის არსებობა.



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 სხედასხვა სიგრძე აქვთ (A'-ში):



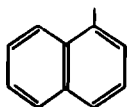
ნაფტალისის ჩანაცვლებულია იზომერია



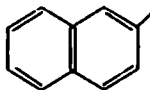
როგორც ნაფტალინის აგებულებიდან ჩანს ბენზოლის ბირთვი-საგან განსხვავებით ნაფტალინის ყველა ნახშირბადი ტოლუასი არ არის. ნახშირბადატომები 1,4,5,8, რომლებიც საერთო ნახშირბა-

დებთან ახლოს ისლებარეკონს გოლფისა და α ნახშირბადატომებს ეწოდება, ხოლო 2,3,6,7 ნახშირბადატომებს – β -ს ეწოდებენ. ამიტომ ნაფტალინის მონოჩანაცვლებულს ექნება 2 იზომერი.

ნაფტალინის ერთეულენტიან რადიკალს $C_{10}H_7$ ნაფტალი ეწოდება. ნაფტალინიდან შეიძლება ორი ერთეულენტიანი რადიკალის მიღება α და β ნაფტალის

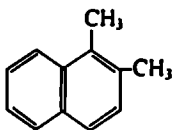


α -ნაფტილი

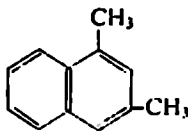


β ნაფტილი

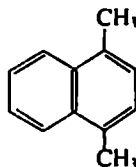
ნაფტალინის ორ ჩანაცვლებულს (თუ ერთნაირი რადიკალებია) გააჩნია 10 სხვადასხვა იზომერი, რომელთაგან მნიშვნელოვანია ხუთი



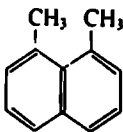
1,2-დიმეთილნაფტალინი



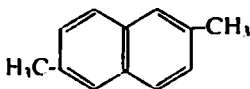
1,3- დიმეთილნაფტალინი



1,4-დიმეთილნაფტალინი



1,8-დიმეთილნაფტალინი



2,6-დიმეთილნაფტალინი

მეცნიერული ნომენკლატურით წაკითხვის დროს ჩამნაცვლებლების მდებარეობას აღნიშნავენ ციფრებით.

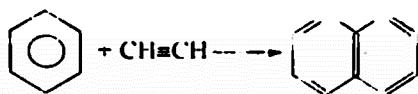
თუ ორი სხვადასხვა რადიკალია ჩანაცვლებული ნაფტალინი, მაშინ შესაძლებელი იზომერების რიცხვი უდრის 14-ს. ჩამნაცვლებლების რიცხვის გადიდებით იზომერების რიცხვი ძლიერ იზრდება.

მიღება. ნაფტალინი სამრეწველო მასშტაბით მიიღება ქვანახშირის კუპრისა, რომელშიც 5-6% რადიკალიზითი იმყოფება. გარდა ამისა, მრეწველობაში, როგორც დამატებითი საშუალება ნაფტა-

ლინის ღებულობენ ბენზინისა და ნაეთის პიროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენი ფისიდან.

ლაბორატორიაში ნაუგალინის მძილების რაძლენიძე ხერხი არსეხიძის.

მაგ. ბენზოლისა და აცეტილენის ორთქლის გაგარებით მარჩილულ მილაკში:



4.7.3. ფიზიკური თვისებები

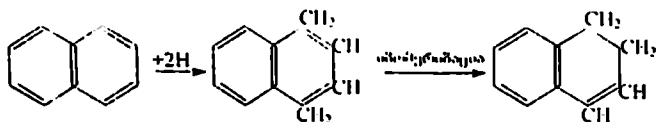
ნაუგალინი წარმოადგენს მბრწყინავ, ქერკლოვან, დამახასიათებელი სუნის კრისტალურ ნივთიერებას. ადვილად აქროლადია. უმნიშვნელო რაოდენობით იხსნება წყალში, იხსნება ეთერსა და სპირტში, კარგად ბენზოლში. ნაუგალინის ორთქლი პაერთან წარმოქმნის ფეთქებად ნარეკს. ლღეება 80°C -ზე, ღელს 218°C -ზე.

4.7.4. ქიმიური თვისებები

ნაუგალინისათვის დამახასიათებელია ჩანაცულებისა და შეერთების რეაქციები. ნაუგალინთან აღნიშნული რეაქციები უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლთან.

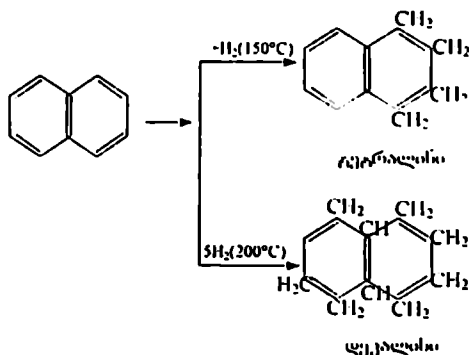
4.7.5. შეერთების რეაქციები

ნაუგალინი ბენზოლისაგან გასხვავებულია პიძროდება გამოყოფის მომენტში მძილებული წყალბადით, ნატრიუმის ეთილატთან გაცხელების დროს ჯერ მიიღება 1,4-დიპიდრონაუგალინი, რომელიც ადვილად განიყდის იზომქერიზაციას 1,2-დიპიდრონაუგალინად.



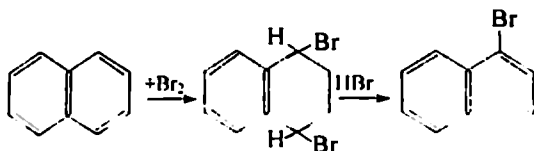
1,4-დიჰიდრონაფტალინი 1,2-დიჰიდრონაფტალინი

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



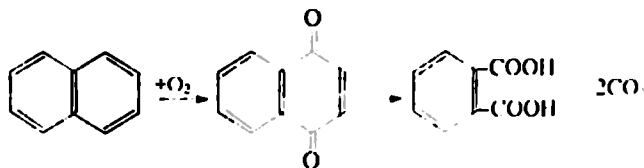
ტეტრალინი და დეკალინი სითხეებია. მათ დიდი გეგნიკური გა-
მოყენება აქვთ, როგორც ფისებისა და ცხიმების კარგ გამხსნელებს.
შედარებით დიდი აქროლადობის გამო მათ იყენებენ ლაქების დაზ-
ბალების ღრის ოლიფის მაგურ, ზოგჯერით შემოსხვევაში უმაგებენ
მოგორულ საწვავს.

2. ნაფტალინზე ბრომის მოქმედებით მიიღება 1,4-დიბრომ-
ნაფტალინი, რომელსაც ადვილად წყდება ბრომწყალბადი და წარ-
მოიქმნება ბრომნაფტალინი:



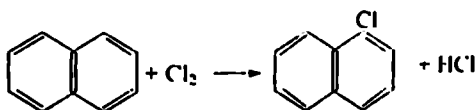
1,4-დიბრომნაფტალინი α-ბრომნაფტალინი

დაეანგება. ნაფტალინის დაეანგებით წარმოიქმნება 1,4 ნაფტოქსონი, უფრო ენერგიული დაეანგებით კი მიიღება ფტალის მჟავა.

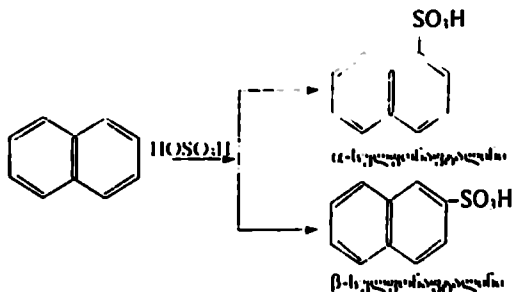


ფტალის მჟავა

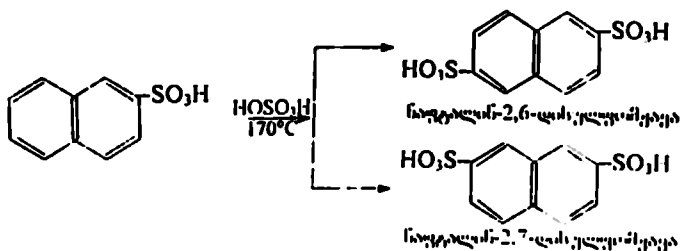
ჩანაცვლების რეაქციები. ნაფტალინი უფრო ადვილად შედის ჩანაცვლების რეაქციებში, ვიდრე ბენზოლი. დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. ნაფტალინის პალოგენირება მიმდინარეობს α - მდებარეობაში. ბენზოლისაგან განსხვავებით უკატალიზატორი.



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



α და β -ნაფტალინსულფონმჟავა კონცენტრირებული გოგირდმჟავის მოქმედებით განიცდის შექცევით სულფირებას და თითოეული წარმოქმნის ორ-ორ იზომერ ნაფტალინდისულფონმჟავას.



ნაფტალინდისულფომჰეაების სულფირებით მსაღებთან ნაფტალინ გრი- და ტეტრასულფომჰეაები.

ნაფტალინსულფომჰეაებში სულფოჯგუფი უფრო ადვილძერადია, ვიდრე ბენზოლსულფომჰეაებში და ამიტომ ისინი გამოიყენებიან ნაფტალინის ნაწარმების მისაღებად.

5.1. ნახშირწყალბადების მონო- და პოლიჰალოგენაწარმები

ნახშირწყალბადთა ჰალოგენაწარმები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ჰალოგენატომებით. ამის მსხველათ, თუ ნახშირწყალბადებში წყალბადის რამდენი ატომია შეცვლილი ჰალოგენით, არჩევენ მონო-, დი- და პოლიჰალოგენაწარმებს. ანსხეულები ნაჯერი და უჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენაწარმებს.

5.2. ალკანების მონოჰალოგენაწარმები (ჰალოგენალკილები)

ჰალოგენალკანები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ალკანები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰალოგენატომით, მათი ზოგადი ფორმელაა $C_nH_{2n+1}X$, 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:

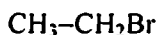
1. $CH_3-CH_2-CH_2Cl$ 1-ქლორპროპანი (პირველადი ქლორანი პრაიმული)

2. $\text{CH}_3\text{---CHCl---CH}_3$ 2-ქლორპროპანი (მეორეული ქლორირანი პროპილი)
ბუთანი წარმოქმნის ოთხ მონოჰალოგენაწარმს:
1. $\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{---CH}_2\text{Cl}$ 1-ქლორბუტანი (პირველადი ქლორირანი ბუტილი)
2. $\text{CH}_3\text{---CH}_2\text{---CHCl---CH}_3$ 2-ქლორბუტანი (მეორეული ქლორირანი ბუტილი)
3. $\text{CH}_3\text{---CHCl---CH}_3$ 2-ქლორ-2-მეთილ-პროპანი (მესამეული ქლორირანი იზობუტილი)
4. $\text{CH}_2\text{Cl---CH---CH}_3$ 1-ქლორ-2-მეთილ-პროპანი (პირველადი ქლორირანი იზობუტილი)

ენევის ნომენკლატურითა და IUPAC წესის მიხედვით რჩება ჯანების სახელწოდება და მას ემატება პრეფიქსში ჰალოგენის ხელი ადგილმდებარეობის ჩვენებით. სისტემატურ ნომენკლატურასთან ერთად პირველი წევრებისათვის ხშირად მიმართავენ მეორე სახელწოდებას, რომლითაც ჰალოგენწაღბადებს იხილავენ როგორც ჰალოგენიდებს, მათი სახელწოდება გამოჰყავთ ალკილის სახელწოდებიდან, რომელსაც ბოლო ნაწილში დაერთავენ 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. მონოჰალოგენაწარმები მისილებიან ალკანებზე ჰალოგენების მოქმედებით



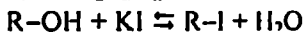
2. პალოგენალკანები მიიღებიან პალოგენწყალბადის მოქმედებით ოლეფინებთან:



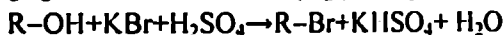
რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით.

3. პალოგენალკანები მიიღებიან ერთატომიან სპირტებზე, პალოგენწყალბადის, ფოსფორის პალოგენიდების მოქმედებით:

ა) პალოგენწყალბადის მოქმედება:



თუ ეიმოქმედებთ KBr-ით, მაშინ რეაქცია ასე გამოისახება:



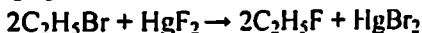
ბ) ფოსფორის პალოგენიდების მოქმედება:



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

პალოგენალკილების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია პალოგენის ბუნებაზე, ალკილის შედგენილობაზე და აგებულიაზე. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ფტორიდების 1-4 წვერი (მეთილ- და ეთილ-, პროპილ-, ბუტილ-), ქლორიდების პირველი ორი წვერი (მეთილ- და ეთილ-) ბრომიდების პირველი წვერი (მეთილბრომიდი) - გაზია. დანარჩენები სითხეებია. მაღალი წვერები მყარი ნივთიერებებია. ისინი წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში (ეთერი, სპირტი), თვითონ წარმოადგენენ კარგ გამხსნე-

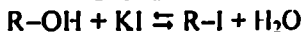
2. პალოგენალკანები მიიღებიან პალოგენწყალბადის მოქმედებით ოლეფინებთან:



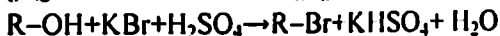
რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით.

3. პალოგენალკანები მიიღებიან ეროთაგოჩიან სპირტებზე, პალოგენწყალბადის, ფოსფორის პალოგენიდების მოქმედებით:

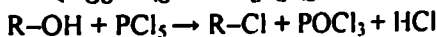
ა) პალოგენწყალბადის მოქმედება:



თუ ეიმოქმედებთ KBr-ით, მაშინ რეაქცია ასე გამოისახება:



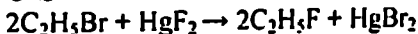
ბ) ფოსფორის პალოგენიდების მოქმედება:



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 გაყვლითი რეაქციით ქლორიდების, ბრომიდების, იოდიდების ალკილებზე Hg, Ag, Co ფტორიდების მოქმედებით:



5.2.3. ფიზიკური თვისებები

პალოგენალკილების ფიზიკური თვისებები დამოკიდებულია პალოგენის ბუნებაზე, ალკილის შედგენილობაზე და აგებულებაზე. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ფტორიდების 1-4 წვერი (მეთილ- და ეთილ-, პროპილ-, ბუტილ-), ქლორიდების პირველი ორი წვერი (მეთილ- და ეთილ-) ბრომიდების პირველი წვერი (მეთილბრომიდი) - გაზია. დანარჩენები სითხეებია. მაღალი წვერები მყარ ნივთიერებებია. ისინი წყალში არ იხსნებიან, იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში (ეთერი, სპირტი), თვითონ წარმოადგენენ კარგ გამხსნე-

ლებს.

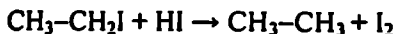
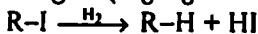
ყველაზე უფრო დაბალი დუღილის ტემპერატურა და კუთრი წონა აქვთ ფტორიდებს, უფრო მაღალი იოდიდებს. იზომერული ნაერთებიდან ყველაზე მაღალ ტემპერატურაზე დუღს პირველადი პალოგენალკილები და ყველაზე დაბალზე – მესამეული ნაერთები იმავე ნახშირბადატომების რიცხვით.

5.2.4. ქიმიური თვისებები

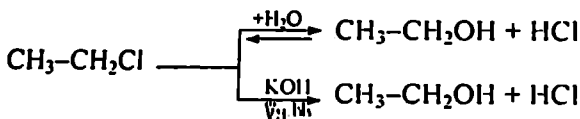
პალოგენალკილები დიდი რეაქციის უნარიანობით ხასიათდებიან. ამიტომ მათ უაღრესად დიდი გამოყენება აქვთ ორგანულ სინთეზში. მათი მეშვეობით ახორციელებენ ალკილაციუბის რეაქციას.

ალკილპალოგენიდების გარდაქმნებიდან ყურადღებას იპყრობს:

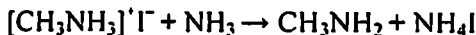
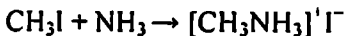
1. ალდგენა. პალოგენალკილები კატალიზური ალდგენით ან იოდწყალბადის მოქმედებით გარდაიქმნებიან ალკანებად:



2. ჰიდროლიზი. პალოგენალკილების ჰიდროლიზს ახდენენ წყლის, გუგის ან სოდის მოქმედებით:

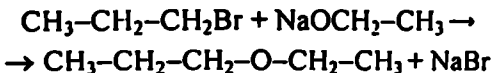


3. ამიაკის მოქმედება. პალოგენალკილზე ამიაკის მოქმედებით მიიღება ამინები.



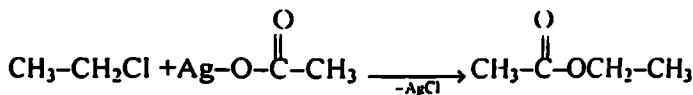
ამ რეაქციით შესაძლებელია როგორც პირველადი, ასევე მეორადი და მესამადი ამინების მიღება.

4. ალკოჰალატების მოქმედება. პალოგენალკილებზე ალკოჰოლატების მოქმედებით მიიღება მარტივი ეთერები:



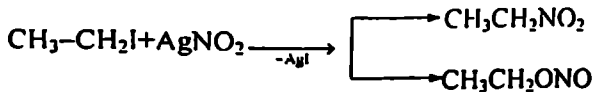
ეთილპროპილის ეთერი

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

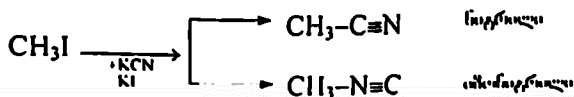


მჟავამჟავეთილის ეთერი

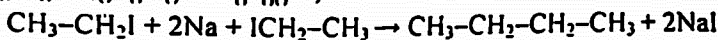
6. ვერცხლის ნიტრიტის მოქმედება. ვერცხლის ნიტრიტთან გახელებით პალოგენალკილი წარმოემზოს ნიტრონაერთს და ამოტოვანმჟავის ეთერს



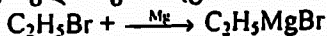
7. ციანწყალბადმჟავა მარილების მოქმედება. ამ შემთხვევაში მიიღება ნიტრილები და იზონიტრილები:



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



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



მაგნიუმბრომეთილი

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

ცალკეული წარმომადგენლები. პალოგენალკილებიდან ყვე-

ლაზე დიდ გამოყენებას პოულობს მეთილ- და ეთილქლორიდები. სამრეწველო მასშტაბით მიიღებიან მეთანისა და ეთანის ქლორიდებით. ეთილქლორიდი მიიღება აგრეთვე ეთილენზე მშრალი ქლორწყალბადის ... ქსელებით კატალიზატორის რკინის (III) ქლორიდის თანაობით.

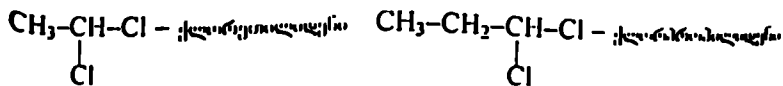
ქიმიურ მრეწველობაში მეთილქლორიდი და ეთილქლორიდი გამოიყენება როგორც მაალკალიზრებელი საშუალება. ეთილქლორიდის დიდი რაოდენობა გამოიყენება გეგრაფიკული (C₂H₅)₄Pb მისაღებად, აგრეთვე მედიცინაში ადგილობრივი ანესტეზიისათვის.

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 ღვას ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან, უწოდებენ ჰემინალურს, ხოლო თუ ჰალოგენის ატომები იმყოფებიან მეზობელ ნახშირბადატომთან – ეიკინალურს.

5.3.1. იზომერია, ნომენკლატურა

ჰალოგენალკილების იზომერია დამოკიდებულია ნახშირბადატომთა ჩონჩხის აგებულებასა და ჰალოგენების ადგილმდებარეობაზე მოლეკულაში. მათ სახელწოდება შეიძლება მიეცეთ სხვადასხვა წესით. ენევის ნომენკლატურით სახელწოდება გამოჰყავთ ალკილჰალოგენიდების სახელწოდების მსგავსად. მათ სახელს არქმევენ რადიკალის სახელწოდების მიხედვითაც. იმ შემთხვევაში, თუ დი-ჰალოგენნაერთებში ორივე ჰალოგენი ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან ღვას, მაშინ მათი სახელწოდება ბოლოვდება "იდენით",



მოიყვანოთ და პოლიპალიგენაწარმოების რაოდენობე და
გადათვალო.

CH_2Cl_2 - დიქლორმეთანი, ქლორმეთილიდენი

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

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

დიქლორპროპანს 4 იზომერი შეესაბამება:

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

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

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

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

პოლიპალიგენაწარმოებიდან მნიშვნელოვანია CHCl_3 -ტრიქლორმეთანი, 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

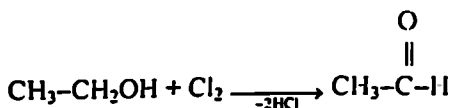
განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს მეთანის, ეთანის ქლორირების პროდუქტებს, აგრეთვე ფტორქლორიდებს.

ქლორმეთილენი (CH_2Cl_2) სიითება, დუღს 41°C -ზე, იყენებენ როგორც კარგ ორგანიულ გამხსნელს, აგრეთვე ორგანიულ სინთეზში.

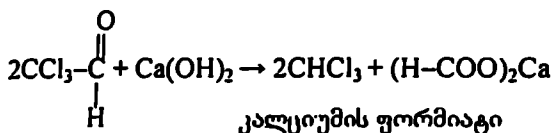
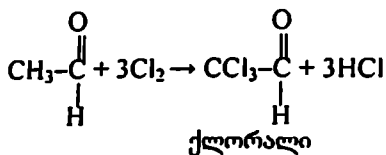
ეთილენქლორიდი $\text{CH}_2\text{Cl-CH}_2\text{Cl}$. საშრეწველო მასშტაბით ლიბულობენ ეთილენზე ქლორის მოქმელებით. სიითება, დუღს 84°C -ზე, არის ფისებისა და ცხიშების იაფფასიანი გამხსნელი, მაგრამ იგი საწაქლაგია და ამ მიმართებით შეზღუდულია მისი გამოყენება. ძი-

რითადად გამოიყენება ვინილქლორიდის მისაღებად.

ქლოროფორმი CH_2Cl_3 . ქლოროფორმს გარდა მეთანის ქლორირებისა მრეწველობაში ღებულობენ ეთილის სპირტის ან აცეტონისაგან მათზე ქლორის, მათეთრებელი კირის და ტუჩის მოქმედებით



(ქლორი მოქმედებს როგორც დამჟანგავი)



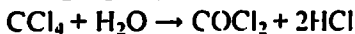
ქლოროფორმი უფრო დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეა, ღუღს 61°C -ზე. წარმოადგენს კარგ გამხსნელს ცხიმების, ფისების, პიგმენტებისათვის, საწყის საუთიერებას ორგანულ სისტემაში. გამოიყენება მედიცინაში როგორც ნარკოტიკული საშუალება. ქლოროფორმი ჰაერის ჟანგბადის გაელენით ნელა იჟანგება. ჟანგვისას მისგან წარმოიქმნება ძლიერ მომწამლავი ნივთიერება ფოსგენი (COCl_2). ქლოროფორმი უნდა ვისმაროთ ღიდი სიფრთხილით, უსაფრთხოების წესების სრული დაცვით.

ტეტრაქლორმეთანი (CCl_4). ტეტრაქლორმეთანს ღებულობენ მეთანის ქლორირებით და აგრეთვე გოგირდნახშირბადის ქლორირებითაც:



ტეტრაქლორმეთანი არის ადვილად აქროლადი, უუკურო, ღამა-

ხასიათებელი სუნის მქონე უწვავი სითხე, დუღს 76,6°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 საფრთხილუა საჭირო მაშინ, როცა ხანძარს აქრობენ ტეტრაქლორმეტანით დახშულ შენობაში. გარდა აღნიშნულისა, იგი გამოიყენება ორგანულ სინთეზში როგორც საწყობი ნივთიერება.

5.4. უჯერი ნახშირწყალბადების პოლოგენნაწარმები

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

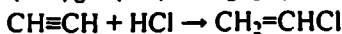
ა) ნაერთები, როცა პოლოგენატომი იმყოფება ორმაგ ბმასთან მდებარე ერთ-ერთ ნახშირბადატომთან. მაგ. ქლორენილი $\text{CH}_2=\text{CHCl}$. (ვინილის ტიპის პოლოგენნაერთები).

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

5.4.1. მილების ხერხები

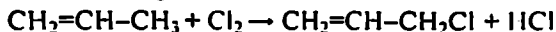
ვინილპოლოგენილებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ვინილქლორიდი, რომელსაც მრეწველობაში დებულობენ:

ა) აცეტილენზე ქლორწყალბადის მოქმედებით:



ალილქლორიდი სამრეწველო მასიფტაბით პოროპილენის ქლო-

რირებით (400°C) მიიღება:

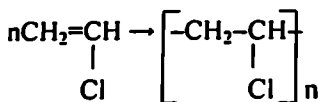


ფიზიკური თვისებები. ეთილქლორიდი გაზია ალკილქლორიდი უფრო სითხეა, დუღს 45°C .

ქიმიური თვისებების მხრივ ზეწოთ აღნიშნულ ნაერთთანაა ტოპებს ახასიათებთ ერთმანეთისაგან განსხვავებული თავისებურებანი.

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

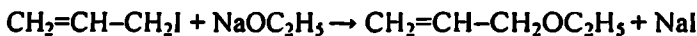
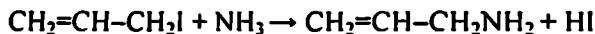
ვინილქლორიდისათვის დამახასიათებელია პოლიმერიზაციის რეაქცია, რის შედეგადაც მიიღება პოლივინილქლორიდი:



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 გიპის ჰალოგენნაერთები ადვილად შედიან აგრეთვე შეერთების რეაქციებში:

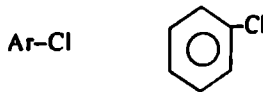


ვინილქლორიდი უმთავრესად გამოიყენება პოლივინილქლორიდის მისაღებად, ხოლო ალილქლორიდი გამოიყენებულია რეზინოვანი საწყისი ნივთიერება გლიცერინის მისაღებად.

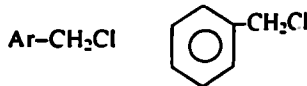
6.1. არომატული ნახშირწყალბადების პალოგენაწარმები

არჩევენ ორი ტიპის არომატულ ნახშირწყალბადის პალოგენაწარმებს:

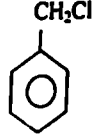
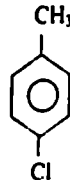
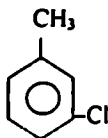
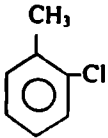
1. ნაერთები, როცა პალოგენი დაკავშირებულია ბირთვის C-ატომთან



2. პალოგენი დაკავშირებულია გვერდითი ჯაჭვის C-ატომთან



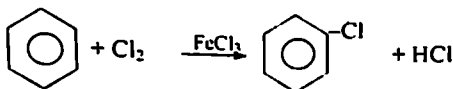
გოლეოლის მონოპალოგენიანაცვლებული გვეკვლინება ოთხი იზომერის სახით:



ო-ქლოარცაილუილი მ-ქლოარცაილუილი პ-ქლოარცაილუილი ბენზილქლოარცაილი

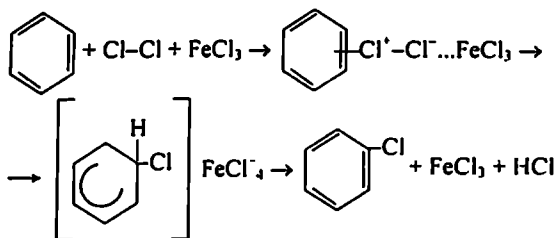
6.1.1. მიღების ხერხები

1. არომატულ პალოგენაწარმებს ლებულობენ არომატულ ნახშირწყალბადებზე პალოგენის მოქმედებით, ოთახის ტემპერატურაზე კატალიზატორების ალუქსინის ან რკინის (III) პალოგენიდების თანაობით

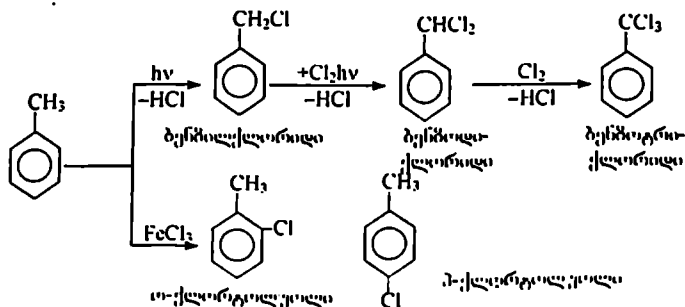


კატალიზატორის გამოყენებით რეაქცია გრძელდება და ყველა ატომი შეიძლება ჩაინაცვლოს პალოგენით.

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



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

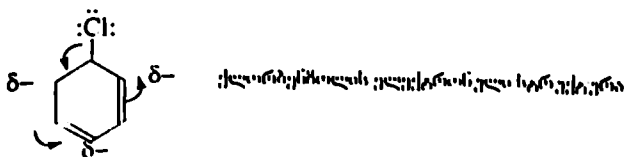


6.1.2. ფიზიკური თვისებები

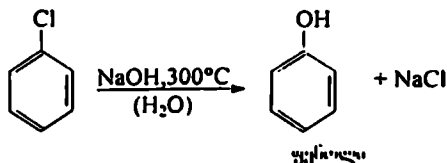
არაომბადიანი მონოპალაოგენი წარმოადგენს სითხეებს ან კრისტალურ ნივთიერებებს, წყალში არ იხსნება, იხსნება ორგანულ გამხსნელებში: სპირტში, ეთერში, ბენზოლში. არაალკალოგენიდებს (ნაერთებს ბირთვში პალაოგენით) აქვთ "არაომბადიანი" სენი. ნაერთებს პალაოგენით გვერდითა ჯაჭვში α -მდებარეობაში აქვთ გამაღიზიანებელი სენი და ახასიათებთ ცრემლმდენი მოქმედების უნარი. სიმკვრივე 1-ზე მეტი აქვთ. მონოარილპალაოგენიდებიდან ყველაზე დაბალი დუდილის გემპერაგურა აქვთ: ფტორბენზოლი და ყველაზე მაღალი იოლბენზოლი.

6.1.3. ქიმიური თვისებები

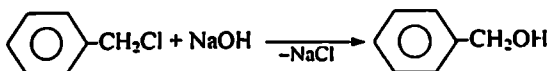
ქიმიური თვისებების მხრივ არაომბადიანი პალაოგენი წარმოადგენს პალაოგენით ბირთვში და გვერდითა ჯაჭვში მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ბირთვში პალაოგენი მკაცრად დგას და ჩვეულებრივ პირობებში ქიმიური ინერტულობით ხასიათდებიან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციების მიმართ. არაალკალოგენიდში პალაოგენის ინერტულობა ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებისადმი აიხსნება იმით, რომ პალაოგენის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი გაღაწეულია ბირთვის ნახშირბადატკენ(რაც იწვევს ატომის ელექტროუარყოფითობის მატებას) ეს და პალაოგენის ეფექტი ამცირებს მის და პალაოგენის ბმის პოლარიზებას და სიგრძეს, რაც, ცხადია, ხელს უშლის პალაოგენის ძვრადობას, მსგავსად ენილის პალაოგენიდებისა:



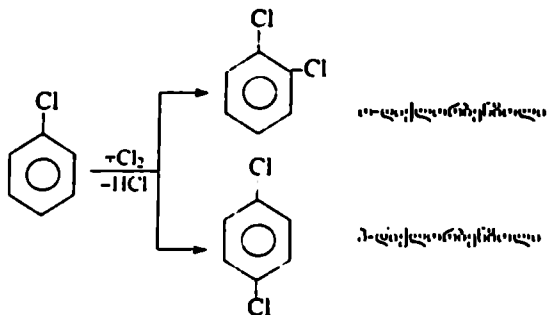
1. ქლორბენზოლში პალოგენი შეიძლება შეეცვალოს ჰიდროქსილით, თუ მასზე ემოქმედებთ ძლიერი ტუტის წყალხსნარით და სარეაქციო ნარევის გავაცხელებთ 340°C -ზე



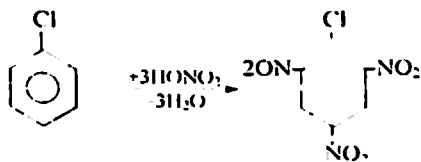
2. როცა პალოგენი გვერდითა ჯაჭვშია, მაშინ იგი ადვილად ჩანაცვლება ნუკლეოფილური რეაგენტით.



3. არილპალოგენიდები ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში შედიან. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან მნიშვნელოვანია პალოგენირება, ნიგრირება, სულფირება. ყველა ეს რეაქცია მიმდინარეობს ძნელად, ვიდრე თვით ბენზოლში. პალოგენი, 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 ნიგრირების დროს წარმოიქმნება 2,4,6-ტრინიგროქლორბენზოლი



2,4,6 ტრინიტროქლორბენზოლი (პიკრალქლორიდი)

თავი VII

7.1. სპირტები

სპირტები ეწოდება ნახშირწყალბადების ნაწარმებს, რომელშიც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. მთელეკულაში ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ ერთატომიან, ორატომიან და მრაველატომიან სპირტებს.

ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები (ალკანოლები).

ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ნაჯერი ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. მათი ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$. შესაბამისად ჰომოლოგიური რიგი იქნება:

CH_3OH მეთილის სპირტი, ხს სპირტი, კარბინოლი, მეთანოლი

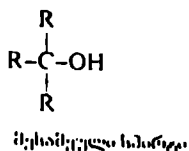
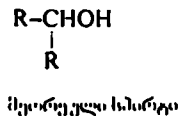
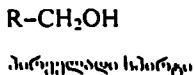
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ეთილის სპირტი, ლეინის სპირტი, პროპანოლი

$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ პროპილის სპირტი, პროპანოლი

$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ბუთილის სპირტი, ბუტანოლი

$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ ამილის (პენტილის) სპირტი, პენტანოლი

იმას მიხედვით, თუ რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება ჰიდროქსილის ჯგუფი, არჩევენ პირველად ($-\text{CH}_2\text{OH}$), მეორეულ ($-\text{CHOH}-$) და მესამეულ ($-\text{COH}-$) სპირტებს:



7.1.1. იზომერია, ნომენკლატურა

იზომერია სპირტებში განპირობებულია ნახშირბადატომების ჩონჩხის ატეხულობითა 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 (ვენევის), 1-პროპანოლი (IUPAC)
2. $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ იზოპროპილის სპირტი (მეორეული პროპილის), დიმეთილკარბინოლი, პროპანოლ-2 (ვენევის), 2-პროპანოლი (IUPAC)

ბუთილის სპირტს აქვს შეზღუდვი იზომერები

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

კრიოგომიანი სპირტებს (ალკანოლებს) სახელწოდებას აძლევენ გრაქიალური, რაციონალური, ექნევის და IVPAC ნომენკლატურის მიხედვით.

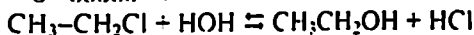
გრაქიალური ნომენკლატურის მიხედვით სპირტების სახელწოდება იწარმოება ჰიდროქსილის ჯგუფთან დაკავშირებული რადიკალის სახელწოდებიდან: მაგალითად $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ეთილის სპირტი ან ეთანოლის სპირტი, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ პროპილის სპირტი, პირველადი პროპილის სპირტი, $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ იზოპროპილის სპირტი, მეორეული პროპილის სპირტი და ა.შ.

რაციონალური ნომენკლატურის მიხედვით კრიოგომიანი სპირტების სახელწოდება იწარმოება პირველი წვერი კარბინოლიდან. უნდა მივეთითოთ, რით არის მომხდარი ჩანაცვლება კარბინოლში. მაგალითად, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ მეთილკარბინოლი, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ ეთილკარბინოლი და ა.შ.

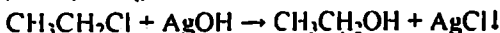
ექნევის და IVPAC ნომენკლატურის მიხედვით ინიშრება ყველაზე გრძელი ნახშირბადატომთა ჯაჭვი, დანოსრუა დაწყება იმ ბოლიდან, სადაც უფრო ახლია ჰიდროქსილის ჯგუფი, შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადების დაბოლოება "ი" იცვლება "ოლ"-ით და ცთვრით მივეთითებთ ჰიდროქსილის მდებარეობას ჯაჭვში. მაგ. მეთილისი, ეთანისი, პროპანოლ-1, პროპანოლ-2 და ა.შ.

7.1.2. მიღების ხერხები

1. სპირტები მიიღებიან პალოგენალილების ჰიდროლიზით. მაგრამ რეაქცია წყალთან მაღალ ტემპერატურაზე ძნელად მიმდინარეობს და თანაც შეცქეველია

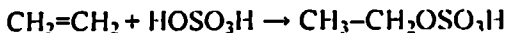


ტუტეების მოქმედებით პალოგენაციის შეცვლა ჰიდროქსილით სწრაფად მიმდინარეობს

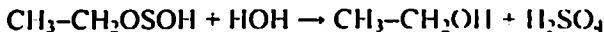


2. სპირტები მათიღებიან ეთილენური ნახშირწყალბადების ჰიდრატაციით კატალიზატორების (H_2SO_4 , H_3PO_4 , ZnCl_2 და სხვა) თანა-

ობით:

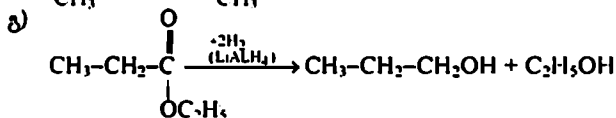
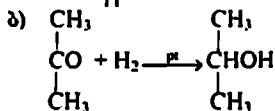
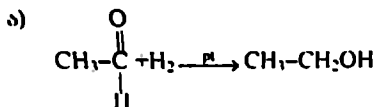


გოგირდმჟავათილის ეთერი



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

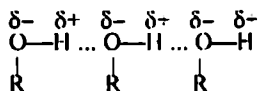
კატალიზატორებად იყენებენ Pt , Pd , Ni , LiAlH_4 ლითონულ-მინერალური და სხვა.



7.1.3. ფიზიკური თვისებები

ერთატომიანი სპირტების დაბალი წარმომადგენლები C_{10} -მდე წვეულებრივ გემპერატურაზე სითხეებია, C_{11} -დან დაწყებული – მყარი ნივთიერებები. პირველი სამი წევრი წყალში კარგად იხსნება და აქვს ალკოჰოლის დამახასიათებელი სუნი. შეძლევი სპირტების ხსნადობა თანდათან კლებულობს C_4H_{10} (ცუდად ხსნადია) და აქვთ არასასიამოვნო სუნი, ხოლო მაღალმოლეკულური სპირტები წყალში არ იხსნებიან, სუნი არ აქვთ, მათი სიმკვრივე 1-ზე საკლებია. დელილსა და ლღობის გემპერატურა შესაბამისი ნახშირწყალბადებთან და ჰალოგენალკილებთან შედარებით მაღალია და იზრდება პოლიოფიური რიგის მასის ზრდასთან ერთად. ამასთან

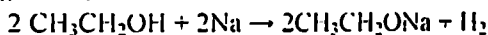
სიბრტყეო ადნაგობის სპირტების დედილის აქსიერაქერა უერა მალადა, უადრე იზიადნაგობის, სპირტების ეს თესებები აისხიქა. პადროქსილის ჯგუქის მალადა პილარობით, სპირტების ეს თესებები აისხიქა პადროქსილის ჯგუქის მალადა პილარობით. სპირტების მოლეკულები ასიქარებელ მდგომარეობაში არიან, რაც აისხიქა წყალბადერი ბმის არსებობით, რომელიც წარმოქმნება ერთი მოლეკულა სპირტის პადროქსილის დადებითი წყალბადერიონა და მეორე მოლეკულა სპირტის პადროქსილის ენგბადის ეარეოთითი მეხტის ხარჯზე.



7.1.4. ქიმიური თვისებები

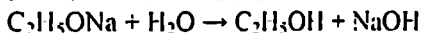
სპირტების ქიმიური თვისებები ძირითადად განსაზღვრულია მათში არსებული პადროქსილის ჯგუქით, რეაქციები ამ ჯგუქის მონაწილეობით მიმდინარეობს O-H და C-O ბმის გაწყვეტით.

1. სპირტებს აბასიათებთ მეტეხა და ფუქის თვისებები, სპირტები, როგორც მეტეხ ბუნების ნაერთები, რეაქციაში შედიან ძლიერ ელექტროდადებითი მეტალებთან (Na, K, Mg, Al) და წარმოქმნება შესაბამისი ალკოჰოლატი:

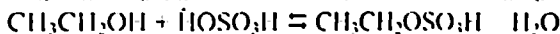


ნაგროუმეთულატი

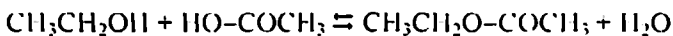
ალკოჰოლატები ოდნავ შემეყვებული წყლის მოქმედებით იშლებიან, რის შედეგადაც სპირტი და გუგე წარმოქმნება



2. სპირტები შედიან რეაქციაში, როგორც მინერალურ მეტეხებთან, ასევე ორგანულ მეტეხებთან და მსაღება როელი ეთერები:



გოგირდმეტეხის ეთერი



ძმარბეაიეთისლის ეთერი, ეთილაცეტატი

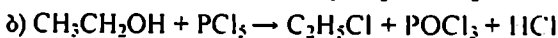
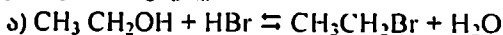
წყლის გამოყოფა ხდება სპირტის ჰიდროქსილის წყალბადისა და მევენის ჰიდროქსილის ხარჯზე, რაც დამტკიცებულია ნიშანდებულ აგომების გამოყენებით.

სპირტებისა და მევენების ურთიერთქმედების რეაქციას, რომელიც მიმდინარეობს მარცხნიდან მარჯვნივ, ეწოდება ეთეროფიკაციის რეაქცია, ხოლო შექცევადს კი - ჰიდროლიზის ანუ გასაპენის რეაქცია. იმისათვის, რომ რეაქცია წარუშვართოთ მარცხნიდან მარჯვნივ, საჭიროა რეაქციის სფეროდან ჩამოვაცილოთ წყალი ან გაუზარდოთ სარეაქციოდ აღებული ერთ-ერთი ნივთიერების რაოდენობა.

ორგანული მევენებისა და სპირტების ურთიერთქმედებისათვის ხშირად იყენებენ გოგირდმევენას ან რომელიმე სხვა წყალწამრთმევ საშუალებას.

3. პალოგენილების წარმოქმნა.

სპირტების ჰიდროქსილის ჯგუფი შეიძლება ჩაქანაცვლოთ პალოგენით. სპირტებზე პალოგენწყალბადმევენას და ფოსფორის პალოგენილების მოქმედებით:

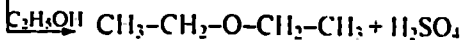
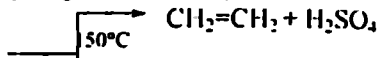
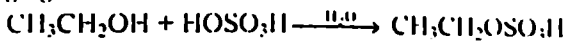


4. დეჰიდრაგაცია.

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 დეჰიდრაგაცია (წყლის გამოყოფა). ამის მახლავით, თუ როგორ პირობებში ჩვენებარებთ რეაქციას, დეჰიდრაგაცია შეიძლება მოხდეს შიდამოლეკულური და მოლეკულათა შორის.

შიდამოლეკულური დეჰიდრაგაციის დროს წარმოიქმნება ოლეფინი. თუ კატალიზატორად გოგირდმევენას გამოვიყენებთ, მაშინ ჯერ წარმოიქმნება გოგირდმევენათისლის ეთერი, რომელიც გაცხელებით 150°C -ზე გამოიყოფს გოგირდმევენას და მისდება ოლეფინი, უფრო დაბალ ტემპერატურაზე სპირტის შემთხვევაში მოხდება მოლეკულათაშორის წყლის გამოყოფა და მისდება მარ-

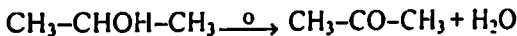
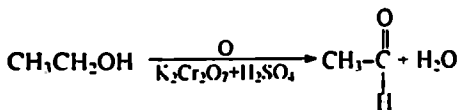
ბიუჯეტი



ქთილას ქუჩა

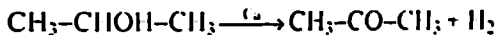
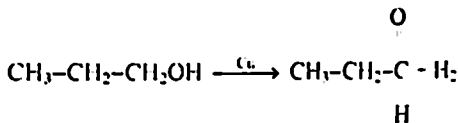
5. დაეიანგვა.

სასარგებო იფანტებიდან ჰაერის ეანგზადით კატალიზატორის თანაობით, აგრეთვე სხეთი ძლიერი დამეანგელებით, რეგორიკა ქრომის სარეი ($K_2Cr_2O_7$), კალუმის პერმანგანაი და სხვ. პირეფადი და მეორეული სპორგები წარმოქმნიან შესაბამისად ალდეჰიდებს და კეტონებს.



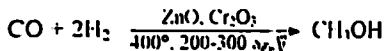
მესამეული სპირტები იქანგებიან ძეღაღ.

6. ლექტიდრაგაცია. სპირტები 200-300°C ახეთი, კატალიზატორების თიანდაისწრებით, რიოგორიყა Cu, Ag, Ni, Co და სხვ. განიყლან ლექტიდრიების (წყალბადის მთილქბას) და წარმოიქმნება პირველადი სპირტებიდან ალკილქბები, მეორეულიდან – ქეტონები



სპირიტების ცალკეული წარმომადგენლები:

ბეთილის სპირტი, ხის სპირტი, მეთანოლი CH_3OH სამრეწველო მასშტაბით მიიღება ნახშირედიანის კატალიზური ჰიდრირებით, მაღალ წნევისა და ტემპერატურის პირობებში.



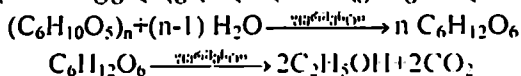
წინათ მას ლებულობდნენ მერქის მშრალი კამოხდით, რისთვისაც მას დაერქვა ხის სპირტი.

იგი წარმოადგენს სუსტი სპირტის სუნის მქონე, გაბჟყვრვალე სითხეს, დელს 64,7°C-ზე. იგი არის კარგი ორგანული გამხსნელი, არის ძლიერ მომწამვლელი ნივთიერება, მისი მცირე ღოზით მიღება იწვევს დაბრმავებას, ხოლო დიდი ღოზა კი სიკვდილს.

მეთილის სპირტს დიდი გეჟსიკური გამოყენება აქვს. მისგან ლებულობენ ჟორმალდეჟიდს, იყენებენ მაალკილირებელ საშეალეებად ორგანულ სინთეზში, სალუბავების, ჟარმაცეველი პრეპარატების და სხვა ნივთიერებების მისალებად.

ეთილის სპირტი, ლეინის სპირტი, ეთანოლი C_2H_5OH . მრეწველობაში მას ლებულობენ ოთხი სხეადასჟა მეთოდით:

1. მიიღება სახამებლის შექცეული პროდექტებიდან (კარგოფილი, სიმინდი, ხორბალი და სხე). აღნიშნულ პროდექტებში არსებულ სახამებელს სჟეციალური ჟერმენტების გაქლენით გარდაქმნიან შაქრად, რომელსე შეძლეე შესაბამისი ჟერმენტების მოქმედებით განიცდის სპირტულ დელილს და მიიღება ეთილის სპირტი:



ამ გზით მიღებული ეთანოლი გამოიყენება სპირტთან სასმელების დასამზადებლად.

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

3. აგრეთეე აცეტილენიდან ეჟეროვის რეაქციით. ამ დროს მიღებულ აცეტალდეჟიდს აღადგენენ სპირტად (სხ.ალკინები).

4. ეთანოლს დიდი რაოდენობით ლებულობენ მერქნის ნარჩენებიდან. მერქანში არსებული ცელულოზა სჟეციალური ქიმიური დამუშავებით გარდაიქმნება გლეკოზად. ეს ეკანასკნელი კი სპირტული დელილით გეაძლეეე ეთილის სპირტს.

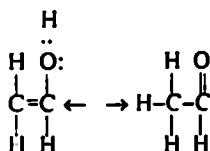
ქარხნებს, რომლებიც ლეინის სპირტს აწარმოებენ ხის ნარჩენებისაგან, ეწოდებათ ჰიდროლიზური ქარხნები, ხოლო ამ გზით მიღებული სპირტი ცნობილია ჰიდროლიზური სპირტის სახელწოდებით. ამ გზით მიღებულ სპირტს დიდი ეკონომიური ეჟექტი აქვს.

ეთანოლი წარმოადგენს უფერო, სპირტებისათვის ლამაზსა და თხევალ სენის მქონე სითხეს, ღელს 78°C -ზე. წყალს შეერევა ნებისმიერი პროპორციით. იწვის სუსტი, მნათი ალით.

ეთანოლს დიდი გექსიკური გამოყენება აქვს. დიდი რაოდენობით იხარჯება დიენილის მისაღებად. აგრეთვე რაღი ორგანული ნაერთების: ძმარმეაქას, ქლოროფორმის, რთელი ეთერების მისაღებად. გამოიყენება საღებარების, ფარმაცეუტული პრეპარატების ღისამზალებლად, პარფუმერიაში და მრეწველობის სხვა ღარგავში. გამოიყენება როგორც ორგანული გამხსნელი. არის კარგი ანტისეპტიკური ნითიერება.

7.2. უჯერი სპირტები

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



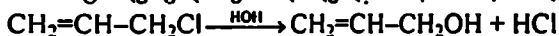
ენილური ფორმა

ალდეჰიდის ფორმა

მოუხედავად ამისა, რომ ეინილის სპირტი არამდგრადია, მისი ეთერები მდგრადი ნითიერებები არიან და დიდი გამოყენება აქვთ სამრეწველო მნიშვნელობის პოლიმერების მისაღებად (მაგალითად, პოლივინილაცეტატის და სხვა).

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

ალილის სპირტს ლებულობენ ალილქლორიდის პიდროლიმით

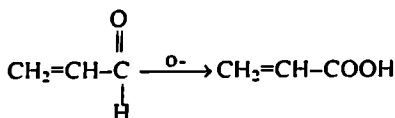
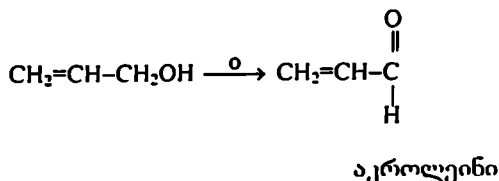


ალილის სპირტი უფერო არასასიამოვნო სუნის სითხეა, ღელი-

ლის გემპერაგურა $96,5^{\circ}\text{C}$. წყალს ერევა ნებისმიერი პროპორციით.

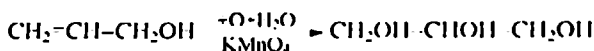
ალილის სპირტის ქიმიური თვისებები განპირობებულია ორმაგი ბმითა და ჰიდროქსილის ჯგუფით. იერთებს წყალბადს, მარტავ და რთულ ეთერებს, ჰიდროქსილი შეიძლება შეიცვალოს პალაოგენით და სხვა.

ალილის სპირტზე დამუშავებულების ბოქმელებით უჯერი ალდეჰიდი აკროლეინი მიიღება, ხოლო შემდგომი დამუშავებით აკრილმჟავა:



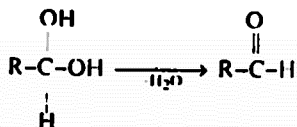
აკრილმჟავა

თუ დამუშავებთ პერმანგანატის ხსნარით, მიიღება გლიცერინი:



7.2.1. ორატომიანი სპირტები (გლიკოლები)

ორატომიანი სპირტები ანუ გლიკოლები მოლეკულაში შეიცავენ ორ ჰიდროქსილის ჯგუფს. საერთო ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{OH})_2$. 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



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

შესდეგი 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 მიუთითებთ 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

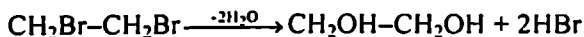
ჯანკსილით ბუთილენგლიკოლის იზომერები

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ | α -ბუტალენგლიკოლი |
| | 1,2-ბუტანდიოლი |
| 2. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ | β -ბუტალენგლიკოლი |
| | 1,3-ბუტანდიოლი |
| 3. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ | γ -ბუტალენგლიკოლი |
| | 1,4-ბუტანდიოლი |
| 4. $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ | ფსევდო-ტეტალენგლიკოლი |
| | 2,3-ბუტანდიოლი |
| 5. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COH}-\text{CH}_3$ | α -ამობუტალენგლიკოლი |
| CH_3- | 2-მეთილ-1,2-პროპანდიოლი |
| 6. $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ | β - იზობუტალენგლიკოლი |
| CH_3 | 2-მეთილ-1,3-პროპანდიოლი |

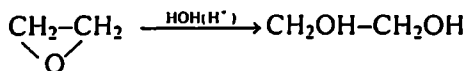
7.2.1.1. გლიკოლების მიღება

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

1. მიიღებიან დიჰალოგენნაწარმების ჰიდროლიზით, ტექნიკურად:



2. ეპოქსინაერთების ჰიდრატაციით:



ეთილენის ეპოქსი

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

7.2.1.2. ფიზიკური თვისებები

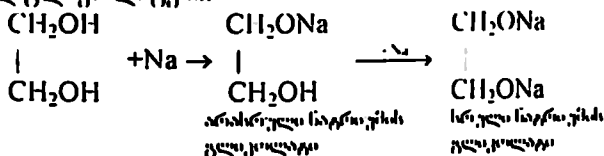
გლიკოლების დაბალი წერები არიან უსუნო, სქელი სითხეები. აქვთ ტკბილი გემო (ბერძ. გლიკუს-ტკბილი). წყალში კარგად იხსნებიან. მაღალი წერები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს, წყალში მცირედ იხსნებიან.

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

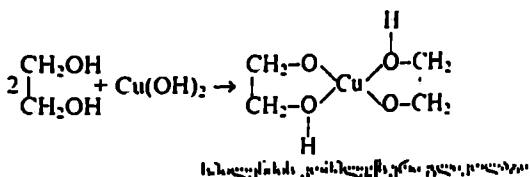
7.2.1.3. ქიმიური თვისებები

გლუკოლებს ახასიათებს ერთაგოისაზი სახრეგების ანალიზიკური ქიმიური თვისებები ამ განსხვავებით, რომ გლუკოლის ორი პიდროქსილის ჯგუფი რეაქციებში შეიძლება შევიდეს ერთდროულად ან ცალ-ცალკე.

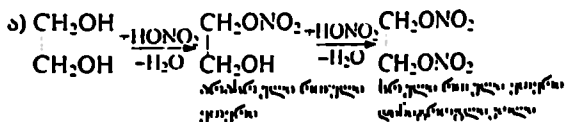
1. გლუკოლები ტიპე მეტალებთან იხლევიან არასრულ და სრულ გლუკოლაგებს:



ისინი, განსხვავებით ერთაგომიანი სპირტებისაგან, რეაქციაში შედიან ზოგიერთ მეტალის პიდროქსიდთან კომპლექსური გლოკოლაგის წარმოქმნით:

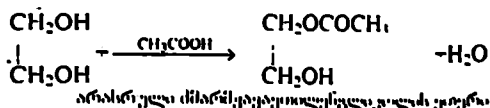


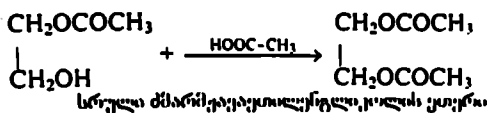
2. რეაქციაში შედიან როგორც არაორგანულ, ისე ორგანულ მეაგებთან, წარმოქმნიან არასრულ და სრულ რთულ ეთერებს:



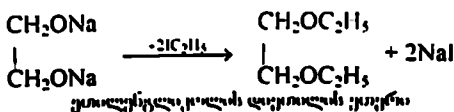
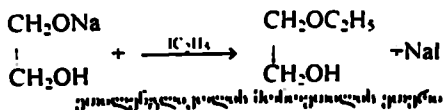
დამიგროგლიკოლი გამოსიყენება ფეოქეზადი ნაყოთიერებების დასამზადებლად, გრინიგროგლიცერინის შესაძეულად.

ბ) ორგანული მეაგის მოქმედება:





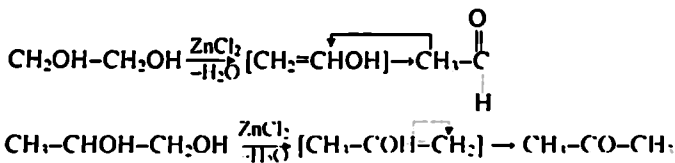
3. მარტივი ეთერის წარმოქმნა:



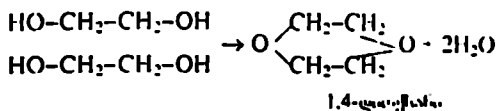
ეთილენგლიკოლის არასრული ეთილის ეთერი არის ნაგროლაქების, პიროქსილინის, აცეტატური ბოქოსა და, საერთოდ, ცელულოზის სხვა ნაწარმთა კარგი გამხსნელი.

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

ა) თუ გლიკოლებს გავაცხელებთ მეტეების, თუთიის ქლორიდის და სხვათა მონაწილეობით ხდება შიდამოლეკულური დეჰიდრაგაცია. ამ დროს ალდეჰიდები ან კეტონები წარმოიქმნება:



ბ) ეთილენგლიკოლის მცირე რაოდენობის გოგირდსეკიკისთან გაცხელებით ხდება მოლეკულათამორისი დეჰიდრაგაცია და წარმოიქმნება 1,4-დიოქსანი (ა. ფაქორსკი):



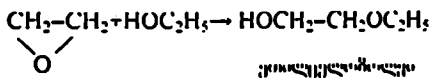
დიოქსანი სითხეა, წყალში კარგად იხსნება. გამოიყენება როგორც გამხსნელი ცელულოზის ეთერების, მეთების, ცხიმების, დაოქსანი მომწამელელია. შენახვის დროს წარმოქმნის ფეთქებად ნივთიერებს.

ორატომიანი სპირტებიდან ყველაზე უფრო დიდ ყურადღებას იპყრობს ეთილენგლიკოლი.

იგი გამოიყენება ანტიფრიზების (გაყინვაზე ხსნარების) დასამზადებლად. ეთილენგლიკოლი ჰიგროსკოპულია და ამ თვისების გამო იყენებენ სასაგამბო და მოსაზითი საღებავების დასამზადებლად. გამოყენებულია სისტემაური ბოჭკოს ლაქისა და მისაღებად. ეთილენგლიკოლაზოგმეტიას სრული ეთერი ძალიან ფეთქებადი და აზოზადებენ მისგან დინამიტს. ეთილენგლიკოლი საწამლადაა.

ეთილენგლიკოლის მონოეთილის ეთერი, ეთილენგლიკოლი.

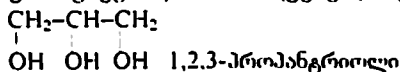
ეთილენის ოქსიდი წარმოადგენს რეაქციისუნარიან სითხეს. იგი არამდგრადი ციკლური ნაერთია. ყველა რეაქცია, რომელიც დაკავშირებულია ეთილენის ოქსიდის მიერთებასთან, იწვევს ბმის გახლეჩას. ასე ხდება მაგალითად ეთილენის ოქსიდთან ეთილენის მიერთება და ეთილენგლიკოლის მიმოქცევის ეთერის ანუ ეთილენგლიკოლის მიღება:



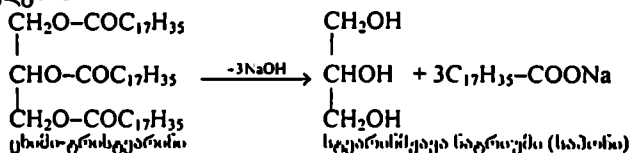
ეთილენგლიკოლი წარმოადგენს ძვირუას გამხსნელს ნატრო და აცეტილენგლიკოლისათვის, აგრეთვე ბუნებრივი და სინთეზური პოლიმერების, ლაქების და ემალებისათვის. გამოიყენებულია ხის გასაყენებლად და ლაქის ფენის მოსაცილებლად.

7.2.2. სამაგომიანი სპირტები

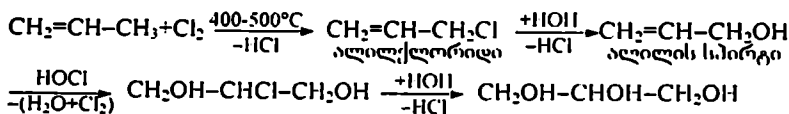
სამაგომიანი სპირტები თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ სამ პილ-
როქსილის ჯგუფს. უმარტივესი წარმომადგენელია გლიცერინი



გლიცერინი შედის ცხიმებისა და ზეთების მოლეკულის შემად-
გენლობაში. იგი მისილება ცხიმების პიდროლიზით (გასაყენა) პილ-
როლიზს ახდენენ მჟავების, ტუტეების ან ფერმენტების (ლიპაზა)
მოქმედებით:



გლიცერინი სინთეზურად მიიღება პროპილენიდან. უკანასკნე-
ლი კი მიიღება ნავთობის კრეკინგით.

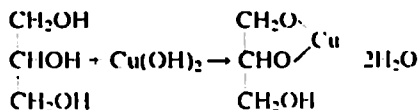


ფიზიკური თვისებები. გლიცერინი არის უფერო ტკბილი გე-
მოს სიროფისებრი სითხე. ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალ-
ში და სპირტში, არ იხსნება ეთერში. დუღს 290°C -ზე, ღვდება
 $+17^\circ\text{C}$ -ზე.

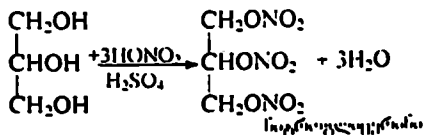
ქიმიური თვისებები. გლიცერინის ქიმიურ თვისებებს განაპო-
რობებს სამი პიდროქსილის არსებობა მოლეკულაში. იგი უფრო
მეტ მჟავურ ბუნებას აძლავნებს, ვიდრე ერთაგომიანი სპირტები.

1. როგორც ტუტე მეტალების, ასევე მეტალთა პიდროქსიდების
მოქმედებით წარმოქმნის არასრულ და სრულ გლიცერატებს. მაგა-
ლითად, გლიცერინისა და სპილენძის პიდროქსიდის ურთიერთქმე-
დებით მიიღება ლურჯი ხსნარი სპილენძის გლიცერატი (ეს არის

თვისებითი რეაქცია მრავალაგომიანი სპირტებისათვის):



2. გლაცერისზე მსიერალური და სარეკელი მეთეების მოქმე-
ლებით მთილება არასრული და სრული მარჯული და რთული ეთერე-
ბი. დიდი გექნიკური მნიშვნელობა აქვს აზოტკეკეის სრულ ეთერს
გრანტიგროგლაცერისს. სგი მთილება გლაცერისზე მსიერალური
ნარეების მოქმელებით (კონსტენტირებული გოგირდკეკეისა და
ამოგმეკეის ნარეები):

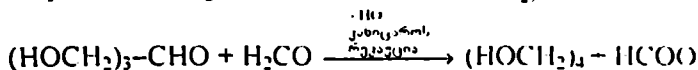
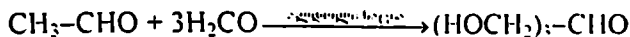


ნიტროგლიცერინი არის მოყვითალო ზეთისებური სითხე. წყალში არ იხსნება. სპირტში კარგად იხსნება. მისი ორთქლი მძიმეა ჰაერზე, გახურებით ან დარტყმით ძლიერ შეიძლება გაბოიყუდება დასაბამის წარმოებამდე.

გლაივერინი ღილი რაოდენობით გამოსაყენება კვების პრეწეულობაში სხვადასხვა სახის ლექთოვების, საკონდიტრო ნაწარმის დასამზადებლად. მისგან აშვადებენ სხვადასხვა სახის კანზე საყებ მალამოებსა და მედიკამენტებს, პლასტიკურ მასებს. ფუთებად ნიუთიერებებს, ლატებს, აქენებენ რიფარო ანგოფრისა და სხუ.

7.2.3. ოთხატომიანი სპირტი – პენტაერიტრიტი

ფორმალდეჰიდის გეგეების თანხლებით შეუძლია კონლენსირ
ბა სხვა ალდეჰიდებთან და მრავალატომიანი სპირტების წარმი
მნა. ფორმალდეჰიდის ასეთი კონლენსაციით ძმრის ალდეჰიდი
დეჰულობენ ოთხატომიან სპირტს – პენტაერიტრატს $C(CH_2OH)_4$



პენტაერიტრიტი გამოიყენება ფისების და ძლიერ ფეთქებადი ნივთიერების - ტეტრანიტროპენტაერიტრიტის - $\text{C}(\text{CH}_2\text{ONO}_2)_4$ მისაღებად.

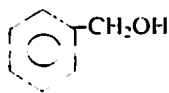
თავი VIII

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

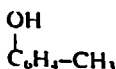


ბენზილის სპირტი

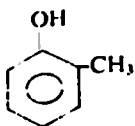
იმის მიხედვით, თუ რამდენი ჰიდროქსილის ჯგუფია დაკავშირებული არომატულ ბირთვთან, ანსხვავდებიან ერთატომიანი,ორატომიან და ა.შ. მრავალატომიან ფენოლებს.

8.2. ერთატომიანი ფენოლები

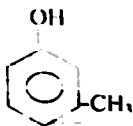
ერთატომიანი ფენოლების უმარტივესი წარმომადგენელია ფენოლი ანუ კარბოლის მეჟეა, სასტემატური ნომენკლატურით უწოდებენ ოქსიბენზოლს. ერთატომიანი ფენოლების შემდეგი წევრია კრეზოლი



რაციონალურ არსებობის სამი იზომერის სახით: ა.მ.ა.



ო-კრეზოლი
2-მეთილფენოლი



მ-კრეზოლი
3-მეთილფენოლი



პ-კრეზოლი
4-მეთილფენოლი

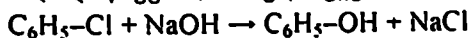
ფენოლების მიღება. ერთატომიანი ფენოლები მიიღებიან ქვანახშირის კუპრის ზეთის ანუ კარბოლის ზეთის ფრაქციიდან. ამ ფრაქციას ჯერ ამუშავებენ გუგით, რის შედეგადაც ფენოლი გადუყავთ ფენოლაგში, შემდეგ ამუშავებენ გოგირდმკაეის და ლებულოზის თაყისუფალ ფენოლს. უკანასკნელს მინარეკებისაგან გასუფთავების მიზნით გამოსდიან და მიიღება სუფთა ფენოლი.

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

1. სულფომკაყების მარილების შეღობა ტუკყებთან (ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია)

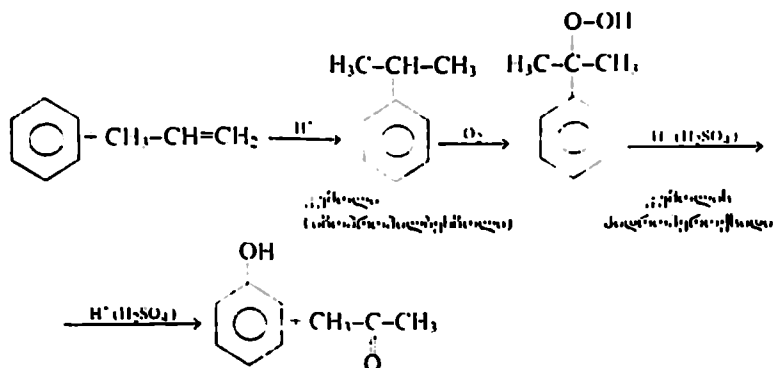


2. არომატული პალოგენნაწარმების პიდრულისჩის რეაქცია მიმდინარეობს ძლიერი ტუკყების მოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე (340°C) და მაღალი წნევის (200ატმ.) ქვეშ



3. დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ფენოლის მიღებას კუმოლის დაჟანგვით. ჯერ ანჰორციელებენ ბენზოლის ალკილირებას პროპილენით (ფრიდელ-კრაფტის რეაქცია) და ლებულობენ კუმოლს (იზოპროპილბენზოლი), რომელზეც მოქმედებენ ჟანგბადით (ფუტე კატალიზატორის თანაობით) და გარდაქმნიან კუმოლის პიდროპეროქსიდად. უკანასკნელი გოგირდმკაეის მოქმედებით გარდა-

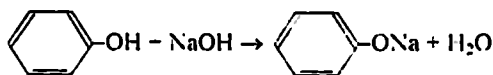
იქმნება ფენოლად და აცეტონად:



ფიზიკური თვისებები. ფენოლები წარმოადგენენ საპეციფიკური სუნის კრისტალურ ნივთიერებებს, წყალში ძნელად იხსნებიან, კარგად იხსნებიან სპირტში, ეთერსა და ბენზოლში. აქეთ უფრო მაღალი დუილისა და ლღობის ტემპერატურა ნაჯერ და ალსიკელურ სპირტებთან შედარებით.

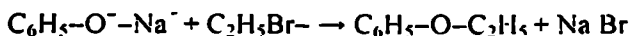
ქიმიური თვისებები. ფენოლის ქიმიური თვისებები განპირობებულია მისი ქიმიური აგებულებით.

1. სპირტებისაგან განსხვავებით ფენოლის მჟავური ბუნება ელინდება გუტებთან ურთიერთქმედების დროს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ალკოჰოლაგის მსგავსი ნივთიერება, რომელსაც ფენოლაგი ეწოდება.



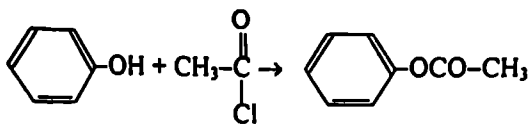
ნაჯერის ფენოლაგი

2. **ალკილირება.** ფენოლები ფენოლაგ-იონების სახით ადვილად შედიან რეაქციაში ალკიპალოგენილებთან და ისლუეიან მარტივ ეთერებს.



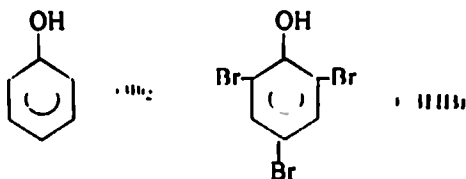
ეთილფენოლი (ფენილეთერი)

3. **აცილირება.** ფენოლზე კარბოქსილების ანჰიდრიდების ან ჰალოგენპიდრიდების მოქმედებით მიიღებიან რთული ეთერები:



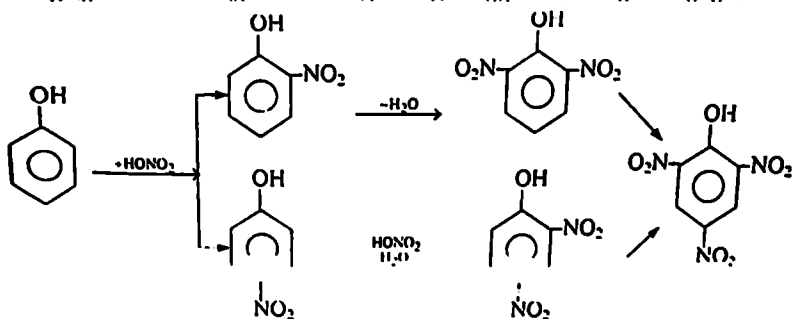
ფენილაცეტატი

4. პალოგენირება. ფენოლის პალოგენირება შესაძლებელია ახლად მომზადებული ბრომიანი წყლით. ბრომირების საბოლოო პროდუქტა გრიბრომფენილი, თეთრი ფერის ამორფული ნალექი, რომელიც თვისებრივ რეაქციას წარმოადგენს:



2,4,6-ტრიბრომფენილი

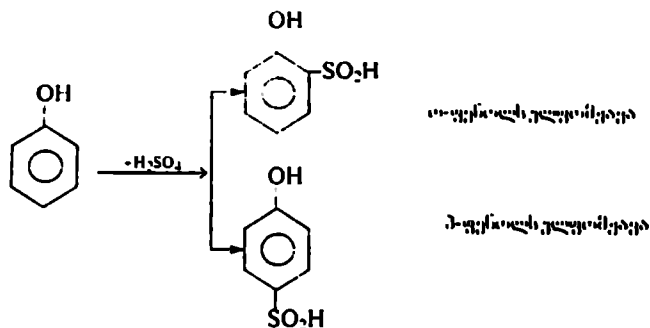
5. ნიტრირება. ფენოლის ნიტრირება გაცილებით უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლისა. ამ შეესიხევაში ნიტრირება ხორციელდება განზავებული ამოგმეავის მოქმედებით და მიიღება ო-და პ-ნიტროფენოლების ნარევი, რომელშიც ჭარბობს ო-იზომერი. შემდგომი ნიტრირება ხდება კონცენტრირებული ამოგმეავის მოქმედებით და მიიღება ო- და პ-ტრინიტროფენილი (სიკრინიკაჟა)



2,4,6-ტრინიტროფენილი
(სიკრინიკაჟა)

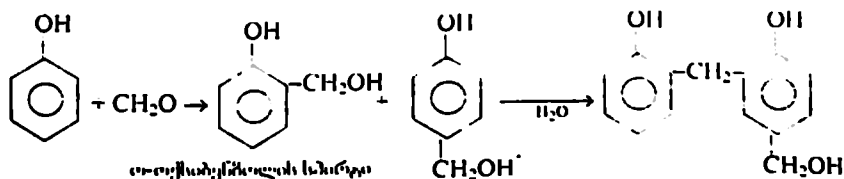
პიკრინმჟავა წარმოადგენს მერთალ-ყვითელ, ბზინვარე კრისტალურ, გახურებით ან დარტყმით ფუთქდება, ძლიერი მჟავაა, გაუფრთხილებელი ხმარებით იწვევს კანის ეგზემისისაგვარ დაავადებას.

6. სულფირება. ფენოლის სულფირების რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ო- და პ-ფენოლსულფომჟავები, ითახის ტემპერატურაზე კონცენტრირებული გოგირმჟავას მოქმედებით მიიღება ო-ფენოლსულფომჟავა, ხოლო 100°C-ზე მისი პ-იზომერი.

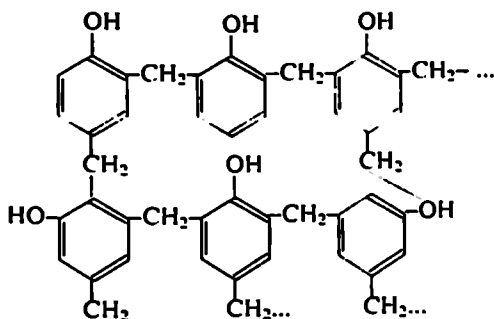


როგორც პალოგენფენოლები, ისე სულფო- და ნიტროფენოლები გამოიყენება შუალედი პროდუქტის სახით სხვადასხვა დიფენციონალური ნაერთების მისაღებად.

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



შემდეგ ფორმალდეჰიდის მოქმედებით ჯაჭვი იზრდება და ოქსიბენზოლური სპირტების პოლიკონდენსაციის საფეხურიანი 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 ააფია და დიდი გამოყენება აქვთ ტექნიკაში. მისგან ამზადებენ თერმორეაქტიულ პლასტმასებს, კომპოზიციურ მასალებს და სხვ.

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

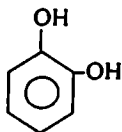
ფენოლს ახასიათებს ანტისეპტიკური და სადეზინფექციო თვისებები, ფენოლის 5%-იანი წყალხსნარი გამოყენებულია როგორც სადეზინფექციო საშუალება. იგი დიდი რაოდენობით გამოიყენება პლასტიკური მასების, საღებარების, ფეთქებადი ნივთიერების (პიკრინმჟავის), სალიცილის პრეპარატების და სხვათა მისაღებად.

კრებოლები. ო-, მ- და პ- კრებოლები ტექნიკაში დიდი რაოდენობით გამოიყენება.

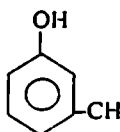
დენობით მიიღება ქვანახშირის კეპრიდან, კრებოლებს ფენოლის მსგავსად ახასიათებთ საღებზინფექციო თვისებები. ჰაგალითად, ღოზოლი, რომელიც საუკეთესო საღებზინფექციო საშუალებას წარმოადგენს, არის ო-, მ- და პ- კრებოლებისა და საპრის წყალხსნარის ნარევი. კრებოლები გამოყენებული არიან პლასტიკური მასების, ანტიოქსიდანტების (დაქანჯვის ინჰიბიტორები) და სხვა ნივთიერებათა მისაღებად.

8.3. ორაგომიანი ფენოლები

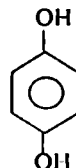
ისინი შეიცავენ ორ ჰიდროქსილის ჯგუფს ბენზოლის ბირთვში. არსებობენ სამი იზომერის სახით (ო, მ და პ):



ო-დიოქსიბენზოლი
პროკატეჟინი



მ- დიოქსიბენზოლი
რეზორცინი



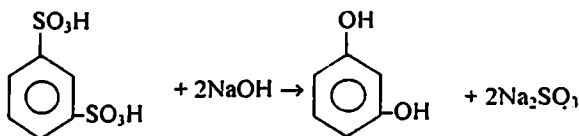
პ- დიოქსიბენზოლი
ჰიდროქინონი

იხმარება გრივიალური სახელწოდებაც პროკატეჟინი, რეზორცინი, ჰიდროქინონი.

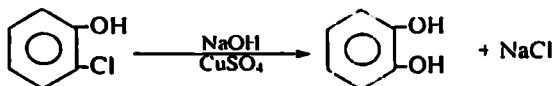
ზოგიერთი ორაგომიანი ფენოლები ნაწარმების სახით გვხვდება მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში, მთრიმლავ ნივთიერებებსა და ფისებში.

მიღება.

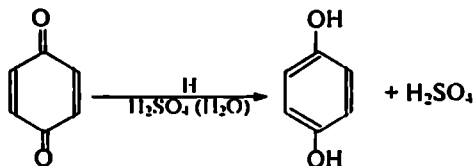
1. ორაგომიანი ფენოლები მიიღებიან ბენზოლის ელფომეაჟების მარილების გუტეებთან შეღღობით:



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



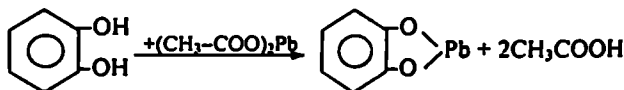
3. ორატომიანი ფენოლები (ო, მ და პ-იზომერი) წარმოიქმნებიან შესაბამისი ქინონების ალდგენით, ალმდგენლად იყენებენ გოგირდოვან მჟავას ან რკინას



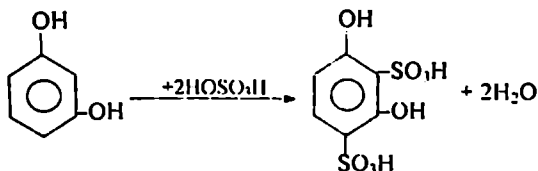
ფიზიკური თვისებები. ორატომიანი ფენოლები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს. ო, მ და პ-იზომერი წყალში კარგად იხსნება. პაერზე ადვილად იფანგებიან და ლებულობენ მუქ ფერს.

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

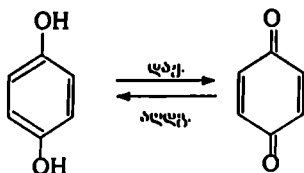
1. ერთატომიანი ფენოლები უფრო ძლიერი მჟავური ბუნებით ხასიათდებიან, ვიდრე ერთატომიანი ფენოლები. ისინი იბლევან მარილებს, არა მარტო მეტალებთან, არამედ ზოგიერთ მძიმე მეტალებთანაც. მაგალითად, პიროკატეჟინზე ტყვიის აცეტატის მოქმედებით წარმოიქმნება წყალში უხსნადი ტყვიის მარილი:



ჰიდროქსილის არსებობის გამო მსუბუქ პირობებში მიმდინარეობს სულფირებისა და ნიტრირების რეაქციები:

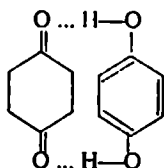


ორატომიანი ფენოლები იქანგებიან. ჰიდროქსიონი გაცილებით უფრო ადვილად იქანგება, ვიდრე პიროკატეჟინი და რეზორცინი. ჰიდროქსიონის დაქანგვა შეიძლება განხორციელდეს FeCl_3 ან ზოგიერთი დამქანგავის მოქმედებით.



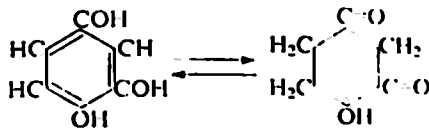
ამ რეაქციის დროს ადგილი აქვს ორმაგი ბმების გადაჯგუფებას. ეს მოვლენა ცნობილი ქინოიდური გადაჯგუფების სახელწოდებით.

ქინონების აღდგენით მიიღებიან ჰიდროქსიონები. ამ პროცესის დროს, როგორც რეაქციის შუალედური პროდუქტები წარმოიქმნებიან შეფერილი კომპლექსები. მაგალითად ჰიდროქსიონის აღდგენის დროს წარმოიქმნება ქინპიდრონი



ქინპიდრონი

რეზორცინი არსებობს კეტონოლური ტაუტომერიის სახით:



ქაილაური ფორმა

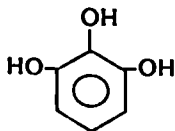
კეტონური ფორმა

ორატომიანი ფენოლები განსაკუთრებით პიროკატეჟინი, პიდროჟინონი ფართოდ გამოიყენება ფოტოგრაფიაში, როგორც გამაჟღერებელი.

რემორცინი ნაკლებად შხამიანია, ვიდრე პიროკატეჟინი და პიდროჟინონი. იგი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც ანტისეპტიკური საშუალება. დიდი რაოდენობით მას იყენებენ საღებარეზოს მისაღებად.

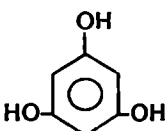
8.4. სამატომიანი ფენოლები

სამატომიანი ფენოლები გვხვდება სამი იზომერის სახით:



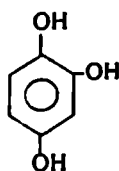
პიროკატეჟინი

1,2,3-ტრიჰიდროქსიბენზოლი



ფლოროგელუცინი

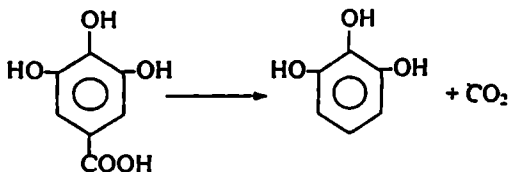
1,3,5-ტრიჰიდროქსიბენზოლი



ოქსიპიდროჟინონი

1,2,4-ტრიჰიდროქსიბენზოლი

პიროგალოლი მიიღება გალის მჟავას დეკარბოქსილირებით



სამატომიანი ფენოლები კრისტალური ნივთიერებებია. წყალში კარგად იხსნებიან (ფლოროგელუცინი მცირე რაოდენობით იხსნება).

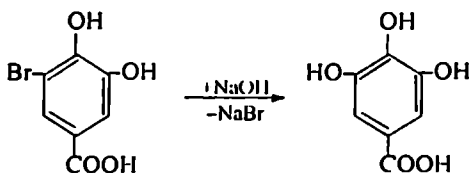
ბა) რკინის ქლორიდთან პიროგალოლი გვაძლევს წითელ ფერს, ოქსიპიდროქინონი – მოყავისფრო-მწვანე ფერს, ფლოროგლუცინი კი ღია ლურჯ-იისფერს.

პიროგალოლი არის ძლიერი აღმდგენელი, მას იყენებენ აირების ანალიზის დროს როგორც ქანგბადის მშთანთქმელს. იგი გამოიყენება აგრეთვე ფოტოგრაფიასა და საღებარეობის წარმოებაში. ოქსი-პიდროქინონის ნაცულად იყენებენ აირების ანალიზის დროს.

ფლოროგლუცინი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში რთული ნაერთების სახით. იგი შედის მრავალი ბუნებრივი საღებარეობის – 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 პიროკატეჟინის მჟავის ჰალოგენაწარმის გუტესთან შედუღებით:



5-ბრომპიროკატეჟინის მჟავა

გალის მჟავა

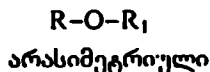
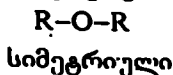
გალის მჟავა – კრისტალური ნივთიერებაა, აქვს ძლიერი აღმდგენლობითი უნარი.

ჩინური ტანინი წარმოადგენს გლუკოზის ეთერის, დიგალის და გალის მჟავების ნარევს. ე.ფიშერმა შეძლო მიეღო გლუკოზიდან და გალის მჟავებიდან პენტაეთერი, რომელსაც გააჩნდა ტანინის ყველა ძირითადი თვისებები.

ტანინები გამოიყენება ტყავის გამოცუქიანისათვის (ტყავის თრიმელა) და ქსოვილების შეღებვისას.

8.6. მარტივი ეთერები

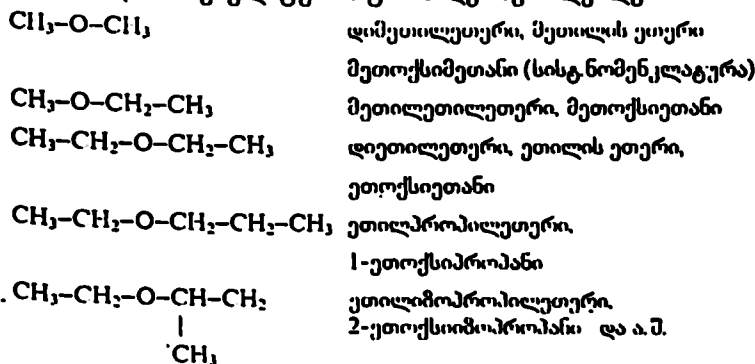
მარტივი ეთერები ისეთ ნაერთებს ეწოდება, რომლებშიც ორი ნახშირწყალბადის რადიკალი, ეანგბადის საშუალებითაა შეკავშირებული, ან ისინი შეიძლება განვიხილოთ როგორც სპირტი, რომლის ჰიდროქსილის H ატომი შეცვლილია რადიკალით. რადიკალები შეიძლება იყოს ერთნაირი, მათ სიმეტრიული მარტივი ეთერი ეწოდება, თუ სხვადასხვა რადიკალებს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



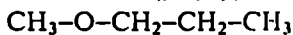
8.6.1. იზომერია, ნომენკლატურა

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

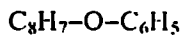
როგორც ზოგადი ფორმულიდან ჩანს, მარტივი ეთერებში იზომერიას და ნომენკლატურას განსაზღვრავს ალკილები:



ეთერების გრივიალური სახელწოდება რადიკალების სახელუბიდან იწარმოება, ეთერის მიმატებით სისტემატიური ნომენკლატურის მიხედვით ყველაზე გრძელი ნახშირწყალბადის რადიკალის სახელს ემატება პრეფიქსი ალკოქსი (R-O-), ხოლო ფენილის ეთერებისათვის არილოქსიჯუფის (Ar-O-) სახელი მაგალითად:

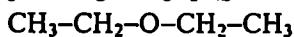
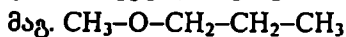


მეთოქსიპროპანი

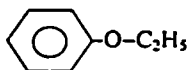


ფენოქსიფენი

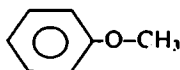
მარტივი ეთერებისათვის, გარდა ჩვეულებრივი იზომერიისა, განსაკუთრებული სახის სტრუქტურული იზომერიაც არის შესაძლებელი, რომელიც მეტამერიის სახელით არის ცნობილი. მეტამერები ისეთ იზომერულ ეთერებს ეწოდებათ, რომლებიც ერთი მეორისაგან მოლეკულაში ჟანგბადის მდებარეობით განსხვავდებიან.



ფენოლების მარტივი ეთერები:



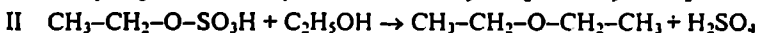
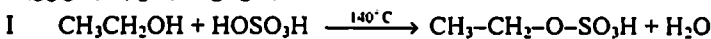
ფენეტოლი



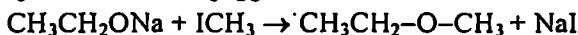
ანიზოლი

8.6.2. მარტივი ეთერების მიღების მეთოდები

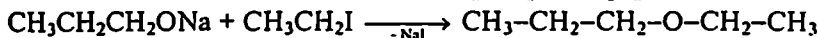
1. მარტივი ეთერები მიიღებიან 2 მოლეკულა სპირტიდან 1 მოლეკულა წყლის გაცლით



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



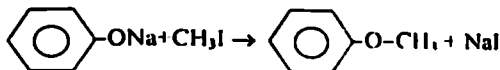
მეთილეთილის ეთერი



ეთილპროპილის ეთერი

ფენოლების მარტივი ეთერები შეიძლება მივიღოთ ფენოლა-

ტების ალკილირებით:



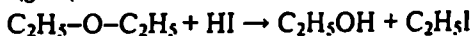
8.6.3. ფიზიკური თვისებები

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 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ 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.

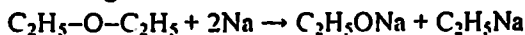
8.6.4. ქიმიური თვისებები

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

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

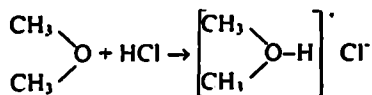


2. მარტივი ეთერები მეტალ ნატრიუმის მოქმედებით იშლებიან გაცხელებით (შორიგინი)



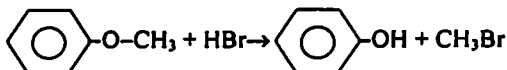
3. მარტივ ეთერებს დაბალ ტემპერატურაზე ძლიერ მინერალურ მჟავებთან რეაგირების უნარი აქვთ ოქსონიუმის მარილების

წარმოქმნით (ოქსონიუმის მარილების აგებულება ამონიუმის მარილების აგებულების ანალოგიურია)



ქლორაინი დამკვიდრებულია

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 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O-C}_2\text{H}_5$ 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.

1. ა.ს. ჩიჩიბაბინსი "ორგანული ქიმიის ძირითადი საწყისები" ტომი I, II. "განათლება", 1964, 1972.
2. ლ.გ.გაბრიელიძე "ორგანული ქიმია" I, II ნაწილი. "განათლება" 1986, 1987.
3. А.А. Петров, Х. Бальян, А.Т. Троценко. «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.

თავი I

1.1. ორგანული ქიმიის საგანი და მისი განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა	3
1.2. პირველი თეორიული შეხედულებები ორგანულ ქიმიასში	5
1.3. კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები ორგანულ ქიმიასში ქიმიური ბმების ელექტრონული თეორია	23
1.4. ნახშირბადის ვალენტური მდგომარეობა. ჰიბრიდიზაცია	25
1.5. ნახშირბადატომის პირველი საეალენტო მდგომარეობა SP^3 ჰიბრიდიზაცია	26
1.6. ნახშირბადატომის მეორე საეალენტო მდგომარეობა. SP^2 ჰიბრიდიზაცია	27
1.7. ნახშირბადის მესამე საეალენტო მდგომარეობა SP ჰიბრიდიზაცია	28
1.8. ქიმიური ბმის ტიპები. ბმის წარმოქმნა. მოლეკულური ორბიტალი	30
1.8.1. იონური ანუ ელექტროსტატიკური ბმა	30
1.8.2. წყალბადური ბმა	31
1.8.3. კოვალენტური ანუ პომეოპოლარული ბმა	32
1.9. პოლარიზაცია და პოლარიზებადობა	36
1.10. ორგანული რეაქციების კლასიფიკაცია და მათი მექანიზმი	36
1.11. ცნება ფუნქციონალური ჯგუფების შესახებ	41
1.12. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია	42

თავი II

2.1. ნახშირწყალბადები	43
2.2. ალკანები (ნაჯერი ნახშირწყალბადები, პარაფინები)	43
2.3. იზომერია, ნომენკლატურა	43
2.4. ალკანების მიღების ხერხები	48
2.4.1. ფიზიკური თვისებები	49
2.4.2. ქიმიური თვისებები	50
2.4.3. ჩანაცვლების რეაქციები	50
2.5. მეთანი	54

2.6. ალკენები (ეთილენური ნახშირწყალბადები, ოლეფინები)	55
2.6.1. იზომერია და ნომენკლატურა	55
2.6.2. ოლეფინების ძილება	57
2.6.3. ფიზიკური თვისებები	59
2.6.4. ქიმიური თვისებები	60
2.7. ალკადიენები (დიენური ნახშირწყალბადები)	66
2.7.1. იზომერია და ნომენკლატურა	67
2.7.2. მიღების მეთოდები	68
2.7.3. ფიზიკური თვისებები	70
2.7.4. შეუღლებული ორმაგბმადანი ალკადიენების აგებულება და ქიმიური თვისებები	70
2.8. ალკინები (აქეტილენური ნახშირწყალბადები)	73
2.8.1. იზომერია, ნომენკლატურა	73
2.8.2. მიღების ხერხები	74
2.8.3. ფიზიკური თვისებები	75
2.8.4. ქიმიური თვისებები	75
2.8.5. შეერთების რეაქციები	76
2.8.6. ჩანაცვლების რეაქციები	78
თავი III.	81
3.1. ალიციკლური ნაერთები	81
3.1.1. ნომენკლატურა	81
3.1.2. იზომერია	83
3.1.3. მიღების ხერხები	84
3.2. ბაიერის ძაბვის თეორია	86
3.2.1. ფიზიკური თვისებები	87
3.2.2. ქიმიური თვისებები	87
3.2.3. ტერმინები	90
თავი IV	93
4.1. არომატული ნახშირწყალბადები (არენები)	93
4.2. ბენზოლის ჰომოლოგები. იზომერია და ნომენკლატურა	96
4.3. არომატული ნახშირწყალბადების მიღება	99
4.3.1. ფიზიკური თვისებები	100
4.3.2. ქიმიური თვისებები	100

4.4. ჩანაცვლების წესები ბენზოლის ბირთვში	104
4.5. ცალკეული წარმომადგენლები	106
4.6. მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები და მათი ნაწარმები	108
4.7. კონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები	110
4.7.1. ნაფტალინი	110
4.7.2. ნაფტალინის სტრუქტურის დადგენა	110
4.7.3. ფიზიკური თვისებები	113
4.7.4. ქიმიური თვისებები	113
4.7.5. შეერთების რეაქციები	113
თავი V	117
5.1. ნახშირწყალბადების მონო- და პოლიჰალოგენნაწარმები	117
5.2. ალკანების მონოჰალოგენნაწარმები (ჰალოგენალკილები)	117
5.2.1. იზომერია, ნომენკლატურა	117
5.2.2. მონოჰალოგენალკანების მიღება	118
5.2.3. ფიზიკური თვისებები	119
5.2.4. ქიმიური თვისებები	120
5.3. დი- და პოლიჰალოგენნაწარმები	122
5.3.1. იზომერია, ნომენკლატურა	122
5.3.2. ცალკეული წარმომადგენლები	123
5.4. უჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმები	125
5.4.1. მიღების ხერხები	125
თავი VI	127
6.1. არომატული ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმები	127
6.1.1. მიღების ხერხები	127
6.1.2. ფიზიკური თვისებები	129
6.1.3. ქიმიური თვისებები	129
თავი VII	131
7.1. სპირტები	131
7.1.1. იზომერია, ნომენკლატურა	132
7.1.2. მიღების ხერხები	133
7.1.3. ფიზიკური თვისებები	134

7.1.4. ქიმიური თვისებები	135
7.2. უჯერი სპირტები	139
7.2.1. ორატომიანი სპირტები (გლიკოლები)	140
7.2.1.1. გლიკოლების მიღება	142
7.2.1.2. ფიზიკური თვისებები	142
7.2.1.3. ქიმიური თვისებები	143
7.2.2. სამატომიანი სპირტები	146
7.2.3. ორატომიანი სპირტი – პენტაერიტრიტი	147
თავი VIII	148
8.1. არომატული ოქსინაერთები	148
8.2. ერთატომიანი ფენოლები	148
8.3. ორატომიანი ფენოლები	154
8.4. სამატომიანი ფენოლები	157
8.5. ტანინები. ცალის მკევა	158
8.6. მარტივი ეთერები	159
8.6.1. იზომერია, ნომენკლატურა	159
8.6.2. მარტივი ეთერების მიღების მეთოდები	160
8.6.3. ფიზიკური თვისებები	161
8.6.4. ქიმიური თვისებები	161

**ქუთაისის ნ.გუსხელიშვილის სახელობის
სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტი
ახალგაზრდობის პრ. 98
გამომცემლობა "ქუთაისის ტექნიკური უნივერსიტეტი"**

**ტექნიკური რედაქტორი: ნ. პატარაია
კომპიუტერული გრაფიკა
და დაკაბადონება: ლევან იოგაძე
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 12.01. 2006
გადაეცა წარმოებას 19.01.2006
საბეჭდი ქაღალდი A5.
პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 10,5.
შეკვეთა 07, გირაჟი 50.**