

დ. გაბრიაცე

# ორგანული ქიმია

I ნაწილი

ალიფატური ნაერთები

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტრომ  
დაამტკიცა სახელმძღვანელოდ პედაგოგიური ინსტიტუტების სტუდენტთათვის.

რედაქტორი დოც. შ. მიქაძე

სახელმძღვანელოში გაშუქებულია ორგანულ ნაერთთა აღნაგობის საკითხები, ასეთი ნაერთების სინთეზის მეთოდები და ამ მიმართებით საბჭოთა ქიმიკოს მეცნიერთა ღირდი ღაღსახურება, ნაჩვენებია ორგანული ქიმიის როლი სახალხო მეურნეობის განვითარებაში.

წიგნი შედგენილია პედაგოგიური ინსტიტუტების ქიმია-ბიოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებისათვის განკუთვნილი პროგრამის შესაბამისად. ის სარგებლობას მოუტანს აგრეთვე ყველა იმ უმაღლესი სასწავლებლის სტუდენტებს, სადაც კი ორგანული ქიმია ისწავლება.

რეცენზენტები: დოც. რ. პაპავა  
დოც. დ. წაქაძე

## წინასიტყვაობა

ჩვენი საუკუნის უკანასკნელ წლებში ორგანული ქიმია დიდი სიჩქარით ვითარდება. ქიმიის ამ დარგში აღმოჩენები ხასიათდება დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობით.

ორგანული ქიმია შეიჭრა სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში და ადამიანის ყოფა-ცხოვრებაში. მის მონაპოვარზე დიდადაა დამოკიდებული სახალხო მეურნეობის პროგრესი. ორგანულ ქიმიას განუზომლად შეუწყო ხელი კვანტურ-მექანიკურმა წარმოდგენებმა ორგანულ ნაერთთა რთული ბუნებას შეცნობის საქმეში.

თანამედროვე ორგანული ქიმიის მეშვეობით შესაძლებელი გახდა ისეთი ბუნებრივი რთული ნაერთების შესწავლა, როგორცაა ცილები, ჰორმონები, ნუკლეინის მჟავები და სხვ. დღეისათვის მოლეკულურ დონეზე შესწავლილია ზოგიერთი ცილის, ჰორმონისა და ნუკლეინმჟავას აღნაგობა. ამასთან, სინთეზირებულია მრავალი რთული ბუნების ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, რომლებმაც უშუალო გამოყენება პოვა მედიცინასა და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

ორგანული ქიმიის განვითარების დონე დიდ შესაძლებლობას იძლევა სტუდენტ ახალგაზრდობაში მატერიალისტური მსოფლმხედველობის ჩამოყალიბების მხრივ. მისი საშუალებით ვერკვევით ბუნების რიგ რთულ მოვლენებში, რომელთა გაგება წინათ შეუძლებელი იყო. შემუშავებულია მწყობრი მატერიალისტური თეორიული კონცეფცია, რომლითაც შეიძლება სტუდენტებს ვასწავლოთ საერთოდ ქიმია და, კერძოდ, ორგანული ქიმია მტკიცე, ლოგიკურ საფუძვლებზე დაყრდნობით.

ორგანული ქიმიის უაღრესად სწრაფი განვითარება, საჭიროსა და აუცილებელს ხდის არსებული სახელმძღვანელოების გადამუშავებასა და ახლის გამოცემას.

პედაგოგიური ინსტიტუტების ქიმია-ბიოლოგიისა და ბიოლოგია-ქიმიის სპეციალობის სტუდენტებისათვის ორგანული ქიმიის სახელმძღვანელო რუსულ ენაზეა გამოცემული. აღნიშნული სპეციალობებისათვის ორგანული ქიმიის სახელმძღვანელოს ქართულ ენაზე გამოცე-

მა ნაკარნახევია იმ აუცილებელი გარემოებით, რომ მოქმედი პროგრამით გათვალისწინებული მასალების მოძებნა სტუდენტებს უხდებოდათ სხვადასხვა სახელმძღვანელოსა და დამხმარე ლიტერატურაში, რაც დიდ ღირს ართმევს, ამასთან დიდი სიძნელეების წინაშე აყენებს მათ.

წინამდებარე სახელმძღვანელოში მეტ-ნაკლები სიღრმითა და მოცულობით განხილულია ყველა ის საკითხი, რომელიც გათვალისწინებულია ორგანული ქიმიის პროგრამაში.

სახელმძღვანელოში მასალის განხილვის თანამიმდევრობა მოცემულია ავტორის მრავალწლიანი პედაგოგიური გამოცდილების მიხედვით.

წინამდებარე წიგნი დახმარებას გაუწევს სტუდენტებსა და საშუალო სკოლის ქიმიის მასწავლებლებს, აგრეთვე უმაღლესი პედაგოგიური სასწავლებლების ახალგაზრდა პედაგოგებს.

## თ ა ვ ი

### შ ე ს ა ვ ა ლ ი

#### 1. ორგანული ქიმიის საბანი და მისი განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა

ორგანული ქიმია არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის ნახშირბადის ნაერთებს. კ. მარქსის მეგობარმა, ცნობილმა ქიმიკოსმა კ. შორლენმერმა ორგანულ ქიმიას უწოდა ნახშირწყალბადებისა და მათ ნაწარმთა ქიმია. მაშასადამე, ორგანული ქიმიის კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ნახშირბადის შემცველი ნაერთები.

ორგანული ქიმია არის ქიმიის უაღრესად დიდი დარგი, რომელიც დღეისათვის ითვლის სამ მილიონზე მეტ ნაერთს, აქედან ბევრი ნაერთი გამოყოფილია მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმებიდან, ხოლო უფრო მეტი მიღებულია სინთეზური გზით. ორგანულ ნაერთთა რიცხვი დღითი დღე მატულობს. ნახშირბადატომის სპეციფიკური ბუნება, რომლითაც იგი განსხვავდება სხვა ქიმიური ელემენტების თვისებებისაგან, საფუძველს იძლევა ვთქვათ, რომ ნახშირბადს შეუძლია მოგვეცეს ნაერთთა განუსაზღვრელი რიცხვი.

ნახშირბადის სპეციფიკური ბუნება, რომლითაც იგი გამოირჩევა დ. ი. მენდელეევის პერიოდული სისტემის სხვა ელემენტებისაგან, გამოიხატება ნახშირბადატომების ერთმანეთთან და სხვა ელემენტის ატომებთან შეერთებაში მარტივი, ორმაგი და სამმაგი ბმით. ამასთან, ნახშირბადატომს აქვს უნარი წარმოქმნას ნახშირბადატომთა გრძელი, სწორი და განტოტვილჯაჭვიანი ნაერთები. ნაერთები შეიძლება იყოს დახურულჯაჭვიანიც. ღია და დახურულჯაჭვიან ნაერთებში ნახშირბადატომებთან ერთად ბევრ შემთხვევაში მონაწილეობს ერთი ან რამდენიმე ჰეტეროატომი (ნახშირბადატომისაგან განსხვავებული ელემენტის ატომები). გარდა აღნიშნულისა, ნახშირბადნაერთების რაოდენობრივი ზრდის ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს იზომერიის მოვლენა (ცხრ. 12), რომელიც თავისი მრავალსახოვანი ფორმებით გვხვდება ყველა კლასის ორგანულ ნაერთებში.

ორგანული ნაერთების დიდი ნაწილი ელემენტური შედგენილობი-

თა და აგებულებით უფრო რთულია, ვიდრე მინერალური ნაერთები. ორგანული ნაერთების შემთხვევაში, საქმე გვაქვს არაორგანულ ნივთიერებებთან, შედარებით უფრო რთული ბუნების მატერიასთან. ამიტომ ორგანული ქიმიის განვითარების შემდგომ (მაღალ) საფეხურს წარმოადგენს. ორგანული ნაერთები მინერალურ ნაერთებთან შედარებით თერმობილურნი არიან. გამოწვევის გარდა ყველა ორგანული ნაერთები 300 — 400°C-ზე იშლებიან.

ზოგიერთ ორგანულ ნივთიერებას არაინდივიდუალურ მდგომარეობაში კაცობრიობა იცნობდა უძველესი დროიდან. ასე მაგალითად, იცოდნენ შაქრის შემცველი პროდუქტებიდან სპირტიანი სასმელების მიღების მეთოდი, ყურძნის წვენიდან ამზადებდნენ ღვინოს, ღვინის დაძმარებით იღებდნენ ძმარს. წინასტორიულ პერიოდში ცნობილი იყო ისეთი საღებრები, როგორცაა პურპური (ღებულობდნენ განსაკუთრებული სახის მოლუსკებიდან), ინდიგო, ალიზარინი და სხვ. ამასთან, ფლობდნენ ქსოვილთა ღებვის საქმეს.

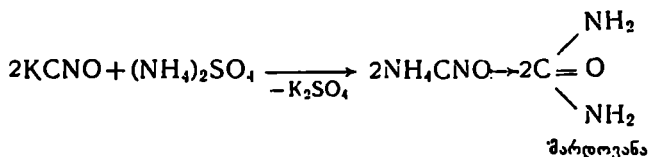
ღვინიდან ღვინის სპირტისა და ძმრიდან ძმარმჟავას გამოყოფა გაცილებით გვიან შეძლეს. ღვინის გამოხდით ღვინის სპირტი მიიღეს ალქიმის პერიოდში. მრავალი საუკუნის მანძილზე ცნობილი იყო მხოლოდ ძმარმჟავა. მე-16 საუკუნეში მიიღეს ბენზოისა და ქარვის მჟავა. მე-18 საუკუნეში მიიღეს ღვინის, მჟაუნის, ლიმონის, ვაშლისა და სხვა მჟავები. ამავე საუკუნეში მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმებიდან გამოყვეს მრავალი სხვადასხვა ნივთიერება, რომლებიც თვისებებით განსხვავდებოდა მინერალური წარმოშობის ნივთიერებებისაგან.

ნივთიერებათა კლასიფიკაციას ზაფუძვლად დაედო, თუ ბუნების რომელი სამეფოდან (მინერალური, მცენარეული და ცხოველური) იყო გამოყოფილი ნივთიერება. მაგალითად, პოტაშს აკუთვნებდნენ მცენარეულ ნივთიერებებს, რადგან იგი მიიღეს მცენარის ნაცრიდან, ამიაკს თვლიდნენ ცხოველურ ნივთიერებად შარდში არსებობის გამო. ამავე მიზეზით ქარვის მშრალად გამოხდით მიღებულ ქარვმჟავას აკუთვნებდნენ მინერალურ ნივთიერებებს და ა. შ.

მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმებიდან გამოყოფილ ნივთიერებათა ბუნების შესწავლით მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ამ ნივთიერებებს ბევრი რამ აქვთ საერთო. აქედან გამომდინარე მე-19-საუკუნის პირველ წლებში ბერცელიუსმა შემოიღო სახელწოდება — ორგანული ქიმიის. ორგანულის ქვეშ გააერთიანეს მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებები. ამრიგად, იმ დროისათვის. ნაცვლად სამისა გამოიკვეთა ნივთიერებათა ორი მთავარი კლასი — მინერალური და ორგანული. მინერალურ ნივთიერებათა ქიმიას უწო-

დეს არაორგანული ქიმიის, ხოლო ორგანულ ნივთიერებათა შემსწავლელ დარგს — ორგანული ქიმიის.

ლაუაზიე თვლიდა, რომ არაორგანული ნივთიერებები შეიცავენ მარტივ რადიკალებს, ხოლო ორგანული — რთულ რადიკალებს. უკანასკნელის შედგენილობაში შედის ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი და ფოსფორი. თანაც, მისი აზრით, არაორგანული ნაერთების მიღება შეიძლება ორგანიზმების გარეშე. ორგანულ ნივთიერებებს წარმოქმნიან მხოლოდ ცოცხალი ორგანიზმები და მათი მიღება შეუძლებელია ჩვეულებრივი ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით. ლაუაზიეს აღნიშნულ შეხედულებებს იზიარებდა ბერცელიუსი, რის საფუძველზეც შექმნა ვიტალისტური (ლათ. vitalis — სასიცოცხლო) თეორია, რომლის მიხედვით ორგანული ნაერთების მიღება ხდება „სასიცოცხლო ძალის“, სხვაგვარად რომ ვთქვათ, „ზებუნებრივი ძალის“ მეშვეობით და არა მატერიალური მიზეზებით. ვიტალისტურ თეორიას იმ დროის ქიმიკოსები იზიარებდნენ, რადგან ცდები, რომლებიც ტარდებოდა ცოცხალი ორგანიზმების გარეშე ორგანული ნივთიერებების მიღების მიმართულებით, უშედეგოდ მთავრდებოდა. მაგრამ მოხდა ის, რაც მოსალოდნელი იყო. ბერცელიუსის მოწაფემ ველერმა 1828 წელს კალიუმის ციანატისა და ამონიუმის სულფატის წყალხსნარის აორთქლებით მიიღო შარლოვანა:



1842 წელს რუსმა მეცნიერმა ნ. ნ. ზინინმა ნიტრობენზოლის აღდგენით მიიღო ანილინი.

1845 წელს კოლბემ ორგანიზმების გარეშე მიიღო ძმარმჟავა. ამას მოჰყვა ცხიმების სინთეზი, რომელიც ბერთლომ განახორციელა 1854 წელს.

1861 წელს ა. მ. ბუტლეროვმა სინთეზური გზით პირველმა მიიღო შაქროვანი ნივთიერება. მომდევნო წლებში სინთეზური გზით მიიღეს მრავალი სხვადასხვა ორგანული ნივთიერება. ამ გარემოებამ საბოლოოდ განამტკიცა აზრი იმის შესახებ, რომ ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნა, ისე როგორც არაორგანულის, ექვემდებარება ბუნების საერთო კანონებს, და ქიმიის, როგორც მეცნიერება, წარმოადგენს ერთ მთლიანს. მისი სხვადასხვა დარგებად დაყოფა ნაკარნახევი, მხოლოდ დიდაქტიკური მოსაზრებებით.

ქიმიის ერთ მთლიან მეცნიერებად აღიარებამ საფუძველი გაშო-

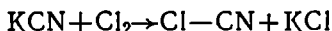
აცალა ვიტალისტურ თეორიას, კერძოდ, იდეალისტურ მიმდინარეობას — ვიტალიზმს ქიმიკში და მოგვცა მატერიალისტური მსოფლმხედველობის ქეშმარიტების უტყუარი პრაქტიკული დადასტურება.

ფ. ენგელსი ქიმიკსა და მის ისტორიაში ხედავდა მატერიალისტური დიალექტიკის კანონების გამოხატულებას და ქიმიურ აღმოჩენებს პირველ რიგში აფასებდა ფილოსოფიური თვალსაზრისით.

დიალექტიკის კანონები — რაოდენობრივობის გადასვლა თვისებრივობაში, დაპირისპირებულთა ერთიანობა, უარყოფის უარყოფა წარმოადგენს ორგანული ქიმიის განვითარების საფუძველთა საფუძველს. მარქსისტულ-ლენინური ფილოსოფიისა და დიალექტიკური კანონების ქეშმარიტება რელიეფურადაა გამოხატული ორგანულ ნაერთთა ბუნებაში, მათ ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებში.

ორგანულმა ქიმიამ უპარესად დიდი როლი ითამაშა მატერიალისტური მსოფლმხედველობის ფორმირებაში.

ორგანული ქიმიის დარგში პირველი თეორიული წარმოდგენები დაკავშირებულია გეი ლუსაკის (1815 წ.) მიერ ციანნაერთების შესწავლასთან. გამოიჩქვა, რომ ციანნაერთების ქიმიური გარდაქმნების დროს რამდენიმე ატომისაგან წარმოქმნილი ჯგუფი უცვლელად გადადის ერთი ნივთიერების მოლეკულიდან მეორეში, ელემენტების ატომების ერთი ნივთიერებიდან მეორეში გადასვლის ანალოგიურად. მაგალითად, რადიკალი ციანი—CN, ჰალოგენატომების ანალოგიურად, უცვლელად გადადის ერთი ნივთიერების მოლეკულიდან მეორეში:



ციანნაერთების ასეთნაირი გარდაქმნების საფუძველზე ორგანულ ქიმიკში შეიქმნა თეორია, რომელიც ცნობილია რადიკალების თეორიის სახელწოდებით. ამ თეორიის მიხედვით ორგანული ნივთიერებების მოლეკულები შედგებიან რადიკალებისაგან ისე, როგორც არაორგანული ნაერთების მოლეკულები — ატომებისაგან.

შემდგომში რადიკალების თეორიამ დადასტურება პოვა მწარე ნუშის ზეთში აღმოჩენილ, ამჟამად ბენზალდეჰიდად ცნობილი ნაერთის

$\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  ქიმიურ გარდაქმნებში. ბენზალდეჰიდის გარდაქმნების

დროს რადიკალი  $\text{C}_6\text{H}_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$  რომელსაც „ბენზოილი“ უწოდეს,

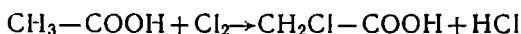


მსგავსად ციანისა CN, ერთი ნივთიერების მოლეკულიდან უცვლელად გადადის მეორე ნივთიერების მოლეკულაში.

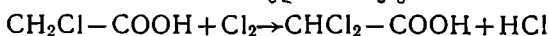
ამის შემდეგ ქიმიკოსებმა დაიწყეს ახალი რადიკალების ინტენსიური ძიება, რასაც მოყვა მეთილის CH<sub>3</sub>, ეთილის C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> და ზოგიერთი სხვა რადიკალის აღმოჩენა.

რადიკალების თეორიამ გარკვეული დადებითი როლი შეასრულა ორგანული ქიმიის განვითარების საქმეში. რადიკალების აღმოჩენამ განაპირობა ორგანულ ნაერთთა შესწავლის ახლებური მეცნიერული მიდგომა. ამ თეორიის აქილევსის ქუსლს წარმოადგენდა თვით რადიკალების ბუნების შეცნობის იგნორირება. ამ თეორიით ყურადღება გამახვილებული იყო რადიკალების უცვლელობაზე და ნაკლებ მნიშვნელობას აძლევდნენ მოლეკულის ცვალებად ნაწილს.

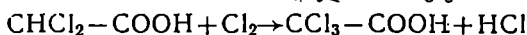
რადიკალების თეორიას საფუძველი გამოაცალა რიგმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა, რომელთა შორის აღსანიშნავია ფრანგი ქიმიკოსის დიუმას მიერ განხორციელებული ექსპერიმენტი. მან შეისწავლა ძმარმჟავისა და ქლორის ურთიერთმოქმედება. აღმოჩნდა, რომ ამ შემთხვევაში ძმარმჟავის ნახშირწყალბადრადიკალის წყალბადატომები იცვლებიან ქლორის ატომებით. თანამედროვე გამარტივებულ ქიმიურ ენაზე აღნიშნული პროცესი შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



ქლორძმარმჟავა



დიქლორძმარმჟავა



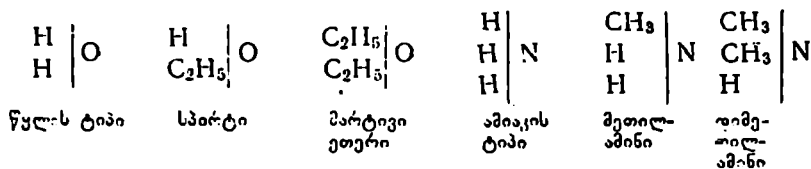
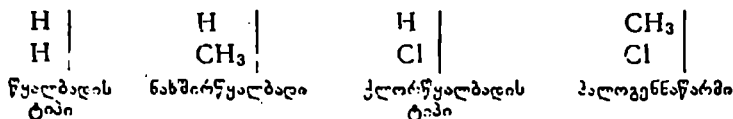
ტრიქლორძმარმჟავა

როგორც მოცემული ქიმიური გარდაქმნებიდან ჩანს, ძმარმჟავის მეთილის ჯგუფის სამივე წყალბადატომი შეცვლილია ქლორის ატომებით, რაც დიამეტრულ წინააღმდეგობაშია რადიკალების თეორიასთან.

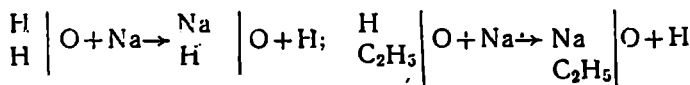
რადიკალების თეორიის ნაცვლად, 1853 წელს ფრანგმა ქიმიკოსმა შ. ჟერარმა წამოაყენა ტიპების თეორია, რომლის მიხედვითაც ყურადღება გამახვილდა ორგანული ნაერთის მოლეკულის ცვალებად ნაწილსა და ცვალებადობის მიზეზებზე.

ტიპების თეორიის მიხედვით, ორგანული ნაერთის მოლეკულის ცვალებადობა აიხსნება იმით, რომ ქიმიურ რეაქციებში ორგანული ნივთიერებები ამჟღავნებენ არაორგანული ნივთიერებების რეაქციებისათვის დამახასიათებელ თვისებებს. ამ გარემოების გამო ტიპების თეორია ორგანულ ნაერთებს იხილავდა, როგორც მარტივი, არა-

ორგანული ნაერთებიდან წარმოქმნილ' ნივთიერებებს. მაგალითად, დადგინდა წყალბადის ტიპი, რომელსაც აკუთვნებდნენ ნახშირწყალბადებს; ქლორწყალბადის ტიპი, რომელშიდაც აერთიანებდნენ პალოგენნაერთებს; წყლის ტიპს უკავშირებდნენ სპირტებს, მჟავებს, მარილებს, მარტივ ეთერებსა და სხვა; ამიაკის ტიპის ნაერთებად თვლიდნენ ამინებს:



ამა თუ იმ ნაერთის ქიმიურ გარდაქმნებს უკავშირებდნენ ტიპის ქიმიურ გარდაქმნებს. მაგალითად, სპირტზე ნატრიუმის მოქმედებას იხილავდნენ ისე, როგორც წყლისა და ნატრიუმის ურთიერთმოქმედებას:



ქიმიური ექსპერიმენტების შედეგად მიიღეს ისეთი ორგანული ნაერთები, რომლებიც აღარ თავსდებოდა ტიპების თეორიის ჩარჩოებში. ტიპების თეორია უძლური აღმოჩნდა დაგროვილი მასალის თეორიული განზოგადების საკმეში. იგი არათუ ხელს უწყობდა ორგანული ქიმიის განვითარებას, არამედ მისი განვითარების მუხრუჭად გადაიქცა, მიუხედავად იმისა, რომ გერმანელმა ქიმიკოსებმა ა. კეკულემ და ა. კოლბემ შეიმუშავეს ახალი თეორიული წარმოდგენები ორგანული ქიმიაში. კეკულემ გააკრვია ნახშირბადატომის ოთხვალენტოვნება. ამასთან, ა. კეკულემ და შოტლანდიელმა ქიმიკოსმა ა. კუპერმა დაადგინეს, რომ ნახშირბადატომებს ერთმანეთთან შებმით შეუძლიათ წარმოქმნან ჯაჭვი.

ცხადია, ნახშირბადატომის ოთხვალენტოვნებისა და ნახშირბადატომთა ჯაჭვის წარმოქმნის ფაქტის დადგენა უაღრესად დიდ მოვლენას წარმოადგენს ორგანული ქიმიის განვითარების ისტორიაში. მაგრამ ეს არ აღმოჩნდა საკმარისი იმისათვის, რომ დაეძლიათ ექსპერიმენ-

ტულ მონაცემებსა და თეორიულ წარმოდგენებს შორის არსებული დიდი წინააღმდეგობა.

ამას ხელს უწყობდა ის გარემოებაც, რომ ა. კეკელე, ა. კუპერი და ა. კოლბე (1857 წ.) იცავდნენ ტიპების თეორიას.

გასული საუკუნის სამოციანი წლებისათვის ორგანულ ქიმიაში შექმნილი მდგომარეობის გამო დაგროვილი ფაქტობრივი მასალის თეორიული ახსნა შეუძლებლად მიაჩნდათ.

ორგანული ქიმია იყო ძვირფასეულობით სავსე ლაბირინთი, რომლიდანაც არიადნეს გორგალის გარეშე გამოსვლა შეუძლებელი იყო.

ქიმიკოსები ექსპერიმენტებს ატარებდნენ ბრმად. საჭირო და აუცილებელი გახდა ისეთი განზოგადებული თეორიის შექმნა, რომელიც ქიმიკოსებს გამოიყვანდა შექმნილი მდგომარეობიდან.

ეს განუზომლად დიდი, მსოფლიო მეცნიერული მნიშვნელობის ამოცანა, 1861 წელს გადაჭრა ცნობილმა რუსმა მეცნიერმა ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუტლეროვმა. მან შექმნა თეორია, რომელიც ცნობილია ორგანულ ნაერთთა აგებულების ბუტლეროვის თეორიის სახელწოდებით. ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორია ა. ბუტლეროვმა ჩამოაყალიბა მოხსენებაში — „ნივთიერებათა აგებულების შესახებ“, რომელიც მან წაიკითხა 1861 წ. 19 სექტემბერს გერმანულ ბუნებისმკვლევართა 36-ე ყრილობაზე.

ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორია ა. ბუტლეროვმა ჩამოაყალიბა მკაცრად განსაზღვრულ დებულებებზე: „გამომდინარე იმ მოსაზრებდან, რომ სხეულის შედგენილობაში მყოფი ქიმიური ატომები მონაწილეობას იღებს ამ სხეულის წარმოქმნაში და მოქმედებს აქ მისდამი კუთვნილი ძალის (მონათესაობის) გარკვეული რაოდენობით, ამ ძალის განაწილებას მე ვუწოდებ ქიმიურ აგებულებას, რის გამოც ქიმიური ატომები უშუალოდ ან მეშვეობით ერთიმეორეზე გავლენის გამო ერთიანდებიან ქიმიურ ნაწილაკში“.

ა. ბუტლეროვი, გამომდინარე მის მიერ მოწოდებულ ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიიდან, იძლევა ნივთიერების ქიმიური ბუნების ახლებურ ახსნას. „რთული ნაწილაკის ქიმიური ბუნება განისაზღვრება შემადგენელი ნაწილაკების ბუნებით, მათი რაოდენობრივი და ქიმიური აგებულებით“.

ამავე თეორიაზე დაყრდნობით ა. ბუტლეროვმა ასევე გაარკვია იზომერიის მოვლენის არსი: „...ფაქტებზე მტკიცედ დამყარებულ ცნებას ქიმიურ აგებულებაზე, მიყვავართ იმ დაშვებამდე, რომ შესაძლებელია სავსებით ერთნაირი შედგენილობის ნივთიერებათა არსებობა. მიუხედავად ამისა, ისინი ქიმიური აგებულების გამო სავსებით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან“.

აგებულების თეორია მოიცავს ორგანული ნაერთების იმ ქიმიურ თვისებებსაც, რომლებიც განპირობებულია მოლეკულებში ატომები-

სა და ატომთა ფრაგმენტების უშუალო და შუალობითი ურთიერთ-გავლენით.

ა. ს. ბუტლეროვი დასაშვებად მიიჩნევდა იზომერების ერთმანეთში გადასვლას. მისი ეს წინასწარხედვა სისრულით დაადასტურა შემდგომში აღმოჩენილი ტაუტომერიის მოვლენამ (1886, 1895 წლები).

ა. მ. ბუტლეროვს მხედველობიდან არ გამოპარვია ისიც, რომ ნივთიერებას შეიძლება ჰქონდეს სივრცობრივი აგებულება. მისი ეს იდეა სისრულით გამოიხატა ლე-ბელისა და ვანტ-ჰოფის (1874 წ.) ორგანულ ნაერთთა სივრცობრივი აგებულების თეორიაში, რომელსაც საფუძვლად უდევს ნახშირბადატომის ტეტრაედრული აგებულება (სურ. 8)

ა. მ. ბუტლეროვის მიერ ჩამოყალიბებული ორგანულ ნივთიერებათა აგებულების თეორიიდან გამომდინარე, აგებულების თეორიის არსის ფორმულირება შეიძლება შემდეგი დებულებების სახით:

1. მოლეკულაში ატომები მათი ვალენტობის შესაბამისად შეერთებული არიან მკაცრად განსაზღვრული თანმიმდევრობით, რითაც განპირობებულია თითოეული მოლეკულის განსაზღვრული აგებულება.

2. ნივთიერებათა თვისებებს განაპირობებს ის, თუ რომელი ატომები შედის მოლეკულის შედგენილობაში, რა რაოდენობით, როგორ არიან ატომები ერთმანეთთან შებმული და როგორია მათი ურთიერთგავლენა.

3. მოლეკულის ერთნაირი ელემენტური შედგენილობისას სხვადასხვა თვისებების არსებობა იზომერიითაა განპირობებული.

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

ა. მ. ბუტლეროვისა და სხვა ქიმიკოსების შემდგომმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა მთელი სიცხადით დაადასტურა ორგანულ ნაერთთა აგებულების ბუტლეროვის თეორიის ჰეშმარიტება.

აგებულების თეორიის შექმნის დღიდან ახალი ხანა დაიწყო ორგანულ ქიმიაში. ამ თეორიით შეიარაღებულ ექსპერიმენტატორს შეუძლია წინასწარ განჭვრიტოს ამა თუ იმ ნივთიერების სინთეზის მიმართულების გზა და თანაც საკმაო სიზუსტით შეუძლას იწინასწარმეტყველოს, ჯერ კიდევ უცნობი ნივთიერებების თვისებები.

უაღრესად დიდი და განუზომელია რუსი და საბჭოთა ქიმიკოსების როლი მსოფლიო ქიმიური მეცნიერების განვითარების საქმეში.

ლომონოსოვის, მენდელეევის, ბუტლეროვის სახელი ისევეა ცნობილი, როგორც პუშკინის, ტოლსტოის, რეპინისა და ჩაიკოვსკის სახელები. მათმა აღმოჩენებმა გააცისკროვნა რევოლუციამდელი რუსეთის ცხოვრება. მიხეილ ვასილის ძე ლომონოსოვის გენიალური ნააზრევი წარმოადგენს ქიმიისა და ფიზიკის განვითარების ისტორიულ

სათავეს. აქედან იწყება მეცნიერული ქიმიისა და ფიზიკის განვითარების გზა.

ქიმიის შემდგომი განვითარება ჩვენში მოხდა ოქტომბრის რევოლუციის შემდეგ. ქიმიურ მეცნიერებაში უაღრესად დიდი წილწევებია მოპოვებული უკანასკნელ ათწლეულში. ამ დროის განმავლობაში ჩანს და არნახული სისწრაფით განვითარდა ქიმიური მრეწველობის მრავალრიცხოვანი დარგი. თანამედროვე ქიმიისა და ფიზიკის განვითარების დამახასიათებელი ნიშანია მათი ერთმანეთში შექრა. მიღწევათა ერთობლივი გამოყენება. ამ გარემოებამ მტკიცე საფუძველი შექმნა ქიმიისა და ფიზიკის თეორიული დონის კიდევ უფრო მაღალ საფეხურზე აყვანისა და ბუნებრივი რესურსების გონივრულად გამოყენებისათვის. უაღრესად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობისაა რუს და საბჭოთა ქიმიკოს-ორგანიკოსთა სკოლების წვლილი ორგანული ქიმიის განვითარების საქმეში.

ალექსანდრე მიხეილის ძე ბუტლეროვი (1828—1896). მსოფლიო ქიმიური მეცნიერების ისტორიაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ა. მ. ბუტლეროვის მოღვაწეობას. მის ყველაზე დიდ მეცნიერულ დამსახურებას წარმოადგენს ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის შექმნა. აღნიშნული თეორიის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა დაგროვილი ფაქტობრივი მასალის განზოგადება, მისი ქიმიური ბუნების ახსნა, რითაც ახალი ერა დაიწყო ორგანული ქიმიის განვითარებაში.

ა. მ. ბუტლეროვის სახელთან დაკავშირებულია მრავალი ექსპერიმენტული გამოკვლევა ორგანულ ქიმიისაში. 1853 წელს მან მიიღო ჟორმალდეჰიდის პოლიმერი, რომელსაც უწოდა ტრიოქსიმეთილენი. უკანასკნელზე ამიაკის მოქმედებით მიიღო ნივთიერება, რომელსაც ა. ბუტლეროვმა უწოდა ჰექსამეთილენტეტრაამინი. მას სხვაგვარად ეწოდება უროტროპინი. უროტროპინმა უაღრესად დიდი გამოყენება პოვა მედიკამენტებისა და პლასტიკური მასების მიღებაში. აღრე აღინიშნა, რომ ა. ბუტლეროვმა, პირველმა 1861 წელს მიიღო შაქარი. ა. მ. ბუტლეროვმა განახორციელა ეთილენური ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაცია. ეს აღმოჩენა საფუძველად დაედო მოტორული საწვავის მიღებას.

1864 წელს ა. მ. ბუტლეროვმა გამოსცა ორგანული ქიმიის სახელმძღვანელო, რომელშიაც მასალათა წყობა და ნივთიერებათა ქიმიური ბუნების ახსნა მოცემულია ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის მიხედვით.

ნიკოლოზ ნიკოლოზის ძე ზინინის (1812 — 1880) სახელთან დაკავშირებულია ისეთი დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის აღმოჩენები, როგორცაა არომატული ნიტრონაერთე-

ბის გარდაქმნა ამინებად. ეს აღმოჩენა ცნობილია ზინინის რეაქციის სახელწოდებით. ზინინის რეაქცია საფუძველად უდევს ანალიზის საღებ-რების მრეწველობას.

ნ. ნ. ზინინმა ნიტრობენზოლისაგან მიიღო ანილინი, აზოქსიბენზო-ლი, პიდრაზობენზოლი. უკანასკნელზე მკვების მოქმედებით აღმოაჩინა ისეთი დიდი მნიშვნელობის შიგამოლეკულური გადაჯგუფების რეაქ-ცია, როგორც არის ბენზიდინური გადაჯგუფება.

ცნობილი გერმანელი ქიმიკოსი ა. ჰოფმანი ნ. ნ. ზინინის გარდა-ცვალებასთან დაკავშირებით წერდა, ნ. ნ. ზინინს ნიტრობენზოლის ანილინად აღდგენის გარდა სხვა რომ არაფერი გაეკეთებინა, მისი სახე-ლი ოქროს ასოებით შევიდოდა ქიმიის ისტორიაში.

ვ ლ ა დ ი შ ე რ ვ ა ს ი ლ ი ს ძ ე მ ა რ კ ო ვ ნ ი კ ო ვ ი (1832 -- 1904) იყო ა. მ. ბუტლეროვის სახელგანთქმული მოწაფე, რომელიც სულ მალე გახდა ბუტლეროვის თანამოსაქმე ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის გადრმავეების საქმეში. მარკოვნიკოვი ზუსტი ექსპერიმენტული მონაცემების განზოგადების საფუძველზე მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მოლეკულაში ატომები ერთმანეთზე ასდენენ გავ-ლენას. ვ. ვ. მარკოვნიკოვმა შეისწავლა რა უნაჯერ ნახშირწყალბადებ-ზე ჰალოგენწყალბადმკავების მოქმედება, აღმოაჩინა უაღრესად დიდი მნიშვნელობის ქიმიური მოვლენა, რომელიც ცნობილია მარკოვნიკო-ვის წესის სახელწოდებით.

ა ლ ე ქ ს ა ხ დ რ ე შ ი ხ ე ი ლ ი ს ძ ე ზ ა ი ც ე ვ ი (1841 — 1910) იყო ბუტლეროვის სკოლის ერთ-ერთი ბრწყინვალე წარმომადგენელი. ორგანული ქიმიის განვითარების საქმეში ზაიცევის როლი მეტად დიდია. მან მრავალი გამოკვლევები ჩაატარა ბუტლეროვისეული ორ-განული სინთეზის მეთოდების სრულყოფისათვის. ამ მიმართულებით მან შეიმუშავა სხვადასხვა კლასის სპირტის სინთეზის მეთოდი, რაც ქიმიის ისტორიაში შევიდა ზაიცევის სინთეზის სახელწოდებით.

ა. მ. ბუტლეროვის სკოლის თვალსაჩინო წარმომადგენელია ა ლ ე ქ-ს ა ნ დ რ ე ე რ შ ი ნ ი ნ გ ე ლ დ ი ს ძ ე ა რ ბ უ ზ ო ვ ი (1877—1968). ა. ე. არბუზოვი იყო ა. მ. ზაიცევის გამოჩენილი მოწაფე. ა. ე. არბუ-ზოვის სახელთან განუყრელადაა დაკავშირებული ფოსფორორგანული ნაერთების სინთეზი, რომელსაც საფუძველად უდევს მის მიერ აღმო-ჩენილი მოვლენა — არბუზოვის გადაჯგუფება. ორგანული ქიმიის ამ დარგის თანამედროვე დონეზე განვითარება ა. ე. არბუზოვისა და მისი სკოლის დიდ დამსახურებადაა აღიარებული.

მ. ბუტლეროვის სკოლის სახელგანთქმული წარმომადგენელია ორგანული ქიმიის კლასიკოსი ა ლ ე ქ ს ი ე ვ გ რ ა ფ ი ს ძ ე ფ ა-ვ ო რ ს კ ი (1860 -- 1945 წ.).

ა. ე. ფავორსკისა და მისი სკოლის მიერ შესწავლილ იქნა აცეტი-

ლენის რიგის ნაერთები. საერთოდ ამ რიგის ნაერთებს, და განსაკუთრებით, აცეტილენს განუზომლად დიდი მნიშვნელობა აქვს სამრეწველო ორგანული სინთეზისათვის. ა. ე. ფავორსკისა და მისი სკოლის მიერ სინთეზირებულია უამრავი ორგანული ნაერთი, რომელთა ნაწილმა უშუალო გამოყენება პოვა სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

ა. ე. ფავორსკის მოწაფეთაგან დიდი სახელი მოიხვეჭა სერგი ვასილის ძე ლებედევმა (1874 — 1934). მან პირველმა ეთილის სპირტიდან საწარმოო მასშტაბით მიიღო დივინილი და ამ უკანასკნელიდან კი — სინთეზური კაუჩუკი. მის სახელთან დაკავშირებულია უნაჭერი ნახშირწყალბადების პოლიმერიზაციის ორიგინალური მეთოდების შემუშავება და პოლიმერიზაციის პროცესების შესწავლა.

ორგანული ქიმიის განვითარების საქმეში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ნიკოლოზ დიმიტრის ძე ზელინსკის (1861 — 1953) და მის მიერ შექმნილი სკოლის მრავალრიცხოვან მოწაფეებს. ნ. დ. ზელინსკის მეცნიერული მოღვაწეობის არე არაჩვეულებრივად ფართოა. იგი, როგორც ორგანიკოს-კლასიკოსი, იკვლევს სტერეოქიმიის საკითხებს. შემდგომში საფუძვლიანად იკვლევს საერთოდ ალიციკლურ ნაერთებსა და განსაკუთრებით კი, ნაფტენებს. რაც მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნავთობის ქიმიასთან. იგი მის მოწაფეებთან ერთად სწავლობს ორგანული კატალიზის მოვლენებს, ამინომჟავებსა და ორგანული ქიმიის სხვა მნიშვნელოვან ნაერთებს.

სტუდენტობის წლებში ნ. ზელინსკიმ პ. მელიქიშვილის ბელმძღვანელობით შეასრულა პირველი სამეცნიერო შრომა — „ბეტა-მეთილგლიციდის მჟავასთან მეთილამინის მიერთების პროდუქტის შესახებ“.

ნ. დ. ზელინსკის მოწაფეებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ლევალექსანდრეს ძე ჩუგაევი (1873 — 1922). იგი ფართოდაა ცნობილი, როგორც ორგანიკოს-სინთეტიკოსი. მის მიერ შემუშავებული ქსანტოგენური მეთოდით მან შეძლო ლაბილური (არამტკიცე) უნაჭერი ტერპენული ნახშირწყალბადების მიღება. ლ. ა. ჩუგაევმა დიდი მეცნიერული გამოკვლევა აწარმოა კომპლექსური ნაერთების ქიმიის, რის შედეგადაც განავითარა კოორდინაციული თეორია. ამ გარემოებამ მას დიდი სახელი მოუხვეჭა, როგორც ჩვენში, ასევე საზღვარგარეთ.

ორგანული ქიმიის ისტორიაში თავისი ფუნდამენტური გამოკვლევებით განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ნ. დ. ზელინსკის სახელგანთქმულ მოწაფეს სერგი სიმონის ძე ნამიოტკინს (1876 — 1950). ორგანულ ნაერთთა ნიტრირების პროცესთა და ტერპენების ქიმიური ბუნების შესწავლამ მას დიდი მეცნიერის სახელი მოუხვეჭა ჩვენში და საზღვარგარეთ. ამის ჭეშმარიტ დადასტურებას

წარმოადგენს შიგამოლეკულური გადაჯგუფების განსაკუთრებული ტიპის აღმოჩენა, რომელიც მსოფლიო ქიმიურ ლიტერატურაში ცნობილია ნამიოტკინის გადაჯგუფების სახელწოდებით.

ნ. დ. ზელინსკის მოწაფეებიდან ორგანული ქიმიის განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანა ალექსანდრე ნიკოლოზის ძე ნესმეიანოვმა (1899 — 1980). მის სახელთან დაკავშირებულია საერთოდ ელემენტორგანული, და განსაკუთრებით, ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთების მიღება და მათი ქიმიური ბუნების ფუნდამენტური შესწავლა. ა. ნ. ნესმეიანოვმა დაადგინა სხვადასხვა ელემენტებისაგან ელემენტორგანული ნაერთების წარმოქმნის ზოგადი კანონზომიერება. მის მიერ მიღებული, ბევრი ელემენტორგანული ნაერთი გამოიყენება მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. დიზომეთოდის სინთეზით მან მიიღო ვერცხლისწყლის არომატული ნაერთები.

ნიკოლოზ ნიკოლოზის ძე სემიონოვის (1896) სახელი ფართოდაა ცნობილი ქიმიურ მეცნიერებაში. მან ღრმად შეისწავლა ჯაჭვური ქიმიური რეაქციები და მოგვცა ამ რეაქციათა განზოგადებული თეორია. საფუძველი ჩაუყარა წვისა და აფეთქების თანამედროვე თეორიას. მისი ხელმძღვანელობით შესრულებულია ფუნდამენტური გამოკვლევები ქიმიურ ფიზიკაში.

ორგანული ქიმიის განვითარებაში ფასდაუდებელი წვლილი შეიტანა პეტრე გრიგოლის ძე მელიქიშვილმა (1850 — 1927). მან საფუძვლიანად შეისწავლა გლიცერინმჟავისა და ქლორწყალბადის ურთიერთმოქმედება. პ. გ. მელიქიშვილმა ორგანული ქიმია გაამდიდრა ახალი კლასის ნაერთების — გლიციდმჟავების მიღებითა და მათი გარდაქმნების შესწავლით. უნაჭერი მჟავებისა და მათ ნაწარმთა ქიმიის დარგში მის გამოკვლევებს დაემთხვა ისეთი დიდი მნიშვნელობის იზომერული მოვლენის აღმოჩენა, როგორცაა გეომეტრიული იზომერია. იზომერიის ამ მოვლენის ქეშმარიტების ერთ-ერთი ექსპერიმენტული დადასტურება იყო პ. გ. მელიქიშვილის გამოკვლევები უნაჭერი მჟავებისა და მათ ნაწარმთა კვლევის სფეროში. ამის შემდეგ იგი მუშაობას იწყებს მჟავათა ზეჯანგების მიღებასა და მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლის მიმართულებით.

ვასილ მოსეს ძე პეტრიაშვილის (1845 — 1908) სახელთან დაკავშირებულია აზობენზიდის ჯგუფის ნაერთების საფუძვლიანი მეცნიერული შესწავლა. შემდგომში იგი იკვლევს ფუმარისა და მალეინის მჟავის იზომერიის საკითხს. ვ. პეტრიაშვილმა თავისი სადოქტორო დისერტაცია მიუძღვნა იმ დროისათვის ისეთი დიდი მნიშვნელობის საკითხს, როგორც იყო მონო და დიოქსიმალონმჟავების ქიმიური ბუნების შესწავლა. ამ გამოკვლევით მან მეცნიერული სინთეზით დაადგინა სინთეზურად მიღებული დიოქსიმალონმჟავისა და



მეზოქსალმქავის იდენტურობა. საყურადღებოა, რომ მან ამ ნაშრომში საბოლოოდ გადაწყვიტა საკითხი ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან ორი ჰიდროქსილის ჯგუფის ერთდროულად არსებობის შესაძლებლობის შესახებ.

ორგანული ქიმიის მკვლევარი კავშირში იმყოფება საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებთან. აქედან განსაკუთრებით აღსანიშნავია მცენარეულობა და ცხოველთა ფიზიოლოგია, ფარმაცოლოგია, ფიზიკა და სხვ. ორგანული ქიმიის პირველი ბიოქიმიის, რომელიც სწავლობს ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებს. უკანასკნელ ხანებში გარკვეულია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის დამახასიათებელი მთელი რიგი ნივთიერებათა სტრუქტურა. უკანასკნელი საწინდარი გახდა იმისა, რომ მოლეკულურ დონეზე შესწავლათ ცხოველმყოფელობით განპირობებული რიგი ქიმიური პროცესები. ამ გარემოებამ გამოიწვია ისეთი დიდი მნიშვნელობის მეცნიერული დარგის ჩამოყალიბება; როგორცაა მოლეკულური ბიოლოგია.

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

სსრ კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარება მეთორმეტე ხუთწლედში ხორციელდება სკკპ XXVII ყრილობის მიერ განსაზღვრული კურსით, რომლის მთავარი მიზანია საბჭოთა ხალხის კეთილდღეობის შემდგომი გაუმჯობესება.

სახალხო მეურნეობის პროგრესისა და საბჭოთა ხალხის კეთილდღეობის შემდგომი გაუმჯობესების საქმეში უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ქიმიური მრეწველობის პროდუქციის წარმოების მოცულობის გაზრდას.

## 2. ორგანული ნაერთების შესწავლის მეთოდები

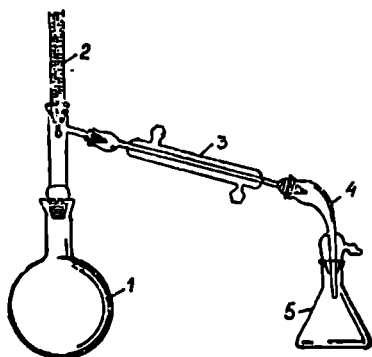
ბუნებაში ორგანული ნივთიერებები არსებობს ნარევების სახით. თითქმის ყოველთვის ანალოგიურ შემთხვევას აქვს ადგილი გაშინაც კი, როცა სინთეზურად ვღებულობთ ამა თუ იმ ნივთიერებას.

ქიმიკოსისათვის პირველი რიგის ამოცანას წარმოადგენს ნივთიერების გასუფთავება — ნარევებიდან გამოყოფა, რაც დაკავშირებულია

შრომატეად მუშაობასთან. ნარევიდან ინდივიდუალური ნაერთების გამოყოფისათვის შემუშავებულია მრავალი მეთოდი: გამონდა, კრისტალიზაცია, ქრომატოგრაფია და სხვა.

გამონდას საჭიროების მიხედვით აწარმოებენ ჩვეულებრივ ატმოსფერულ წნევაზე, ვაკუუმში (გაიშვიათებული — შემცირებული წნევის გარემო) და წყლის ორთქლით.

ა) გამონდა ატმოსფერულ წნევაზე. ატმოსფერულ წნევაზე გამონდას აწარმოებენ იმ შემთხვევაში, როცა ნარევი არსებული ნივთიერებების დუღილის ტემპერატურა საკმაოდ განსხვავებულია ერთმანეთისაგან და თანაც გამოსახდელ ნივთიერებათა ორთქლად ქცევა არ იწვევს მათ დაშლას. როცა საჭიროა ნივთიერების შედარებით უფრო სუფთა სახით მიიღება, მაშინ მიმართავენ ფრაქციულ გამონდას. ამ შემთხვევაში გამოიხატება (დისტილატი) დუღილის ტემპერატურის მიხედვით ყოფენ რამდენიმე ფრაქციად. გამონდა უნდა ვაწარმოთ აუცილებლად მრგვალიძირიან კოლბაში. 1-სურათზე მოცემულია მარტივი გამოსახდელი ხელსაწყო.



სურ. 1. მარტივი გამონდას ხელსაწყო:  
1 — კოლბა გამონდასათვის; 2 — თერმომეტრი; 3 — მატიყარი; 4 — ფორშტოსი; 5 — მიმღები.

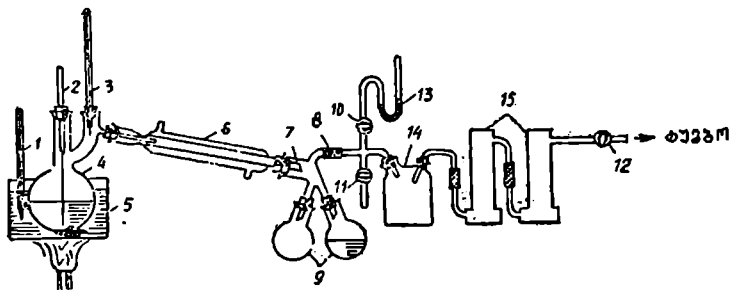
ბ) ვაკუუმში გამონდა. ვაკუუმში გამონდას მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როცა ჩვეულებრივ წნევაზე ნივთიერების ორთქლად ქცევა იწვევს მის დაშლას (სურ. 2).

ჩვეულებრივ არჩევენ ვაკუუმის სამ ინტერვალს: მცირე, საშუალო და ღრმა ვაკუუმი, შესაბამისად. 1-760, 1-0,001 და  $< 10^{-3}$  მმ ვერცხლისწყლის სვეტი.

10 მმ-ით წნევის შემცირება დაახლოებით იწვევს  $0,5^{\circ}\text{C}$ -ით დუღილის ტემპერატურის შემცირებას ნორმალური წნევის დროს გამონდასთან შედარებით.

8-15 მმ (ვერცხ. წყ. სვეტი) ვაკუუმი შეიძლება შევქმნათ წყლის ჰაერით. ხოლო სპეციალური ვაკუუმტუმბო (ზეთიანი) იძლევა 1-0,5 მმ წნევამდე გაიშვიათებას.

ვაკუუმში გამონდა უნდა ვაწარმოთ აუცილებლად მრგვალიძირიან კოლბაში. გამოსახდელი ანაწყოები (ხელსაწყო) უნდა მოთავსდეს ამწოვ კარადაში. ხელსაწყოსთან მუშაობა დასაშვებია მხოლოდ დამცველი სათვალეებით. ვაკუუმის არსებობისა და ვაკუუმდანადგარის მუშა-



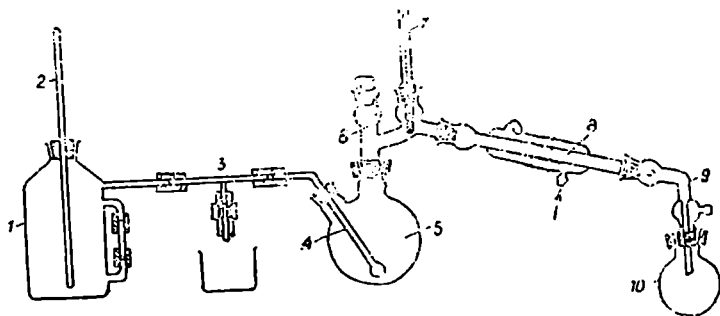
სურ. 2. ვაკუუმში გამოხდის ხელსაწყო:

1,3 — თერმომეტრი; 2 — კაპილარი; 4 — კლაიზენის კოლბა; 5 — აბაზანა; 6 — მაცივარი; 7 — „ობობასებრი“ მიმღები; 8 — მიმღებისა და მანომეტრის დამაკავშირებელი საცმი; 9 — მიმღები; 10, 11, 12 — ონკანები; 13 — მანომეტრი; 14 — დამცველი შუშა; 15 — შთანთქმელები.

ობის დროს ყოველად დაუშვებელია დანადგარში რაიმე შესწორების შეტანა.

გ) წყლის ორთქლით გამოხდა. წყლის ორთქლით გამოხდას იყენებენ მაშინ, როცა ნივთიერებათა ნარევიდან მხოლოდ ერთი გაყვება წყლის ორთქლს. ამ მეთოდს ხშირად მიმართავენ ფისოვანი მასისაგან ნივთიერების გასუფთავების დროს (სურ. 3).

კ რ ის ტ ა ლ ი ზ ა ც ი ა. კრისტალიზაციას ფართოდ იყენებენ მყარი ნივთიერებების ერთმანეთისაგან იზოლირებისა და ქუუქისაგან გასუფთავების მიზნით. ამ მეთოდის გამოყენებისას უნდა შეირჩეს ისეთი გამხსნელი, რომელიც ნარევიდან ერთ-ერთს ხსნის ცხელ პირობებში და დანარჩენს — არა. ამასთან ხსნარის გაცივებისას გახსნილი ნივთიერება უნდა გამოკრისტალდეს ე. ი. გასასუფთავებელი ნივთიერება



სურ. 3. წყლის ორთქლით გამოხდის ხელსაწყო (ანაწყობი):

1 — წყლის ორთქლის წყარო; 2 — დამცველი მილი; 3 — კონდენსატის გამშვები; 4 — ორთქლის მიმწოდებელი მილი; 5 — ორჯელიანი კოლბა; 6 — კოლბის საცმი; 7 — თერმომეტრი; 8 — მაცივარი; 9 — ფორშტოსი; 10 — მიმღები.

ცივ გამხსნელში არ უნდა იხსნებოდეს. თუ გამხსნელის დუდილის ტემპერატურა 10 — 15°-ით ნაკლები არ არის გასასუფთავებელი ნივთიერების ლღობის ტემპერატურაზე, მაშინ ნივთიერება გამხსნელში იქნება ზეთის სახით. როცა გამხსნელი არ აკმაყოფილებს აღნიშნულ მოთხოვნებს, მაშინ უნდა შეიძინეს შესაფერის გამხსნელთა ნარევი.

**ქ რ ო მ ა ტ ო გ რ ა ფ ი ა.** ქრომატოგრაფიის მეთოდი დაფუძნებულია საანალიზო ნარევის შემადგენელი კომპონენტების სორბენტის მიერ განსხვავებულ სორბციაზე, ადსორბციული ქრომატოგრაფიის მეთოდი პირველად 1903 წელს შეიმუშავა რუსმა ბოტანიკოსმა მ. ს. ცვეტმა. მან პირველმა გამოიყენა აღნიშნული მეთოდი მცენარეული პიგმენტების გამოყოფისათვის. ქრომატოგრაფიულმა მეთოდმა ფართო გამოყენება პოვა 1940 წლიდან.

იმის მიხედვით, თუ რომელ არეში ხდება ნივთიერებათა ქრომატოგრაფირება, არჩევენ: გაზურ, გაზურ-თხევადსა და თხევად ქრომატოგრაფიას. ნივთიერებათა ქრომატოგრაფირება სხვადასხვა მექანიზმით მიმდინარეობს, რომლის მიხედვით შეიძლება გავარჩიოთ: მოლეკულური ანუ ადსორბციული, დალექვიითი, იონგაცვლითი და განაწილებითი ქრომატოგრაფია.

გარდა ამისა, ქრომატოგრაფირების პროცესის მეთოდის მიხედვით ცნობილია კაპილარული, თხელფენოვანი, სვეტში და ქაღალდზე ქრომატოგრაფია.

ქრომატოგრაფია გამოიყენება, როგორც ლაბორატორიებში, ასევე მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. მაგალითად. გაზურ-თხევადი ქრომატოგრაფია ფართოდ არის დანერგილი ნავთობქიმიურ, ეთერზეთების, კვების პროდუქტების მრეწველობაში, ასევე წარმოებული პროდუქციის ანალიზისა და კონტროლისათვის.

ნარევებიდან გამოყოფილი ნივთიერების შემდგომი შესწავლის საფუძნებს წარმოადგენს ფიზიკური მუდმივების (დუდილის ტემპერატურა, ლღობის ტემპერატურა, სიმკვრივე, რეფრაქცია და სხვა) დადგენა. მის შემდეგ საჭირო და აუცილებელია გაირკვეს საკვლევი ნივთიერების ელემენტური შედგენილობა, მოლეკულური ფორმულა და აგებულება.

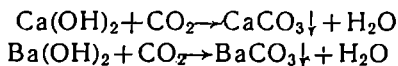
### **ორგანულ ნაერთთა ელემენტური შედგენილობის განსაზღვრა**

ა) თ ვ ი ს ე ბ ი თ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ უ რ ი ა ნ ა ლ ი ზ ი. თვისებითი ელემენტური ანალიზის მიზნით სინჯს ატარებენ ნახშირბადის, წყალბადის, აზოტის, გოგირდის, ჰალოგენებისა და ზოგიერთი სხვა ელემენტის საკვლევ ნივთიერებაში არსებობის გასაგებად.

ს ი ნ ჯ ი ნ ა ხ შ ი რ ბ ა დ ს ა და წ ყ ა ლ ბ ა დ ზ ე. საკვლევ ნივ-

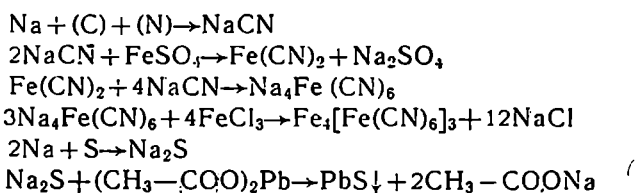
თიერებას ათავსებენ ტიგელში და ახურებენ ფრთხილად. მასში ნახ. შირბადის არსებობის დროს წარმოიშობა ნახშირი. იმ შემთხვევაში, როცა ნივთიერება აქროლადია, მაშინ საკვლევ ნივთიერებას ახურებენ სპილენძის (II) ოქსიდთან ერთად.

თუ ნივთიერება შეიცავს ნახშირბადსა და წყალბადს, მაშინ ნახ. შირბადისაგან წარმოიქმნება ნახშირბადის (IV) ოქსიდი და წყალბადისაგან წყალი, ნახშირბადის (IV) ოქსიდის კალციუმის ან ბარიუმის ჰიდროქსიდის წყალხსნარში გატარებით შესაბამისად წარმოიქმნება კალციუმისა და ბარიუმის კარბონატი:



წარმოქმნილი წყლის აღმოჩენისათვის წვის პროდუქტებს ატარებენ უწყლო შაბიამანზე. თუ უწყლო  $\text{CuSO}_4$  (უფერული) გალურჯდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ საკვლევ ნივთიერება შეიცავს წყალბადს.

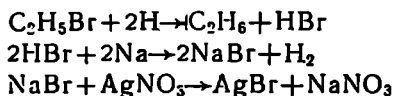
ს ი ნ ჯ ი ა ზ ო ტ ს ა და გ ო გ ი რ დ ზ ე. საკვლევ ნივთიერებას შეაღებენ მცირე ოდენობის მეტალურ ნატრიუმთან. აზოტის არსებობის შემთხვევაში წარმოიქმნება ნატრიუმის ციანიდი, რომელსაც ხსნიან წყალში და უმატებენ რკინის (II) სულფატს. წარმოიქმნება სისხლის ყვითელი მარილი (ნატრიუმის (II) ჰექსაციანოფერატი), რომელიც რკინის (III) ქლორიდთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნის „ბერლინის ლაქვარდს“. გოგირდის არსებობის შემთხვევაში ნატრიუმთან შელლობით მიიღება ნატრიუმის სულფიდი, რომელიც ტყვიის აცეტატთან წარმოქმნის ტყვიის სულფიდს:



ს ი ნ ჯ ი ჰ ა ლ ო გ ე ნ ე ბ ზ ე. სპილენძის მავთულის დაქანგულ ზოლოზე ათავსებენ საკვლევ ნივთიერებას და შეაქვთ ის უფერო ალში. ალის მწვანედ შეფერვა მაჩვენებელია ჰალოგენის არსებობისა (ბეილშტეინის სინჯი).

ჰალოგენების აღმოჩენის უფრო საიმედო მეთოდს წარმოადგენს ჰალოგენის შემცველი ორგანული ნაერთიდან ჰალოგენის გადაყვანა იონურ მდგომარეობაში და შემდეგ მასზე ვერცხლის ნიტრატის მოქმედება. ამისათვის საკვლევ ნივთიერებაზე მოქმედებენ ახლად გამოყოფილი წყალბადით. ჰალოგენის არსებობის შემთხვევაში მიიღება შესაბამისი ჰალოგენწყალბადი, რომელიც მეტალური ნატრიუმის

მოქმედებით გვაძლევს შესაბამის ნატრიუმპალოგენიდს. უკანასკნელი  $\text{AgNO}_3$ -თან ურთიერთქმედებით წარმოქმნის ნალექს:



საკვლევ ნივთიერებაში ქლორის არსებობის შემთხვევაში მიიღება თეთრი ნალექი, ბრომი წარმოქმნის მოყვითალო-თეთრ, ხოლო იოდი — ყვითელი ფერის ნალექს.

ქანგბადის თვისებითი რეაქციით აღმოჩენა დიდ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული, ამიტომ მისი არსებობის თაობაზე მსჯელობენ რაოდენობრივი ანალიზის მიხედვით. თუ საკვლევ ნივთიერებაში არსებულ ელემენტთა რაოდენობა 100%-ის ტოლია, მაშინ მასში ქანგბადი არ იმყოფება, ხოლო თუ 100%-ზე ნაკლებია, მაშინ ნივთიერება შეიცავს ქანგბადს.

ბ) რ ა ო დ ე ნ ო ბ რ ი ვ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ უ რ ი ა ნ ა ლ ი ზ ი. დღეისათვის არსებობს ელემენტების რაოდენობრივი განსაზღვრის სამი ძირითადი მეთოდი: მაკრომეთოდი, ნახევრადმიკრომეთოდი და მიკრომეთოდი. სინჯის რაოდენობა მეთოდების შესაბამისად უნდა ავიღოთ არა ნაკლები: 0,2 — 0,3 გ, 0,02 — 0,03 გ, და 0,002 — 0,005 გ.

ნახშირბადისა და წყალბადის რაოდენობრივი განსაზღვრის პრინციპი შემუშავებულ იქნა დაახლოებით 150 წლის წინ ი. ლიბიხის მიერ.

ნახშირბადისა და წყალბადის რაოდენობრივი განსაზღვრა ხდება ერთდროულად, სპეციალურად მოწყობილ აპარატურაში, სადაც ზუსტად აწონილ სინჯს წვავენ ჰაერის ან ქანგბადის ნაკადში სპილენძის (II) ოქსიდის თანაობით. ნახშირბადის წვის შედეგად წარმოშობილი  $\text{CO}_2$ -ის შთანთქმას ახდენენ კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით ან ნატრიუმპერიტით, ხოლო წყალბადის წვის შედეგად წარმოშობილი წყლის შთანთქმისათვის იყენებენ კალციუმქლორიდს. აწონვით აღგენენ შთანთქმული  $\text{CO}_2$ -სა და  $\text{H}_2\text{O}$  რაოდენობას, რომლის მიხედვითაც გამოთვლიან ნახშირბადისა და წყალბადის პროცენტულ რაოდენობას საკვლევი ობიექტში.

C და H პროცენტული რაოდენობის გაანგარიშება ხდება ფორმულებით:

$$\% \text{C} = \frac{p \cdot 12 \cdot 100}{q \cdot 44} \qquad \% \text{H} = \frac{p_1 \cdot 2,016 \cdot 100}{q \cdot 18,016}$$

სადაც P არის  $\text{CO}_2$ -ის შთანთქმელი აპარატის წონის ნამატი,  $P_1$   $\text{H}_2\text{O}$  შთანთქმელი აპარატის წონის ნამატი, ხოლო q საანალიზოდ აღებული

ნივთიერების წონა. (44 CO<sub>2</sub>-ის, ხოლო 2,016 H<sub>2</sub>O-ის მოლეკულური მასა).

ვთქვათ:  $p=0,3651$ ,  $p_1=0,1878$  და  $q=0,1538$ , მაშინ

$$\% C = \frac{0,3651 \cdot 44 \cdot 100}{0,1538} = 64,74; \quad \% H = \frac{0,1878 \cdot 2,016 \cdot 100}{0,1538} = 13,66.$$

თუ საანალიზოდ აღებული ნივთიერება ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადის გარდა არ შეიცავს სხვა ელემენტის ატომებს, მაშინ  $\% O = 100 - (64,74 + 13,66) = 21,6$ .

გ) ნ ი ვ თ ი ე რ ე ბ ი ს ე მ პ ი რ ი უ ლ ი ფ ო რ მ უ ლ ი ს და დ გ ე ნ ა

ემპირიული ფორმულის დასადგენად ზემოთ გამოთვლილი პროცენტული რაოდენობები უნდა გაიყოს შესაბამის ატომურ მასაზე და მივიღებთ ატომთა რაოდენობას მოლეკულაში:

$$C \ 64,74 : 12 = 5,395$$

$$H \ 13,66 : 1,008 = 13,55$$

$$O \ 21,6 : 16 = 1,35$$

ენიანიდან ნივთიერებათა მოლეკულებში ატომები იმყოფებიან მთელი რიცხვების სახით, მიღებული რიცხვები უნდა გავყოთ მათგან ყველაზე მცირე რიცხვზე, მოცემულ შემთხვევაში, 1,35-ზე:

$$5,395 : 1,35 = 3,99$$

$$13,55 : 1,35 = 10,0$$

$$1,35 : 1,35 = 1$$

ამრიგად, საანალიზოდ აღებულ ნივთიერებას შეესაბამება ემპირიული ფორმულა C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O.

ყველა ჯერად ფორმულაში არსებული ელემენტების პროცენტული რაოდენობა ერთნაირი იქნება და მიესადაგება ნებისმიერი ჯერადი ფორმულა. მაგალითად. C<sub>8</sub>H<sub>20</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>12</sub>H<sub>30</sub>O<sub>3</sub> და ა. შ. იმისათვის, რომ ამა თუ იმ ნივთიერებაში დადგინდეს ატომთა ნამდვილი რაოდენობა (მოლეკულური ფორმულა), აუცილებელია განისაზღვროს მოლეკულური მასა (წონა).

აზოტის რაოდენობრივ განსაზღვრას აწარმოებენ დიუმას მეთოდით. ამისათვის საკვლევ ნივთიერებას ათავსებენ მილში და ახურებენ ნახშირბადის დიოქსიდის ნაკადში სპილენძის (II) ოქსიდისა და მეტალური სპილენძის თანაობით. გამოყოფილი აზოტის მოცულობას საზღვრავენ აზოტომერიტით, რომელიც უშუალოდაა შეერთებული საანალიზო ნივთიერების გახურებულ მილთან. აზოტის მიღებული მოცუ-

ლობის ნორმალურ პირობებამდე დაყვანის შემდეგ ახდენენ მისი პროცენტული რაოდენობის გამოთვლას.

აზოტის რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის, განსაკუთრებით, ამინომჟავებსა და ამინებში იყენებენ კიელდალის მეთოდს (ეს მეთოდი არ შეიძლება გამოვიყენოთ აზოტის განსაზღვრისათვის ნიტრო და აზონაერთების შემთხვევაში).

ამ მიზნით საანალიზო ნივთიერებას ათავსებენ კიელდალის კოლბაში, უმატებენ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და აცხელებენ კატალიზატორების ( $HgO$ , ან  $Se$ , ან  $PtCl_4$  და სხვა) თანაობით. წარმოიქმნება ამონიუმის სულფატი. უკანასკნელზე მოქმედებენ ტუტით და გამოიყოფა ამიაკი, რომელსაც გამოხდიან წყლის ორთქლით და აწარმოებენ ტიტრაციას. ტიტრაციის მონაცემების საფუძველზე ადგენენ აზოტის პროცენტულ რაოდენობას.

ჰალოგენების რაოდენობას საზღვრავენ საკვლევი ნივთიერების კონცენტრირებულ აზოტმჟავასთან  $250-300^{\circ}C$ -ზე გახურებით და მიღებული ნაერთების ვერცხლის ნიტრატში გადაყვანით (კარიუსის მეთოდი). გოგირდის რაოდენობას საზღვრავენ  $BaSO_4$ -ში გადაყვანით. დამუშავებულია მეთოდები, რომლითაც შეიძლება ფოსფორის სხვა არამეტალებისა და მეტალების რაოდენობრივი განსაზღვრა.

თახამედროვე კვლევის დროს ძირითადად იყენებენ მიკროანალიზს. განვიხილოთ მ. კორშუნისა და ნ. გელმანის მიერ შემუშავებული მიკროანალიზის მეთოდი. კვარცის მიკროკიუვეტაში წონიან  $3-5$  მგ ნივთიერებას. ნივთიერებიანი კიუვეტა შეაქვთ კვარცის მილში; რთავენ ელექტროლუმელს და  $3$  წუთის მანძილზე ატარებენ სუფთა ჟანგბადის ნაკადს. კვარცის მილი შეერთებულია ორ შთამნთქმელთან: წყლის შთამნთქმელთან, რომელიც ავსებულია ანჰიდრონით (უწყლო მაგნიუმის პერქლორატი) და ნახშირორჟანგის შთამნთქმელთან, რომელიც ავსებულია ასკარიტით (ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ნალღობით გაყვანილი აზბესტი). ამ შთამნთქმელებს ხელსაწყოს უერთებენ უშუალოდ დაწვის წინ. წვის პროცესი გრძელდება  $10$  წუთს.

თუ ორგანული ნაერთი შეიცავს ჰალოგენსა და გოგირდს, მაშინ უშუალოდ ღუმელთან აერთებენ ვერცხლის ბურბუშელათი ავსებულ შთამნთქმელს. ამ შთამნთქმელ მილს აცხელებენ სპეციალური ღუმელით.  $450^{\circ}C$ -მდე გაცხელებისას შთამნთქმევა ჰალოგენები;  $750^{\circ}C$ -ზე კი — გოგირდის ოქსიდი.

აზოტის რაოდენობრივ განსაზღვრას ახდენენ დიუმპა-პრეგლის მიკრომეთოდით. კვარცის მილში, რომელიც ავსებულია სპილენძისა და სპილენძის ოქსიდით დაფარული მავთულის ნაჭრებით, ათავსებენ საკვლევ ნივთიერებას და მას აერთებენ მიკროაზომეტრთან, რომელიც ავსებულია კალიუმის ჰიდროქსიდის  $40\%$  ხსნარით. მილის მეორე



ბოლოდან ატარებენ სუფთა ნახშირორქანგს. მიღში ათავსებენ 2-3 მგ ნივთიერებას და იწყებენ წვას. მეტალური სპილენძით ხდება აზოტის ოქსიდებიდან აზოტის აღდგენა-წარმოქმნილი აზოტი გროვდება მიკრო-აზოტმეტრში და მისი მოცულობის მიხედვით ახდენენ აზოტის რაოდენობრივ განსაზღვრას.

დ) მ ო ლ ე კ უ ლ უ რ ი მ ა ს ი ს გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ა. როგორც აღინიშნა, ნივთიერების თვისებრივი და რაოდენობრივი ანალიზის მონაცემების მიხედვით შეიძლება დადგენილ იქნეს მხოლოდ ჭერადი ფორმულა, რომელიც უჩვენებს მოლეკულაში ატომთა შეფარდებას. ქემპარიტი მოლეკულური ფორმულის გასაგებად საჭიროა ვიცოდეთ მოლეკულური მასა. ამ მიზნით ორგანული ნაერთებისათვის გამოყენებულია კრიოსკოპიისა (გაყინვის) და ებულიოსკოპიის (დუღილის) მეთოდი. ორივე მეთოდი ემყარება რაულის კანონს, რომლის მიხედვითაც ხსნარის ორთქლის წნევა ყოველთვის ნაკლებია სუფთა გამხსნელის ორთქლის წნევაზე. ამის გამო, ხსნარის გაყინვის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ხოლო დუღილის ტემპერატურა უფრო მაღალია შესაბამისი გამხსნელის გაყინვისა და დუღილის ტემპერატურაზე. მოცემული წარმოდგენების ფარგლებში მოლეკულური მასა განისაზღვრება შემდეგი

ფორმულით: 
$$M = K \frac{1000 \cdot a}{b \cdot \Delta t}$$

სადაც:

a — არის საკვლევი ნივთიერების მასა;

b — გამხსნელის მასა;

K — კრიოსკოპიული და ებულიოსკოპიური მუდმივა;

$\Delta t$  — გაყინვის ტემპერატურის დაწევა და დუღილის ტემპერატურის აწევა, რომელიც შეიმჩნევა ერთი მოლი ნივთიერების განსნისას 1000 გ გამხსნელში. ქვემოთ მოყვანილია K მნიშვნელობა ზოგიერთი გამხსნელისათვის

K — კრიოსკოპიული	
წყალი	1,86
ყინულძმარმქავა	3,90
ბენზოლი	5,07
ნაფტალინი	6,90
ქაფური	40
K — ებულიოსკოპიური:	
წყალი	0,51
ბენზოლი	2,61
ეთილის ეთერი	2,16
ძმარმქავა	3,07
ქლოროფორმი	3,59

კრიოსკოპული მეთოდით მოლეკულური მასის განსაზღვრას აწარმოებენ ბეკმანის ხელსაწყოს მეშვეობით. ამ წესით მოლეკულური მასის განსაზღვრა მოითხოვს  $0,01^{\circ}\text{C}$  დანაყოფიან თერმომეტრს (ბეკმანის თერმომეტრი). პირველად საზღვრავენ სუფთა გამხსნელის გაყინვის ტემპერატურას და შემდეგ საკვლევი ნივთიერების მოცემულ გამხსნელში გახსნის შედეგად მიღებული ხსნარის გაყინვის ტემპერატურას. ხსნარის გაყინვის ტემპერატურის დებარესიის სიდიდის მიხედვით შეიძლება გამოვიანგარიშოთ გახსნილი ნივთიერების მოლეკულური მასა.

მოლეკულური მასის განსაზღვრა უფრო ადვილად შეიძლება რასტის მეთოდით, რომელიც წარმოადგენს კრიოსკოპიული მეთოდის მოდიფიკაციას. რასტის მეთოდის დროს გამხსნელად გამოყენებულია ქაფური, რომელსაც აქვს მაღალი ლლობის ტემპერატურა ( $172^{\circ}\text{C}$ ) და განსაკუთრებული დიდი მოლური დებარესია —  $40^{\circ}$ . ეს მეთოდი არ მოითხოვს არც ბეკმანის ხელსაწყოსა და არც მის თერმომეტრს. ლობის ტემპერატურის დებარესით განისაზღვრება მოლეკულური მასა.

უკანასკნელ ხანებში მოლეკულური მასის განსაზღვრისათვის ფართოდ იყენებენ მასსპექტროსკოპულ მეთოდს, რომელიც არ საჭიროებს რაოდენობრივ-ელემენტური ანალიზის მონაცემებს. მასსპექტრომეტრის საშუალებით ავტომატურად, სწრაფად და დიდი სიზუსტით შეიძლება განესაზღვროთ ნივთიერების მოლეკულური მასა:

## 2. ორგანული ნაერთების აბაზულების დადგენა ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით

თვისებითი, რაოდენობრივი ანალიზისა და მოლეკულური მასის განსაზღვრით, როგორც აღინიშნა, შეიძლება დადგინდეს ამა თუ იმ ორგანული ნაერთის ქემიკალიტური ბრუტო-მოლეკულური ფორმულა. მოლეკულურ ფორმულაზე დაყრდნობით სხვადასხვა ქიმიური და ფიზიკური მეთოდებით შეიძლება განისაზღვროს ნივთიერების აღნაგობა, რაც ყველაზე რთულ ამოცანას წარმოადგენს ნივთიერების შეცნობის საქმეში.

თავდაპირველად მტკიცედ უნდა იქნეს დადგენილი ნივთიერების სისუფთავის ყველა მაჩვენებელი: დუდილისა და ლლობის ტემპერატურა, რეფრაქცია, სიმკვრივე, მოლეკულური რეფრაქცია, იონიზაციის კონსტანტა და სხვა.

ამის შემდეგ გაირკვეს ფუნქციონალური ჯგუფების არსებობა, რისთვისაც მოწოდებულია მრავალი თვისებითი რეაქციები.

ფუნქციონალური ჯგუფის შესაბამისად მიღებულ უნდა იქნეს მათი ნაწარმები. ნაწარმთა ფიზიკური კონსტანტების შეპირისპირებით ლიტერატურულ მონაცემებთან შესაძლებელია მივიღოთ მრავალი მნიშვნელოვანი ინფორმაცია საკვლევი ნივთიერების შესახებ.

იმის დასადგენად, თუ როგორი აგებულება აქვს ნახშირბადატომთა ჩონჩხს, საჭიროა ქიმიური გარდაქმნების გზით რთული ნივთიერება გადავიყვანოთ შედარებით მარტივ ნივთიერებაში. უკანასკნელის ფიზიკურ-ქიმიური დახასიათება შესაძლებლობას იძლევა წარმოდგენა ვიქონიოთ საკვლევი ნივთიერების მოლეკულის აგებულებაზე.

ბევრ შემთხვევაში ნივთიერების აგებულების შესახებ დამაჯერებელ ინფორმაციას იძლევა სინთეზისათვის აღებული საწყის ნივთიერებათა აგებულების ცოდნა. ამის კონკრეტული მაგალითები განიხილება ორგანულ ნაერთთა კლასების შესწავლის დროს.

ქიმიური მეთოდებით ნივთიერების აგებულების დადგენა თხოვლობს მრავალ ქიმიურ გარდაქმნათა განხორციელებას, რაც თავის მხრივ მოითხოვს ქიმიური რეაქტივების დიდი ოდენობით ხარჯვას, მრავალ სხვადასხვა ლაბორატორიულ მოწყობილობებს, შრომატევად მუშაობასა და დიდ დროს.

უკანასკნელ ხანებში ნივთიერებათა აგებულების დადგენისათვის ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა სპექტრულ მეთოდებს.

სპექტრული მეთოდებით სწრაფად და საკმაოდ დიდი სიზუსტით შეიძლება გაირკვეს ორგანულ ნივთიერებათა აგებულება.

სპექტრული ანალიზის მეთოდებიდან აღსანიშნავია:

ელექტრონული სპექტროსკოპია — ულტრაიისფერი (ში), ინფრაწითელი (იწ) სპექტროსკოპია, ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის (ბმრ) სპექტროსკოპია და სხვა.

სპექტროსკოპული მეთოდების ფართო მასშტაბით გავრცელება ჯერჯერობით შეზღუდულია იმის გამო, რომ სპექტრომეტრული დანადგარები ძვირად ღირებულია.

ულტრაიისფერი სპექტროსკოპია. ულტრაიისფერი სპექტროსკოპია უმთავრესად იძლევა ინფორმაციას ელექტრონების მდგომარეობის შესახებ. ულტრაიისფერი სხივის კვანტის გავლენით ელექტრონები აღიგზნებიან და გადადიან მაღალენერგეტიკულ დონეზე. ში სპექტრის 200 — 760 ნმ ფარგლებში ფიქსირდება ადვილად აღმგზნები  $\pi$  და გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონების სურათი.

ბევრ შემთხვევაში ში სპექტროსკოპია იძლევა საკმაოდ სრულ სურათს მოლეკულის აგებულების შესახებ.

ინფრაწითელი სპექტროსკოპია. ინფრაწითელი სპექტროსკოპია გამოყენებულია ორგანული ნაერთების აგებულების შესწავლის საქმეში. მისი მეშვეობით შეიძლება გავიგოთ ამა თუ იმ ფუნქციონალური ჯგუფების არსებობა მოლეკულაში, ნივთიერების იდენტიფიკაცია და სხვა.

პირველ ცხრილში მოცემულია შთანთქმის ზოგიერთი დამახასიათებელი სიხშირეები ინფრაწითელ უბანში.

შთანთქმის ზოგიერთი დამახასიათებელი სიხშირეები  
ინფრაწითელ უბანში

ბმე	ნაერთები	სიხშირე სმ-1	ინტენსივობა და ზოლის ხასიათი
$\begin{array}{c}   \\ -C-H \end{array}$	ალკანები	2850 — 2960	ძლიერი
$\begin{array}{c} =C-H \\   \end{array}$	ალკენები და არენები	3010 — 3100	საშუალო
$\equiv C-H$	ალკინები	3300	ძლიერი, მკვეთრი
$\begin{array}{c}   &   \\ -C & -C- \\   &   \end{array}$	ალკანები	600 — 1500	სუსტი
$\begin{array}{c} -C=C- \\   \end{array}$	ალკენები	1620 — 1680	ცვალებადი
$-C\equiv C-$	ალკინები	2100 — 2260	—
$-C\equiv N$	ნიტრილები	2200 — 2300	—
$-C-O-$	სპირტები $\begin{array}{c}   \\ -C-OH, \text{ მარტოეი ეთერებ-} \\   \end{array}$	1000 — 1300	ძლიერი,
$>C=O$	ალდეჰიდები $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C \\   \\ H \end{array}$	1720 — 1740	—
$>C=O$	კეტონები $\begin{array}{c}   &   &   \\ -C & -C & -C- \\   & O &   \end{array}$	1705 — 1725	—
$>C=O$	მჟავები $\begin{array}{c} O \\ // \\ -C-O-H \end{array}$	1700 — 1750	—
$-O-H$	$-O-H...O <$ სპირტები ბმით	წყალბადური 3200 — 3400	ძლიერი, ფართო
$-O-H$	$-O-H...O <$ მჟავები ბმით	წყალბადური 2500 — 3000	ცვალებადი, ფართო
$-NH_2$	ამინი $\begin{array}{c}   \\ -C-NH_2 \\   \end{array}$	3300 — 3500 (ორმაგი პიკი)	საშუალო
$-N-H$	ამინები $\begin{array}{c}   &   &   \\ -C & -N & -C- \\   & H &   \end{array}$	3300 — 3500 (ცალეული პიკი)	—

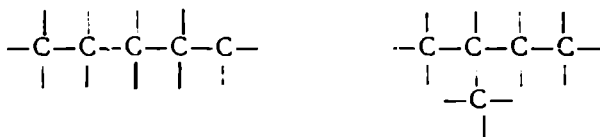
1946 წელს შემუშავებულ იქნა ბირთვული მაგნიტური რეზონანსული სპექტროსკოპიის (ბმრ) მეთოდი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ორგანულ ნაერთთა აგებულების დადგენისათვის. ამ მეთოდით თითქმის ამომწურავი ინფორმაცია შეიძლება მივიღოთ ნაერთის კიმიური ბუნების შესახებ.

ბმრ სპექტროსკოპია ემყარება ფრიად მარტივ პრინციპს — ბირთვების (მაგ. წყალბადის ბირთვი) მაგნიტური მომენტისა და გარე მაგნიტური ველის ურთიერთგავლენას.

#### 4. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია

ნახშირბადოვანი ჯაჭვის — ჩონჩხის აღნაგობის მიხედვით ორგანული ნაერთები იყოფა ორ დიდ ჯგუფად:

I. აციკლური ანუ ლიაჯაჭვიანი ნაერთები, ალიფატური ანუ ცხიმის რიგის ნაერთები:



II. ციკლური ანუ დახურულჯაჭვიანი ნაერთები, რომლებსაც ყოფენ ორ ჯგუფად:

1. კარბოციკლური (იზოციკლური) ნაერთები, რომელთა ციკლები შედგება მხოლოდ ნახშირბადატომებისაგან. თავის მხრივ, კარბოციკლურ ნაერთებს ყოფენ ალიციკლურ და არომატულ ნაერთებად. ალიციკლურს მიეკუთვნება ციკლოპარაფინები ანუ ციკლოალკანები, არომატულს — ბენზოლის რიგის ნაერთები.

2. ჰეტეროციკლური ნაერთები, რომელთა ციკლები ნახშირბადატომების გარდა შეიცავენ სხვა ჰეტეროატომებს, როგორიცაა O, N, S და სხვა.

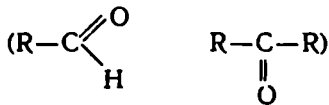
ნახშირწყალბადებში წყალბადატომების სხვა ატომებით ან ატომთა ფუნქციონალური ჯგუფებით შეცვლის შედეგად წარმოიქმნება ორგანული ნაერთების სხვადასხვა კლასები.

ორგანული ნაერთების ძირითადი კლასებია:

1. ნახშირწყალბადები (R-H)
2. ჰალოგენაწარმები (R-Hlg)
3. სპირტები (R-OH)

4. მარტივი და რთული ეთერები (R-O-R, R-C(=O)-O-R).

5. კარბონილური ნაერთები — ალდეჰიდები და კეტონები



6. კარბონმჟავები (R-COOH)
7. ამინები (R-NH<sub>2</sub>, R<sub>2</sub>-NH, R<sub>3</sub>-N)
8. ნიტრონაერთები (R-NO<sub>2</sub>)
9. სულფომჟავები (R-SO<sub>3</sub>H)
10. მეტალორგანული ნაერთები (R-Me-X)

კლასებში გაერთიანებულია როგორც ნაჯერი, ისე უნაჯერი ნაერთები. მონოფუნქციონალურ ნაერთებთან ერთად ცნობილია პოლი და შერეულ ფუნქციონალური ნაერთები.

თავი II.

**კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები ორგანულ ქიმიაში.  
ქიმიური ბმების ელემენტარული თეორია**

თანამედროვე ქიმიაში ატომებისა და მოლეკულების ელექტრონული აღნაგობის მოძღვრების თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს კვანტური მექანიკა. ელემენტარული ნაწილაკების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ მათი მდგომარეობის დასახასიათებლად კლასიკური მექანიკის პრინციპები არ გამოდგება. თანდათანობით ჩამოყალიბდა მიკროსამყაროს მექანიკა — კვანტური მექანიკა, რომლის ამოსავალი პრინციპია ელემენტარული ნაწილაკების (მათ შორის, ელექტრონის) ორმაგი, დუალისტური ბუნება: კორპუსკულური და ტალღური (უფრო ზუსტად, ელემენტარული ნაწილაკები წარმოადგენენ მატერიალურ სხეულებს, მაგრამ მათ მოძრაობას გააჩნია ტალღური ხასიათი). ეს ორბუნებოვნება მათემატიკურად გამოისახება დე-ბროილის განტოლებით:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

სადაც:  $\lambda$  არის  $m$  მასისა და  $v$  სიჩქარის მქონე ნაწილაკის შესატყვისი ტალღის სიგრძე, ხოლო  $h$  — პლანკის მუდმივა ( $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$  ერგი. სექ).

თუ ამ განტოლებას მივუყენებთ ელექტრონს, შეიძლება ითქვას, რომ იგი წარმოადგენს დაახლოებით  $10^{-17}$  გ მასის მქონე ნაწილაკს, რომელსაც შეესაბამება დაახლოებით  $10^{-1}$  ნმ სიგრძის მქონე ტალღა.

ელექტრონის დუალისტური ბუნება იწვევს იმას, რომ შეუძლებელია ერთდროულად განისაზღვროს, თუ სივრცის რა ნაწილში იმყოფება და რა მიმართულებით მოძრაობს იგი. ამიტომ კლასიკური მექანიკის ერთ-ერთი ფუნდამენტური ცნება — ტრაექტორია კარგავს თავის ფიზიკურ არსს და იცვლება ელექტრონის ყოფნის ალბათობის ცნებით ატომბირთვის გარშემო სივრცის გარკვეულ ნაწილში. აღნიშნული მიზეზის გამო, ორბიტის ცნება, რომელიც ატომის აღნაგობის ადრეულ მოდელებში გულისხმობდა ელექტრონების ზუსტად განსაზღვრულ წრიულ ან ელიფსურ ტრაექტორიებს, შეიცვალა ატომური ორბიტალის ცნებით. 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 ძირითადი განტოლებაა შრედინგერის განტოლება, რომლის ზუსტი მათემატიკური ამოხსნა შესაძლებელია მხოლოდ წყალბადატომისათვის. მისი სახეა:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{c \pi^2 m}{h^2} (E - V) \psi = 0$$

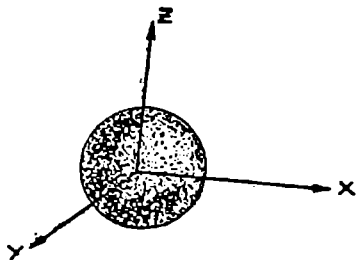
აქ:  $\psi$  ტალღური ფუნქცია წარმოადგენს ელექტრონის ტალღის ამპლიტუდას  $x$ ,  $y$ ,  $z$  კოორდინატების მქონე ატომბირთვის გარშემო სივრცის მოცემულ წერტილში. (ტალღური ფუნქციის კვადრატი —  $\psi^2$  სივრცის რომელიმე წერტილში ელექტრონის ყოფნის ალბათობის მაჩვენებელია, ან სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ,  $\psi^2$  ახასიათებს სივრცის მოცემულ წერტილში ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს);  $V$  ელექტრონის პოტენციური (ბირთვთან მიზიდვის) ენერჯიაა;  $E$  ელექტრონის სრული ენერჯიაა;  $m$  ელექტრონის მასაა.

წყალბადატომისათვის ამ განტოლების ზუსტი ამოხსნის შედეგად მიღებული ფუნქციები შეიცავენ გარკვეულ პარამეტრებს, რომელთაც კვანტური რიცხვები ეწოდებათ. არსებობს ოთხი კვანტური რიცხვი:  $n$ ,  $l$ ,  $m$  და  $s$ .

$n$  — მთავარი კვანტური რიცხვი ახასიათებს ატომში ელექტრონის ენერგეტიკულ დონეებს (ორბიტალის ენერჯიას) და იღებს მნიშვნელობებს: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7... ეს მნიშვნელობები ემთხვევა ელემენტთა პერიოდული სისტემის პერიოდის ნომრებს და ზოგჯერ აღინიშნება ასომთავრული ლათინური ასოებით: K, L, M, N, O, P, Q.

$l$  — თანაური (ორბიტალური, აზიმუტალური) კვანტური რიცხვი ახასიათებს ელექტრონის იმპულსის მო-

მენტს (ორბიტალის ფორმას) და იღებს მნიშვნელობებს: 0, 1, 2, 3, ...,  $n-1$ . ამგვარად, თუ  $n=1, l=0$ ; თუ  $n=2, l=0; 1$  და ა.შ. თანაური კვანტური რიცხვის პირველი ოთხი მნიშვნელობები აღინიშნება ლათინური ნუსხური ასოებით: s, p, d და f (ეს აღნიშვნები სპექტროსკოპიდანაა შემოტანილი).  $n$ -ის თითოეული მნიშვნელობისათვის არსებობს ერთი s ორბიტალი და მას სფეროსებრი ფორმა გააჩნია. მე-4 სურათზე მოცემულია s ორბიტალი დეკარტის სამგანზომილებიან კოორდინატთა სისტემაში.



სურ. 4. S ატომური ორბიტალი.

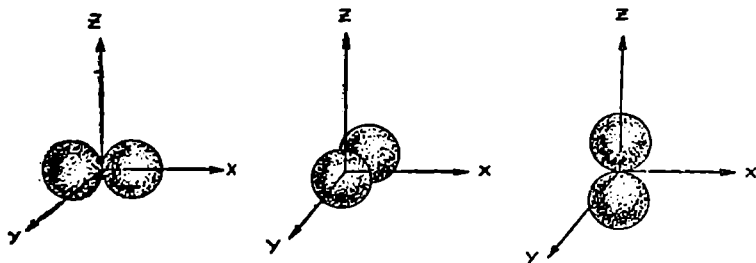
არსებობს სამი p ორბიტალი. მათ ( $n$ -ის თითოეული მნიშვნელობისათვის) ტოლი ენერგიები გააჩნიათ. როგორც ამბობენ, ისინი გადაგვარებულნი არიან, აქვთ მოცულობითი რვიანისებური (ჰანტელისებური) ფორმა, მიმართულნი არიან x, y და z კოორდინატთა

ღერძების გასწვრივ და შესაბამისად  $P_x, P_y$  და  $P_z$  ატომური ორბიტალები ეწოდებათ (სურ. 5).

არსებობს ხუთი d და შვიდი f ორბიტალი. რადგან მათი ფორმა კიდევ უფრო რთულია და თანაც ისინი ორგანულ ქიმიაში შედარებით ნაკლებად მნიშვნელოვანნი არიან, მათ აქ აღარ განვიხილავთ.

$m$  — მაგნიტური კვანტური რიცხვი ასახავს ელექტრონის მდგომარეობაში გარე მაგნიტურ ველში (ორბიტალის ორიენტაციის სივრცეში) და იღებს მნიშვნელობებს  $-l$ -დან  $+l$ -მდე. ამგვარად, თუ  $l=0, m=0$ ; თუ  $l=1, m=-1, 0, +1$  და ა. შ.

s სპინური კვანტური რიცხვი უშუალოდ არ ფიგურირებს შრედინგერის განტოლების ამოხსნაში. იგი მოგვიანებითაა შემოტანილი და დაკავშირებულია ელექტრონის საკუთარი ღერძის გარშემო ბრუნ-



სურ. 5.

$P_x, P_y$  და  $P_z$  ატომური ორბიტალები.



ვის ჰიპოთეზასთან (სინამდვილეში, s-ს გააჩნია გაცილებით უფრო ღრმა ფიზიკური შინაარსი, მაგრამ ჩვენ ამ საკითხს არ შევეხებით). s იღებს ორ მნიშვნელობას:  $-1/2$  და  $+1/2$ , რაც შეესატყვისება ელექტრონის საკუთარი ღერძის გარშემო საათის ისრის მიმართულებით და მის საწინააღმდეგოდ ბრუნვას. სპინური კვანტური რიცხვის ეს მნიშვნელობები პირობითად აღინიშნება ზემოთ (↑) და ქვემოთ (↓) მიმართული ისრებით.

მე-2 ცხრილში მოცემულია მთავარი კვანტური რიცხვის — n-ის 1, 2 და 3-ის ტოლი მნიშვნელობისათვის დანარჩენი კვანტური რიცხვების ყველა შესაძლო კომბინაცია და ამ კომბინაციების საერთო რაოდენობა:

ცხრილი 2

კვანტური რიცხვები

კვანტური რიცხვები				შესაძლო კომბინაციების რიცხვი მოცემულ n-სათვის
n	l	m	s	
1	0	0	$+1/2; -1/2$	2
	0	0	$+1/2; -1/2$	
2	1	+1	$+1/2; -1/2$	8
		0	$+1/2; -1/2$	
		-1	$+1/2; -1/2$	
3	0	0	$+1/2; -1/2$	18
		0	$+1/2; -1/2$	
	1	+1	$+1/2; -1/2$	
		0	$+1/2; -1/2$	
		-1	$+1/2; -1/2$	
	2	+2	$+1/2; -1/2$	
+1		$+1/2; -1/2$		
0		$+1/2; -1/2$		
		-1	$+1/2; -1/2$	
		-2	$+1/2; -1/2$	

როგორც აღვნიშნეთ, შრედინგერის განტოლების ზუსტი მათემატიკური ამოხსნა შესაძლებელია მხოლოდ წყალბადატომისათვის. სხვა ატომებისათვის არსებობს ამ განტოლების მხოლოდ მიახლოებითი ამოხსნის მეთოდები. არ შევეხებით რა ამ რთული საკითხის ანალიზს, აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ სხვა ელემენტის ატომებისათვის დაშვებულია წყალბადის მსგავსი ორბიტალების არსებობა, რომლებზედაც

გარკვეული კანონზომიერებით განლაგებულია ელექტრონები. ამ კანონზომიერების არსი (ე. წ. ორბიტალების შევსების პრინციპი) სამი დებულების სახით შეიძლება ჩამოვყალიბოთ:

1. მდგრადობის პრინციპი. ელექტრონები ორბიტალებზე განლაგდება მათი ენერგიების ზრდის მიხედვით. პირველი ოთხი პერიოდის ელემენტებისათვის გვაქვს შემდეგი მიმდევრობა:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p$$

2. პაულის აკრძალვის პრინციპი. ატომში არ არსებობს ორი ელექტრონი, რომლებსაც ოთხივე კვანტური რიცხვი ერთნაირი ჰქონდეს. რადგან მოცემული ორბიტალისათვის  $n$ ,  $l$  და  $m$  კვანტური

ცხრილი

ჩიკ. №	ელემენტი	ნაირბაზიური ელემენტის რიცხვი	ელემენტის კონფიგურაცია
1	H	$n=1$	$1s^1$
2	He	$n=1$	$1s^2$
3	Li	$n=2$	$1s^2 2s^1$
		$n=1$	$1s^2$
4	Be	$n=2$	$1s^2 2s^2$
		$n=1$	$1s^2$
5	B	$n=2$	$1s^2 2s^2 2p^1$
		$n=1$	$1s^2$
6	C	$n=2$	$1s^2 2s^2 2p^2$
		$n=1$	$1s^2$
7	N	$n=2$	$1s^2 2s^2 2p^3$
		$n=1$	$1s^2$
8	O	$n=2$	$1s^2 2s^2 2p^4$
		$n=1$	$1s^2$
9	F	$n=2$	$1s^2 2s^2 2p^5$
		$n=1$	$1s^2$
10	Ne	$n=2$	$1s^2 2s^2 2p^6$
		$n=1$	$1s^2$

რიცხვების მნიშვნელობები, განმარტების მიხედვით, ერთნაირია, თითოეულ ორბიტალზე არ შეიძლება მოთავსდეს ორ ელექტრონზე მეტი. ამასთანავე, ამ ელექტრონებს საპირისპირო სპინები უნდა გააჩნდეთ

3. ჰუნდის წესი. გადაგვარებული (ერთი და იმავე ენერჯიის მქონე) ორბიტალების შევსება ხდება ჯერ თითო-თითო ელექტრონით, მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება ამ ორბიტალებზე მეორე ელექტრონის განლაგება.

მე-3 ცხრილში მოყვანილია I და II პერიოდის ელემენტების ელექტრონული კონფიგურაციები ზემოთ მოყვანილი პრინციპების გათვალისწინებითა და მათი პირობითი ჩანაწერით.

### ატომის ზოგიერთი მახასიათებელი

მრავალი საკითხის სწორად გაგებისათვის აუცილებელია ატომის ისეთი თვისებების ცოდნა, როგორცაა: ატომის ზომა, იონიზაციის პოტენციალი, ელექტრონის მიერთებისადმი სწრაფვა და ელექტროუარყოფითობა.

ატომის ზომების ზუსტი დადგენა შეუძლებელია იმის გამო, რომ ელექტრონსა და ატომგულს შორის მანძილი არაა ფიქსირებული და შეიძლება იცვლებოდეს. ატომის ზომის განსაზღვრის მრავალი მეთოდი არსებობს, მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში, გამოიყენება რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი. ასეთი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ პერიოდული სისტემის მოცემულ პერიოდში, ატომის ზომა მცირდება მარცხნიდან მარჯვნივ, ხოლო ჯგუფში იზრდება ზევიდან ქვევით.

იონიზაციის პოტენციალი. არის ენერჯიის ის მინიმალური რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ნეიტრალური ატომიდან ელექტრონის მოწყვეტისათვის აირად ფაზაში. იონიზაციის შედეგად ნეიტრალური ატომისაგან წარმოიქმნება კატიონი. ზოგიერთი ელემენტის ატომის იონიზაციის პოტენციალი მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ელექტრონის მიერთებისათვის სწრაფვის ენერჯია არის ატომის მიერ ელექტრონის მიერთების დროს გამოყოფილი ენერჯია, რომელიც განაპირობებს ნეიტრალური ატომიდან ანიონის წარმოქმნას.

ელემენტის ქიმიური თვისებები ძირითადად განისაზღვრება მისი ატომის ელექტრონების, განსაკუთრებით, გარე შრის ელ-

ზოგიერთი ელემენტის ატომის იონიზაციის პოტენციალი	
ცხრილი 4	
ელემენტი	იონიზაციის პოტენციალი კვ/მოლი
Bz	1146,6
C	1092
Cl	1260
F	1688,4
H	1318,8
I	1012,2
Li	520,8
N	1407
Na	499,8
O	1318,8

ექტრონების ქცევით. ამიტომ ქიმიკოსისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ყოველივე ის, რაც გავლენას ახდენს ამ ელექტრონების ქცევაზე.

ატომებს გააჩნიათ ელექტრონების სხვადასხვა სიძლიერით მიზიდვის უნარი.

ელემენტის ატომის უნარს მიიზიდოს ელექტრონები, ელექტროუარყოფითობა ეწოდება. რაც შეტია ელემენტის ატომის ელექტროუარყოფითობა, მით უფრო ძლიერია მიზიდულობა ატომსა და ელექტრონებს შორის.

ელემენტების ელექტროუარყოფითობის ცნების განსაზღვრის მრავალი ცდა იყო, მაგრამ უპირატესობა წილად ხვდა ლ. პოლინგის ელექტროუარყოფითობის სკალას, რომლის თანახმად უდიდესი ელექტროუარყოფითობის მქონე ელემენტია ფტორი. მისი ელექტროუარყოფითობაა 4. საერთოდ მაღალი ელექტროუარყოფითობა დამახასიათებელია ტიპური არამეტალებისათვის (ცხრ. 5).

ცხრილი 5.

ზოგიერთი ელემენტის ელექტროუარყოფითობა

ელემენტი	ელექტროუარყოფითობა
H	2,1
He	—
Li	1,0
B	2,0
C	2,5
N	3,0
O	3,5
F	4,0
Si	1,8
P	2,1
S	2,5
Cl	3,0
Br	2,8
I	2,5

შედარებით დაბალი ელექტროუარყოფითობა გააჩნიათ ტიპურ მეტალებს (მაგ. Na — 0,9, Mg — 1,2). ამიტომ მეტალებს უწოდებენ „ელექტროდადებით“ ელემენტებს, ხოლო არამეტალებს კი — „ელექტროუარყოფით“ ელემენტებს.

პერიოდული სისტემის მოცემულ პერიოდში ელექტროუარყოფითობა მარცხნიდან მარჯვნივ იზრდება, ხოლო ჯგუფებში ზევით და ქვევით მცირდება.

ცნობილია, ქიმიური ბმის სამი ძირითადი ტიპი: იონური, კოვალენტური და მეტალური.

ქიმიური ბმის ტიპს განსაზღვრავს მისი წარმომქმნელი ატომების ელექტროუარყოფითობა. თუ ელექტროუარყოფითობებს შორის სხვაობა აღემატება 1,7, მაშინ ბმა 50% -ზე მეტად იონურია და პირიქით.

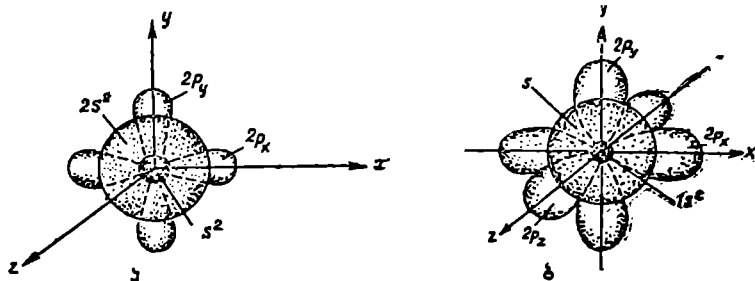
მაგალითად, ცეზიუმის (Cs) და ფტორის (F) ელექტროუარყოფითობებს შორის სხვაობა შეადგენს 3,3. (4,0.—0,7), ამიტომ მათ შორის ბმა იონურია, ნახშირბადასა და ქლორს შორის ბმა კი კოვალენტ-

ტურია იმის გამო, რომ მათ ელექტროუარყოფითობებს შორის სხვაობა შეადგენს მხოლოდ 0,5. (2,5—3,0).

**ნახშირბადის ვალენტური მდგომარეობა. ჰიბრიდიზაცია (თვისებრივი განხილვა)**

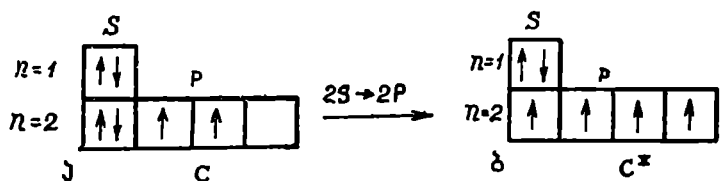
ორგანული ნაერთების თავისებურებები და მრავალრიცხოვნება აიხსნება ნახშირბადატომის ელექტრონული აღნაგობის სპეციფიკურობით (ცხრ. 3).

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ნახშირბადის ატომს გარე სავალენტო შრეზე აქვს ორი გაუწყვილებელი ელექტრონი, რაც ეწინააღმდეგება მის ოთხვალენტოვნებას (სურ. 6).



სურ. 6. ა — ნახშირბადატომის ელექტრონული ორბიტალები ნორმალურ მდგომარეობაში; ბ — აღზნებულ მდგომარეობაში.

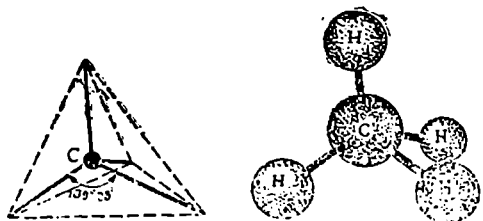
ნახშირბადის ატომის ელექტრონული აღნაგობისა და ვალენტოვნების შეთანხმებისათვის სარგებლობენ წარმოდგენებით ნახშირბადის ატომის აღზნებადობის შესახებ.



სურ. 7. ა — ნახშირბადი ნორმალურ მდგომარეობაში; ბ — ნახშირბადი აღზნებულ მდგომარეობაში.

ნახშირბადის ატომს აღზნებულ მდგომარეობაში აქვს ოთხი გაუწყვილებელი ელექტრონი, რის გამოც მას შეუძლია გამოავლინოს

ოთხის ტოლი ვალენტობა. მაგრამ ეს ოთხი სავალენტო ელექტრონი (ერთი S და სამი P-ელექტრონი) განსხვავებულნი არიან თავიანთი მდგომარეობით (სურ. 4; სურ. 5). ამიტომ ნახშირბადის ოთხივე ვალენტობა არ უნდა იყოს ერთნაირი, ცდებით კი დადგენილია, რომ ნახშირბადის ოთხივე ვალენტობა ტოლფასია და ერთმანეთის მიმართ მიმართულია ტეტრაედრული კუთხით  $109^{\circ}28'$  (სურ. 8).



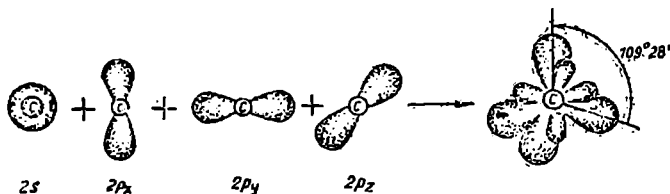
სურ. 8. ნახშირბადის ატომის ტეტრაედრული მოდელი.

თეორიული შეხედულებების ცდის მონაცემებთან შეთანხმებისათვის ლ. პოლინგიმ წამოაყენა ჰიპოთეზა ატომური ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის შესახებ. ჰიბრიდიზაცია არის სფერული (S) და ჰანტელი-სებური (P) ორბიტალების

ბის თავისებური მოდიფიკაცია.

ნახშირბადის ატომისათვის შესაძლებელია სამი ვალენტური მდგომარეობა ჰიბრიდიზაციის განსხვავებული ტიპით:

1.  $SP^3$ -ჰიბრიდიზაცია. ამ დროს ხდება ერთი S და სამი P-ორბიტალის ურთიერთქმედება. ამის გამო P-ორბიტალის ერთი ნაწილი იზრდება S-ორბიტალის ხარჯზე, ხოლო მეორე კი მცირდება. წარმოიქმნება ერთმანეთის მიმართ ტეტრაედრული კუთხით განლაგებული ოთხი ერთნაირი ტოლფასი ელექტრონული ორბიტალი (სურ. 9.).



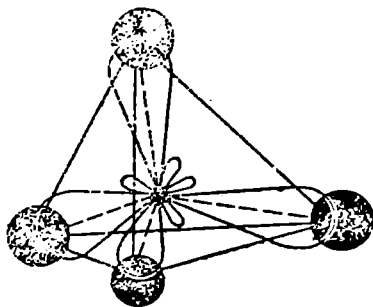
სურ. 9. ნახშირბადატომის ორბიტალების  $SP^3$  ჰიბრიდიზაცია.

ამ ორბიტალების წყალბადატომებთან ან სხვა ელემენტის ატომებთან გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება ქიმიური ბმა (სურ. 10).

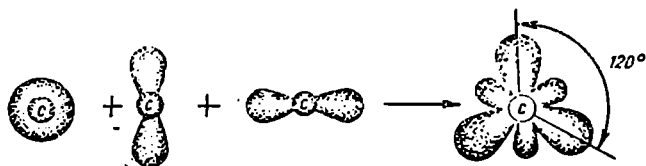
2.  $SP^2$ -ჰიბრიდიზაცია. ამ დროს ხდება ერთი S და ორი P-ორბიტალის ურთიერთქმედება და წარმოიქმნება სამი ჰიბრიდიზირებული ( $SP^2$ ) ორბიტალი, რომლებიც სიბრტყეში ერთმანეთის მიმართ გან-

ლაგებული არიან  $120^\circ$  კუთხით. დარჩენილი არაჰიბრიდიზირებული P-ორბიტალი, ჰერპენდიკულარულად არის მიმართული ჰიბრიდიზირებული ორბიტალების სიბრტყის მიმართ (სურ. 11).

მაგალითისათვის გახეილილთ ეთილენის ( $C_2H_4$ ) მოლეკულა. მასში ორივე ნახშირბადატომი იმყოფება  $SP^2$ -ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. ორი  $SP^2$  ჰიბრიდიზირებული ორბიტალის ხარჯზე C—C ატომებს შორის წარმოიქმნება  $\sigma$ -ბმა. დარჩენილი ოთხი  $SP^2$ -ჰიბრიდიზირებული ორბიტალი (თითოეული ატომიდან ორი) იხარჯება წყალბადატომებთან  $\sigma$ -ბმის წარმოქმნაზე (სურ. 12).

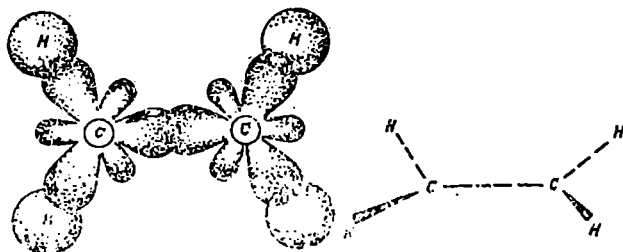


სურ. 10. მეთანის მოლეკულის ატომურ-ორბიტალური მოდელი.

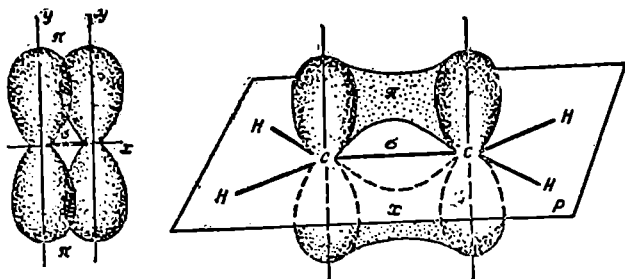


სურ. 11. ნახშირბადატომის ორბიტალების  $SP^2$  ჰიბრიდიზაცია.

თითოეული ნახშირბადის ატომს კიდევ დარჩენილი აქვს თითო ელექტრონი, რომლებიც მოთავსებული არიან ორ არაჰიბრიდიზირებულ P-ორბიტალზე. ეს ორბიტალები ჰერპენდიკულარულად არიან მიმართული  $\sigma$ -ბმების სიბრტყის მიმართ და „გვერდითი“ გადაფარვის შედეგად ნახშირბადატომებს შორის წარმოიქმნიან მეორე



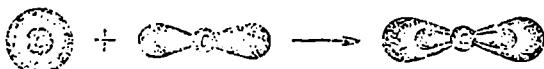
სურ. 12.  $\sigma$ -ბმები ეთილენის მოლეკულაში



სურ. 13.  $\pi$ -ბმა ეთილენის მოლეკულაში.

კოვალენტურ ბმას, რომელიც  $\pi$  ( $\pi$ )-ბმის სახელწოდებითაა ცნობილი (სურ. 13).

3. SP-ჰიბრიდიზაცია. ამ დროს ხდება ერთი S და ერთი P-ორბიტალის ურთიერთქმედება და წარმოიქმნება ორი SP-ჰიბრიდიზირებული ორბიტალი, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ მიმართულია  $180^\circ$  კუთხით (სურ. 14). დარჩენილი ორი არაჰიბრიდიზირებული P-ორბიტალი განლაგებულია ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში.



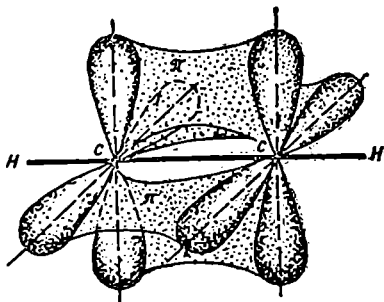
სურ. 14. ნახშირბადატომის ორბიტალების SP-ჰიბრიდიზაცია.

ჰიბრიდიზაციის ასეთი ტიპი გვხვდება აცეტილენის ( $C_2H_2$ ) მოლეკულაში. ორი ჰიბრიდიზირებული ორბიტალის გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება  $\sigma$ -ბმა C—C—ატომებს შორის. დარჩენილი ორი SP-ჰიბრიდიზირებული ორბიტალი იხარჯება წყალბადატომებთან  $\sigma$ -ბმის წარმოქმნაზე (სურ. 15).

ოთხი არაჰიბრიდიზირებული P-ორბიტალი (თითოეული ნახშირბადატომიდან ორ-ორი) „გვერდითი“ გადაფარვის შედეგად წარმოქმნის ორ  $\pi$ -ბმას (სურ. 16).



სურ. 15.  $\sigma$ -ბმები აცეტილენის მოლეკულაში.



სურ. 16.  $\pi$ -ბმები აცეტილენის მოლეკულაში.



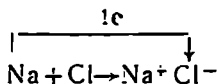
## ქიმიური ბმის ტიპები

არჩევენ ქიმიური ბმების სამ ძირითად ტიპს: 1. იონური ანუ ელექტროსტატიკური; 2. კოვალენტური ანუ ატომური და 3. მეტალური.

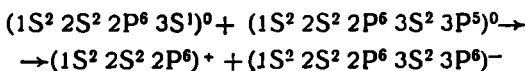
### იონური ანუ ელექტროსტატიკური ბმა

ელექტროსტატიკური ბმა წარმოიშობა ურთიერთსაპირისპიროდ დამუხტულ ნაწილაკებს შორის მიზიდულობის შედეგად. განასხვავებენ სამი ტიპის ურთიერთმიზიდულობას: 1. იონ-იონური მიზიდულობა (იონური ბმა); 2. იონ-დიპოლური მიზიდულობა; 3. დიპოლური მიზიდულობა.

იონური ბმა წარმოიქმნება, როცა ნაკლებელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომის გარე შრის ორბიტალიდან ერთი ან რამდენიმე ელექტრონი გადადის უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომის გარე შრის ორბიტალზე. ამის შედეგად წარმოიქმნება იონები — კატიონები და ანიონები. მაგალითად, ნატრიუმის ატომის (ელექტროდადებითი ელემენტი) ურთიერთქმედება ქლორის ატომთან (ელექტროუარყოფითი ელემენტი) წარმოადგენს ნატრიუმიდან ქლორზე ელექტრონის გადატანის პროცესს, რის გამოც ნატრიუმის ატომი იმუხტება დადებითად, ხოლო ქლორის — უარყოფითად.

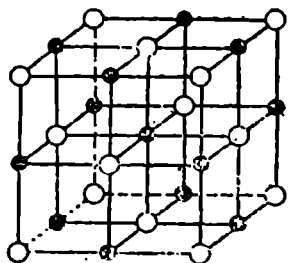


ანუ:



წარმოქმნილი და ურთიერთსაპირისპიროდ დამუხტული იონები ურთიერთ მიიზიდებიან. იონების მიახლოებისას სისტემის პოტენციური ენერგია მცირდება, აღწევს რალაც მინიმუმს და კვლავ იზრდება. იონებს შორის ოპტიმალური მანძილი, რომელიც შეესაბამება მინიმალურ პოტენციურ ენერგიას, შეიძლება განხილულ იქნეს იონური ბმის სიგრძედ.

იონური ნაერთები წარმოადგენენ მაღალი ლღობის ტემპერატურის მქონე მყარ სხეულებს, რომლებშიც იონებს უკავიათ მკაცრად განსაზღვრული მდებარეობა ე. წ. კრისტალური მესერის კვანძები (ნახ. 17.)

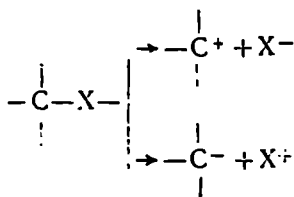


ნახ. 17. ნატრიუმის ქლორიდის კრისტალური მესერი.

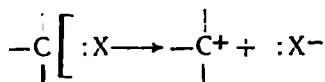
როგორც ნახაზიდან ჩანს, NaCl-ის კრისტალებში თითოეულ იონზე მოდის ექვსი საპირისპირო ნიშნის მქონე იონი. ასეთ შემთხვევაში ამბობენ, რომ კოორდინაციული რიცხვი ნ-ის ტოლია.

თუ იონთა წყვილიდან განვიხილავთ ერთს, მაშინ მეორეს უწოდებენ „ანტიიონს“. ამრიგად, ნატრიუმქლორიდში  $\text{Na}^+$  და  $\text{Cl}^-$  წარმოადგენს „ანტიიონებს“.

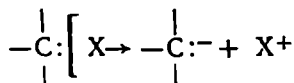
ანალოგიური სქემით, იონური ბმების წარმოქმნა დამახასიათებელია ორგანული ნერთებისათვის, თუმცა ამ შემთხვევაში იონების წარმოქმნა რამდენადმე განსხვავებულია. ნახშირბადიონები წარმოიქმნება  $>\text{C}-\text{X}$  ბმის ჰეტეროლიტური გახლეჩის შედეგად:



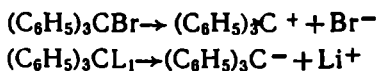
პირველ შემთხვევაში  $\text{C}-\text{X}$  ბმის გახლეჩა ხდება ისე, რომ ელექტრონული წყვილები მოწყდება X-ატომთან ერთად:



ხოლო მეორე შემთხვევაში კი, პირიქით, ელექტრონული წყვილი რჩება ნახშირბადატომთან:

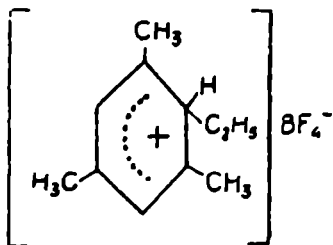


ამრიგად, წარმოიქმნება კარბკატიონი (კარბონიუმის იონი) და კარბანიონი. მაგალითად:

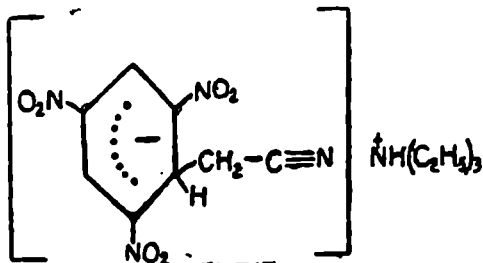
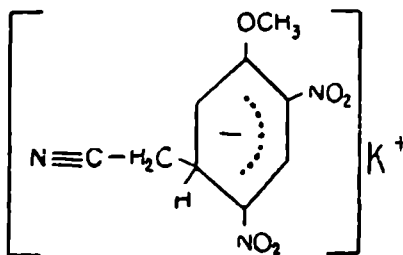


კარბკატიონი ხასიათდება ერთი ვაკანტური P-აღმ-ის არსებობით, ხოლო კარბანიონი კი P-აღმ-ზე შეუქავეშირებელი წყვილი ელექტრონის არსებობით.

ნახშირბადის იონური ნაერთები რიც შემთხვევაში შეიძლება გამოიყოს სრულიად მდგრადი მარილების სახით. ასე მაგალითად, კარგადაა ცნობილი  $\sigma$ -კომპლექსები, რომლებიც წარმოადგენენ არომატული ნაერთების კარბონიუმის იონების მარილებს:

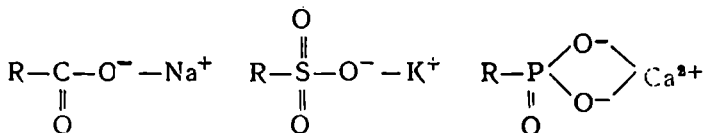


ასევე ცნობილია კარბანიონების მარილები, მაგალითად:

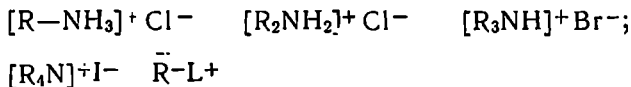


ორგანულ იონებს (კარბოკატიონებსა და კარბანიონებს) დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანულ ნაერთთა შესწავლის საქმეში, ხოლო იონურ ბმებს კი ამ მხრივ ყოველთვის არა აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა. იონური ბმები ძირითადად გვხვდება ორგანული მკავე-

ბის მარილებში (კარბონმჟავების, სულფომჟავების, ფოსფონმჟავების მარილები და სხვ.). მაგალითად:

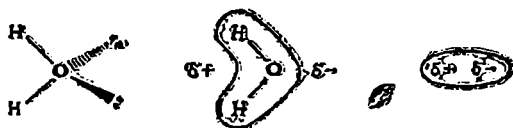


ასევეა ორგანული ფუძეების (ამინების, ფოსფინების და ა. შ.) მარილებში:



იონ-დიპოლური ურთიერთქმედება არის იონსა და პოლარულ ბმას (ან პოლარული მოლეკულის საპირისპიროდ დამუხტულ ბოლოებს) შორის ურთიერთქმედება. იონ-დიპოლური ურთიერთქმედება შეიძლება განვიხილოთ წყლის მოლეკულის მაგალითზე. წყლის მოლეკულა პოლარულია. ჟანგბადოვანი „ბოლო“ ჟანგბადის ატომის დიდი ელექტროუარყოფითობის გამო წყალბადოვან „ბოლოსთან“ შედარებით მდიდარია ელექტრონებით.

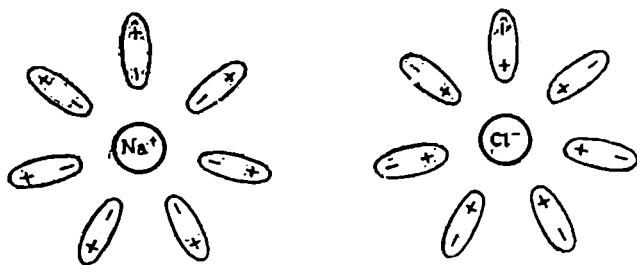
ელექტრონულად ასიმეტრიულ მოლეკულაში შემავალ ატომებზე ნაწილობრივი ელექტრონული მუხტის მისანიშნებლად შემოღებულია δ<sup>-</sup> და δ<sup>+</sup> აღნიშვნები (ნახ. 18).



ნახ. 18. წყლის პოლარული მოლეკულის სქემა.

პოლარული მოლეკულების იონების მიმართ საპირისპირო ბოლოებით ორიენტაციის შემთხვევაში აღიძვრება მიზიდულობის ძალა, რომელიც იონ-დიპოლური ურთიერთქმედების სახელწოდებითაა ცნობილი. ასეთ ურთიერთქმედებას ადგილი აქვს იონური ნაერთების, (მაგალითად, NaCl) მაღალპოლარულ გამხსნელებში (მაგ. წყალში) გახსნის დროს. ასეთ შემთხვევებში იონები ასოცირდებიან გამხსნელის მოლეკულებთან. (ე. ი. სოლვატირდებიან), წყლის შემთხვევაში ამ პროცესს ჰიდრატაცია ეწოდება (სურ. 19).

დიპოლ-დიპოლური ურთიერთქმედება არის ორი პოლარული ბმის ან პოლარული მოლეკულის საპირისპირო ბოლოებს შორის ურთიერთქმედება, რომელსაც მიეკუთვნება წყალბადური ბმა.

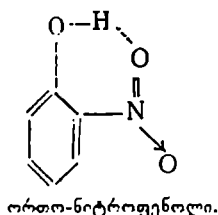
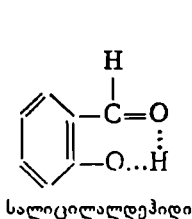


სურ. 19. ნატრიუმისა და ქლორის იონების სოლვატაცია.

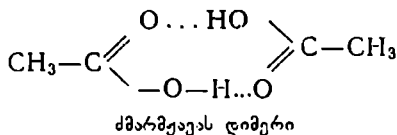
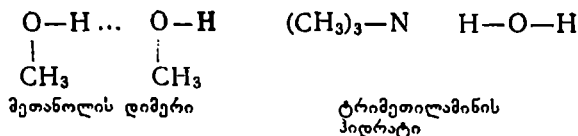
წყალბადური ბმა აღიძვრება ისეთ შემთხვევაში, როცა წყალბადატომი დაკავშირებულია ძლიერ ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომთან (აზოტი, ენგბადი, ფტორი და სხვა). ასეთი მოლეკულები ძლიერ პოლარიზებულია და წარმოდგენენ დიპოლებს. რომლებიც ერთმანეთთან მიახლოების დროს ერთმანეთის მიმართ ორიენტირდებიან საპირისპირო ბოლოებით, რის შედეგადაც აღიძვრება დიპოლ-დიპოლური ურთიერთქმედება, რაც განაპირობებს წყალბადურ ბმას, რომლის ენერგია არ აღემატება 12,5—21 კჯ/მოლს.

წყალბადური ბმის წარმოქმნის უნარით აიხსნება ამინების, კარბონმჟავებისა და ჰიდროქსილშემცველი ნაერთების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ანომალიები. კერძოდ, კარბონმჟავებისა და სპირტების ასოციაცია, ხელატების წარმოქმნა და სხვა.

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



ორ სხვადასხვა მოლეკულას შორის წყალბადურ ბმას ეწოდება აოლეკულათაშორისი წყალბადური ბმა. იგი დამახასიათებელია სპირტებისათვის, კარბონმჟავებისათვის, ამინებისათვის და სხვა.

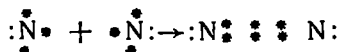
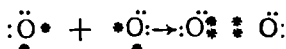
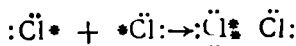


ამის გამო სპირტებისა და კარბონმეაქეების ჰომოლოგიურ რიგებში დუღილისა და ლღობის ტემპერატურა გაცილებით მაღალია, ვიდრე ნახშირწყალბადების, ეთერებისა და ალდეჰიდების ჰომოლოგიურ რიგში. მაგ. ორთო-ნიტროფენოლი დნება 45°C-ზე, მეტა-ნიტროფენოლი 97°C-ზე, ხოლო პარა-ნიტროფენოლი 114°C-ზე, რაც იმით აიხსნება, რომ ორთო-ნიტროფენოლში შიგამოლეკულური წყალბადური ბმა აბრკოლებს მოლეკულათშორის ურთიერთქმედებას. შიგა და მოლეკულათშორისი წყალბადური ბმები განსაკუთრებით დიდ როლს თამაშობს ცილების — ბიოლოგიური მაკრომოლეკულების სტრუქტურის წარმოქმნაში.

წყალბადური ბმები განუზომელ როლს ასრულებს ყველგან, სადაც გვხვდება სიცოცხლე. მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების შედგენილობაში შემავალი წყალი წარმოქმნის წყალბადურ ბმებს. არ იქნება გადაჭარბებული თუ ვიტყვით, რომ ცოცხალ ორგანიზმებში წყალბადური ბმა არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე ნახშირბად-ნახშირბადოვანი ბმა. წყალბადური ბმის როლი განუზომელია საღებარების ქიმიაში, ღებვის პროცესში, პოლიმერული მასალების ტექნოლოგიაში და სხვა.

### კოვალენტური ანუ ჰომეოპოლარული ბმა

ერთნაირი ან მცირედ განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის მქონე ელემენტის ატომებს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილებით დამყარებულ ბმას ეწოდება კოვალენტური ანუ ჰომეოპოლარული ბმა. თითოეული ელექტრონული წყვილისაგან წარმოიქმნება მხოლოდ ერთი კოვალენტური ბმა:



(\*-ით აღნიშნულია ბმის წარმოქმნაში მონაწილე ელექტრონები).

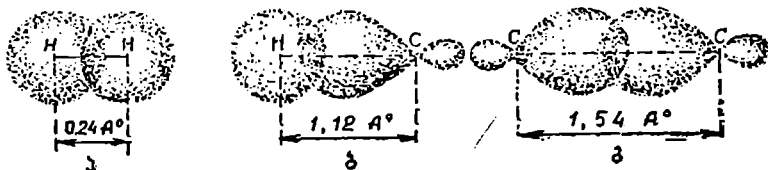
განასხვავებენ არაპოლარულ და პოლარულ კოვალენტურ ბმას. არაპოლარულია კოვალენტური ბმა იმ შემთხვევაში, როცა ის წარმოქმნილია ერთნაირი ელექტროუარყოფითობის მქონე ელემენტის ატომებისაგან (მაგალითად:  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,  $CS_2$  და სხვა), ხოლო პოლარულია იმ შემთხვევაში, როცა წარმოქმნილია განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის მქონე ელემენტის ატომებისაგან. ამ შემთხვევაში ატომებიდან ერთ-ერთი ხასიათდება ელექტრონის მიზიდვის მეტი უნარით, რის გამოც ელექტრონული სიმკვრივე გადაწეულია ამ ატომის მხარეზე. მაგალითისათვის განვიხილოთ კარბონი-

ლის ჯგუფი  $-C^{\delta+} \equiv O^{\delta-}$  ნიშანი  $\delta+$  და  $\delta-$  (დელტა) აღნიშნავს, რომ

ჟანგბადის ატომზე არის ჰარბი ელექტრონული სიმკვრივე (ნაწილობრივი უარყოფითი მუხტი), ხოლო ნახშირბად ატომზე კი — პირიქით (ნაწილობრივი დადებითი მუხტი). ამრიგად, რაც მეტია კოვალენტური ბმით დაკავშირებული ატომების ელექტროუარყოფითობას შორის სხვაობა, მით უფრო პოლარულია ბმა.

### კოვალენტური ბმების კვანტურ-მექანიკური აღწერა

მარტივი (σ) კოვალენტური ბმის ელექტრონული აღნაგობა კოვალენტური ბმების წარმოქმნა ხდება ორი ატომის ელექტრონული ღრუბლების ურთიერთგადაფარვის შედეგად. ამასთანავე ბმა წარმოიქმნება იმ მიმართულებით, რომელშიც ხდება ელექტრონული ღრუბლების მეტი გადაფარვა.



სურ. 20. σ-ბმების ელექტრონული აღნაგობის სქემა. ა —  $H-H$  ბმა წყალბადის მოლეკულაში; ბ —  $C-H$  ბმა მეთანის მოლეკულაში; გ —  $C-C$  ბმა.

მე-20 სურათზე წარმოდგენილია: ა — წყალბადის მოლეკულაში წყალბადის ა — ორი ატომის შემაერთებული მარტივი ბმის ელექტრონული აღნაგობის სქემა ( $\sigma_{s-s}$ );

ბ — ნახშირბადისა და წყალბადის ატომების შემაერთებული ბმის აღნაგობის სქემა ( $\sigma_{sp^3-s}$ );

გ — ნახშირბად-ნახშირბადოვანი ( $C-C$ ) ბმის აღნაგობის სქემა ( $\sigma_{sp^3-sp^3}$ ).

მოცემულ შემთხვევებში ბმა განხორციელებულია S-ელექტრონების ან S და  $SP^3$ -ჰიბრიდიზირებული ელექტრონების ხარჯზე.

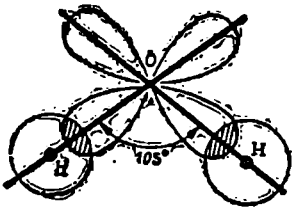
მარტივი  $\sigma$ -ბმის მთავარ დამახასიათებელ ნიშანს წარმოადგენს ის, რომ მისი წარმომქმნელი ელექტრონული ღრუბლების უდიდესი გადაფარვა მოთავსებულია ატომების ცენტრების შემაერთებელი წრფის გასწვრივ.

კვანტურმა მექანიკამ ახსნა კოვალენტური ბმის არა მარტო არსი, არამედ ბმის სივრცითი მიმართულებაც.

როგორც ვიცი, P-ელექტრონების ღრუბელს აქვს მოცულობითი რვიანის (გაწელილი ჰანტელის) ფორმა, ამასთანავე P-ორბიტალები ურთიერთმართობულნი არიან. ასე მაგალითად, ყანგბადის ატომს აქვს ორი სავალენტო P-ელექტრონი, ამიტომ წყლის მოლეკულაში სავალენტო კუთხე  $\text{O}$  უნდა იყოს დაახლოებით  $90^\circ$ .



ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია, რომ ის შეადგენს  $105^\circ$  (ექსპერიმენტულ და თეორიულ მონაცემებს შორის სხვაობა  $15^\circ$  აიხსნება წყალბადატომების ელექტრონული გარსების ურთიერთგანზიდვით) (ნახ. 21).



ნახ. 21. ორბიტალების განლაგება წყლის მოლეკულაში.

იმის გამო, რომ ოთხვალენტიანი ნახშირბადატომის ოთხი ჰიბრიდიზირებული ელექტრონული ღრუბელი მიმართულია  $109^\circ 28'$  კუთხით, მისი  $\sigma$ -ბმებიც ასეთივე კუთხით იქნება მიმართული, რითაც აიხსნება ნახშირბადის ატომის ტეტრაედრული ფორმა მეტანის მოლეკულაში.

### შემაკავშირებელი და არაშემაკავშირებელი (გამთიშველი) მოლეკულური ორბიტალები.

მოლეკულური ორბიტალების (მო) თეორია წარმოადგენს ატომის ელექტრონული აღნაგობის ორბიტალური (ატ) წარმოდგენების თეორიის ლოგიკურ გაგრძელებას.

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

ამრიგად, ორი ატომური ორბიტალის ურთიერთქმედების შედეგად მიიღება ორი მოლეკულური ორბიტალი. ე. ი. გარკვეული რა-



ოდენობის ატომური ორბიტალებისაგან მიიღება იმავე რაოდენობის მოლეკულური ორბიტალები.

მოლეკულური ორბიტალების აგების (შევისების) დროს დაცული უნდა იქნეს ატომური ორბიტალების აგების წესები (იხ. გვ. 34).

1. თითოეული მ $\sigma$ -ზე შეიძლება მოთავსდეს მაქსიმუმ ორი ელექტრონი. კოვალენტური ბმის მო ყოველთვის შეიცავს ორ ელექტრონს;

2. გადაგვარებული მ $\sigma$ -ს შევისება ხდება ჯერ თითო-თითო ელექტრონით, მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება მეორე ელექტრონის ამ ორბიტალებზე განლაგება.

3. მ $\sigma$  შევისების თანმიმდევრობა ისეთნაირია, რომ პირველ რიგში ივსება უმცირესი ენერგიის მქონე ორბიტალი და ა. შ.

განახვავებენ მოლეკულური ორბიტალის სამ ტიპს:

1. შემაკავშირებელს;
2. არაშემაკავშირებელს;
3. გამთიშავს.

შემაკავშირებელი ეწოდება ისეთ მ $\sigma$ -ს, რომელთა ენერგია ნაკლებია მათი წარმომქმნელი  $\sigma$ -ს ენერგიაზე.

არაშემაკავშირებელი ეწოდება ისეთ მ $\sigma$ -ს, რომელთა ენერგია ტოლია მათი წარმომქმნელი  $\sigma$  ენერგიის.

გამთიშავი ეწოდება ისეთ მ $\sigma$ -ებს, რომელთა ენერგია აღემატება წარმომქმნელი ატომური ორბიტალების ენერგიას.

მოლეკულურ-ორბიტალური თეორიით კოვალენტური ბმის აღწერისათვის განვიხილოთ, თუ რატომ არის წყალბადის მოლეკულა ორბიტომიანი.

წყალბადის მოლეკულის აღნაგობა. წყალბადის ატომს აქვს ერთი ელექტრონი 1S-ორბიტალზე. როდესაც წყალბადის ორი ატომი, საპირისპირო სპინების მქონე ელექტრონებით, მიუახლოვდებიან ერთმანეთს, ხდება მათი ატომური ორბიტალების გადაფარვა. ამის შედეგადაც წარმოიქმნება მოლეკულური ორბიტალები, რომელიც მოიცავს ორივე პროტონს (ნახ. 22).

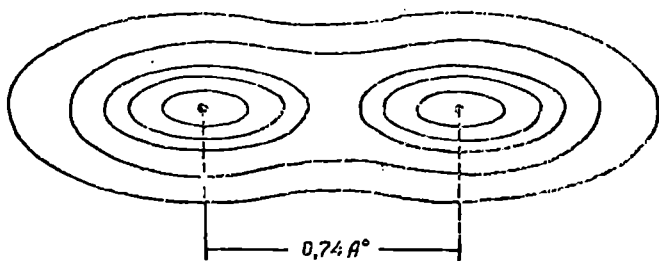
ასეთი მოლეკულური ორბიტალი ეკუთვნის არა ცალკეულ ატომებს, არამედ მთელ მოლეკულას. მას შემაკავშირებელ ორბიტალს



ნახ. 22. კოვალენტური ბმის წარმოქმნა.

ა — დამოუკიდებელი ატომური ორბიტალები; ბ — ატომური ორბიტალების გადაფარვა; გ — შემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალი.

უწოდებენ და მისი ენერგია ნაკლებია წარმომქმნელი ატმ-ის ენერგიაზე. ამ ორბიტალის ელექტრონული სიმკვრივის კონტურული სურათი ნათლად გვიჩვენებს, რომ ელექტრონული სიმკვრივის დიდი ნაწილი მოთავსებულია ცალკეული წყალბადატომების ბირთვებს შორის. ორივე პროტონი მთლიანად გარშემორტყმულია მოლეკულური ორბიტალით და მათ ერთმანეთის მიმართ უჭირავთ ზუსტად განსაზღვრული მდებარეობა. ე. ი. ორ შეკავშირებულ ატომს შორის არსებობს რაღაც მუდმივი მანძილი, რომელიც მოცემულ შემთხვევაში შეადგენს  $0,74 \text{ \AA}$  და მას ბმის სიგრძეს ანუ ატომთაშორის მანძილს უწოდებენ.



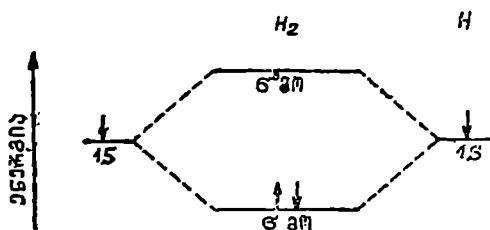
ატომბირთვებს შორის მანძილი  $0,74 \text{ \AA}$

ნახ. 23. შემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალის ელექტრონული სიმკვრივის კონტურული სურათი წყალბადის მოლეკულაში.

საკირთა გავიხსენოთ, რომ ყოველი  $n$  ატომური ორბიტალის კომბინაციით უნდა მივიღოთ  $n$  მოლეკულური ორბიტალი. ამიტომ წყალბადის მოლეკულაში უნდა განვიხილოთ უფრო მაღალი ენერგის მქონე მეორე მო-

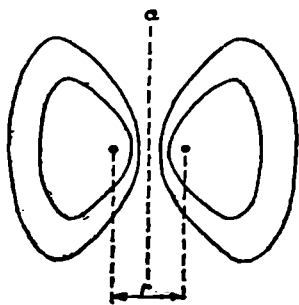
ლეკულური ორბიტალი, რომელიც გამოიშავი ორბიტალის სახელწოდებითაა ცნობილი. (ნახ. 24).

წყალბადის მოლეკულის ( $H_2$ ) შემაკავშირებელი მშ წარმოდგენილია ბმის წარმოქმნისათვის საჭირო ორივე ელექტრონით, ხოლო გამოთიშავი ორბიტალი კი ვაკანტურია (ნახ. 25).



ნახ. 24. ორბიტალების ფარდობითი ენერგიები წყალბადის ატომებსა და მოლეკულაში.

წყალბადის ორივე ორბიტალი აღნიშნება, როგორც  $\sigma$ -ორბიტალები, მაგრამ განსხვავებისათვის განთიშავ ორბიტალს აღნიშნავენ  $\sigma^+$ .



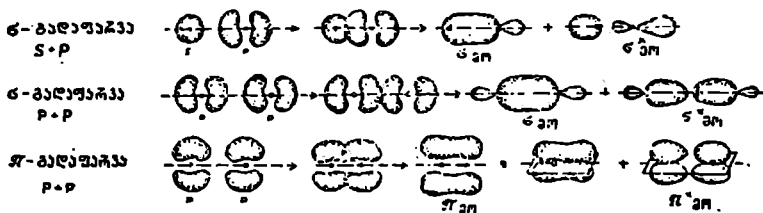
ნახ. 25. გამთიშავი ( $\sigma^+$ ) მმ წყალბადის მოლეკულაში.

როგორც აღინიშნა, ამ-ს გააჩნია კვანძები. ანალოგიურად ზოგიერთ მოლეკულურ ორბიტალებსაც შეიძლება ჰქონდეთ კვანძები, 25-ე ნახაზის განხილვის დროს შეიძლება შევამჩნიოთ გამთიშავი ( $\sigma^+$ ) მმ-ის ბირთვებს შორის ელექტრონული სიმკვრივის გახლეჩა. ეს გახლეჩა არსებობს იქ, სადაც ელექტრონის არსებობის ალბათობა ტოლია ნულის. ასეთი წერტილების თავმოყრა წარმოადგენს კვანძურ ზედაპირს. რამდენადაც მოცემულ შემთხვევაში კვანძური ზედაპირი ბრტყელია, ამდენად ის წარმოადგენს საკვანძო სიბრტყეებსაც.

შემთხვევითი არაა, რომ წყალბადის გამთიშავი მმ-ს ენერგია მაღალია შემაკავშირებელ მმ-ს ენერგიაზე. მოცემული წყვილის მოლეკულური ორბიტალების ენერგია დამოკიდებულია კვანძების რაოდენობაზე. რაც უფრო მეტი კვანძები გააჩნია მმ-ს, მით უფრო მაღალია მისი ენერგია.

წყალბადის მოლეკულის  $\sigma$ : მმ შეიცავს ერთით მეტ კვანძს  $\sigma$  მმ-თან შედარებით. ამიტომ  $\sigma^-$  მმ-ის ენერგია მეტია  $\sigma$ -მმ-ზე.

როგორც ვიცით, მოლეკულის წარმოქმნისათვის აუცილებელია ელექტრონული ორბიტალების გადაფარვა.  $H_2$ -ის მოლეკულის წარმოქმნის დროს ხდება მხოლოდ S-ორბიტალების გადაფარვა. კოვალენტური ბმა წარმოიქმნება ასევე სხვა ორბიტალების გადაფარვის დროსაც. კერძოდ, P-ორბიტალების გადაფარვის შემთხვევაში შეიძლება გავარჩიოთ  $\sigma$ -დან  $\sigma^+$  — მმ-ის რამდენიმე ტიპი (სურ. 26).



სურ. 26. 2P-ორბიტალებით წარმოქმნილი შემაკავშირებელი და გამთიშავი ორბიტალები.

1. პირველ ტიპს მიეკუთვნება S და P-ორბიტალების გადაფარვა P-ორბიტალის ღერძის მიმართულებით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ცილინდრული სიმეტრიის მქონე  $\sigma$  და  $\sigma^*$  — მწ.

2. მეორე ტიპს მიეკუთვნება ორი P-ორბიტალის გადაფარვა მათი შემაერთებელი ღერძის მიმართულებით, ამ შემთხვევაშიც წარმოიქმნება ცილინდრული სიმეტრიის მქონე  $\sigma$  და  $\sigma^*$  — მწ.

3. მესამე ტიპს მიეკუთვნება ორი P-ორბიტალის გადაფარვა მათი შემაერთებელი ღერძების პარალელურად, რის შედეგადაც წარმოიქმნება შემაკავშირებელი და გამთიშავი მოლეკულური ორბიტალი, რომელთაც შესაბამისად უწოდებენ  $\pi$  და  $\pi^*$  ( $\pi$  — შემაკავშირებელი,  $\pi^*$  — გამთიშავი) მწ-ს. უნდა აღინიშნოს, რომ განხილული სამი შემაკავშირებელი ორბიტალიდან არცერთს არ გააჩნია ბირთვებს შორის საკვანძო ზედაპირი, მაშინ, როდესაც ყოველ გამთიშავ ორბიტალს აქვს ორივე ბირთვს შორის გამავალი საკვანძო ზედაპირი.

### კოვალენტური ბმების ფიზიკურ-ქიმიური დახასიათება

მეცნიერების თანამედროვე მიღწევები იძლევა თითოეული ქიმიური ბმის რაოდენობრივი დახასიათების საშუალებას. კოვალენტური ბმის რაოდენობრივ მახასიათებლებს მიეკუთვნება: ნაჭერობა, ბმის ენერგია, ბმის სიგრძე, პოლარობა და პოლარიზებულობის უნარი, სავალენტო კუთხეები და მიმართულება სივრცეში.

ბ მ ი ს ე ნ ე რ გ ი ა არის ბმის სიმტკიცის მახასიათებელი სიდიდე. კოვალენტური ბმის წარმოქმნის დროს ყოველთვის გამოიყოფა ენერგია, რომელსაც ბმის ენერგია ეწოდება და იზომება კჯ/მოლით. (კჯ/მ).

უფრო ზუსტად, ბმის ენერგია ეწოდება შეერთებულ ატომებს შორის არსებული ბმის გახლეჩისათვის საჭირო ენერგიას. რაც მეტია ბმის ენერგია, მით უფრო მტკიცეა ბმა და — პირიქით.

ბმის ენერგიის დახასიათებისათვის ექსპერიმენტულად იღებენ თერმო-ქიმიურ მონაცემებს (ე. ი. მონაცემებს რეაქციის თბური ეფექტების შესახებ). პრაქტიკულად ამ მონაცემების მიღებისათვის გამოითვლიან წვის სითბოს ე. ი. სითბურ ეფექტს, რომელსაც თანახლავს ორგანული ნაერთის სრული წვა, შემადგენელი ელემენტების ოქსიდების ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ) წარმოქმნამდე. (აზოტი, ბრომი და იოდი გამოიყოფა თავისუფალი სახით, ქლორი წარმოქმნის  $\text{HCl}$ -ს).

ორგანული ნივთიერებების წვას აწარმოებენ სპეციალურ ხელსაწყოში — კალორიმეტრში. მიღებული მონაცემები გამოიყენება მოლეკულების წარმოქმნის სითბოს გამოთვლისათვის, ხოლო წარ-

მოქმენის სითბოს მონაცემების საფუძველზე კი გამოითვლიან ბმის ენერჯიას. მაგალითად, მეთანის მოლეკულის წარმოქმნის სითბო ტოლია 1660 კჯ/მოლის. ვინაიდან მეთანის მოლეკულის წარმოქმნის დროს წარმოიქმნება ოთხი ბმა, თითოეული მათგანის ენერჯია ტოლი იქნება  $1660:4=415$  კჯ/მოლის. პარაფინების ჰომოლოგიურ რიგში ორი მეზობელი წევრის წარმოქმნის სითბოთა შორის სხვაობა დაახლოებით შეადგენს 1180 კჯ/მოლს, რაც სინამდვილეში წარმოადგენს  $\text{CH}_2$ -ის ჯგუფის (მეთილენის ჯგუფის, ჰომოლოგიური სხვაობის) წარმოქმნის სითბოს, ე. ი. შეესაბამება დამატებითი ერთი  $\text{C}-\text{C}$  ბმის და ორი  $\text{C}-\text{H}$  ბმის წარმოქმნას. ორი  $\text{C}-\text{H}$  ბმის ენერჯიის მნიშვნელობის ( $415 \times 2$ ) გამოკლებით მივიღებთ  $\text{C}-\text{C}$  ბმის ენერჯიას.  $1180 - (415 \times 2) = 350$  კჯ/მოლს.

ანალოგიურად შეიძლება გამოითვალოს სხვა ბმების ენერჯიაც. ბმის სიგრძე არის შეკავშირებულ ატომებს შორის მანძილი. იგი დამოკიდებულია ატომების ბუნებაზე და მათ შორის ბმის ხასიათზე (მარტივი, ორმაგი, სამმაგი). ჯერადობის გადიდების შესაბამისად ბმის სიგრძე მცირდება, მაგალითად, მარტივი ( $\text{C}-\text{C}$ ) ბმის

ტოლია  $1,54 \text{ \AA}$ , ორმაგის ( $\text{C}=\text{C}$ )— $1,33 \text{ \AA}$ , სამმაგის ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ) კი —  $1,20 \text{ \AA}$ . ჩვეულებრივი ბმის სიგრძე მერყეობს  $1-2 \text{ \AA}$ -ის ზღვრებში.

პოლარიზაცია და პოლარიზება დოზა. ბმის პოლარიზაცია გვიჩვენებს შეკავშირებულ ატომებს შორის ელექტრონების განაწილების ხასიათსა და ატომების მუხტს. სხვადასხვა ელემენტის ატომები ხასიათდებიან ელექტრონების მიერთებისადმი სწრაფვის სხვადასხვა უნარით ე. ი. განსხვავებული ელექტროუარყოფითობით.

ბმის რაოდენობრივი მახასიათებლებიდან პოლარობა ყველაზე მნიშვნელოვანია, რადგანაც ატომების მუხტი განსაზღვრავს მოლეკულის რეაქციის უნარიანობას. გარდა ამისა, პოლარობა გავლენას ახდენს ფიზიკურ თვისებებზეც, კერძოდ, დიპოლურ მომენტებზე. ნაერთთა პოლარობა შეიძლება განისაზღვროს ექსპერიმენტულად და გამოისახოს დიპოლური მომენტის ( $\mu$ ) სახით. დიპოლური მომენტი ( $\mu$ ) წარმოადგენს მუხტის სიდიდის ( $e$ ) ნამრავლს მუხტებს შორის მანძილზე ( $r$ ).

$$\mu = e \cdot r$$

დიპოლური მომენტის სიდიდეები გამოისახება ე. წ. დეზაის ( $D$ ) ერთეულებში, რომელიც ტოლია  $10^{-10} \cdot 10^{-8} = 10^{-18}$  ელ. სტ. ერთ. სმ.

კოვალენტური ბმის პოლარობას ექსპერიმენტულად გამოითვლიან დიპოლური მომენტის საფუძველზე.

მაგალითად, აირადი ქლორწყალბადის დიპოლური მომენტი ტოლია  $1,08 \text{ D}$ .  $\text{H}-\text{Cl}$ -ს შორის მანძილი უდრის  $1,27 \text{ \AA}$ . ამ მონაცემების საფუძველზე შეიძლება გამოვთვალოთ წყალბადისა და ქლორის ატომზე მუხტების მნიშვნელობა.

$$\bar{e} = \frac{\mu}{r} = \frac{1,08 \cdot 10^{-18}}{1,27 \cdot 10^{-8}} = 0,85 \cdot 10^{-10} \text{ ელ. სტ. ერთ. სმ.}$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ აირად ქლორწყალბადში ატომებზე იმყოფება ელექტრონის  $\frac{1}{5}$ -ზე ნაკლები მუხტი ( $0,85:4,8$ ). ამიტომ აირად ქლორწყალბადში ბმა კოვალენტურია, იონური ხდება მხოლოდ მაშინ, როცა ეს მოლეკულა მოხვდება დიდი დიელექტრული მუდმივას მქონე გამხსნელის არეში, მაგალითად, წყალში.

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

მე-6 ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი კოვალენტური ბმის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.

ცხრილი 6.

ბმის ტიპი	სიგრძე $\text{\AA}$ -ში	ენერჯია კვ/მოლ $^{-1}$	პოლარიზებადობა ( $10^{-18}$ )	პოლარიზებადობა სმ $^2$ -ში
C—C	1,54	346	0	1,3
C=C	1,33	620	0	4,2
C≡C	1,20	810	0	6,2
C—N	1,47	290	0,5	1,6
C=N	1,27	615	1,4	3,8
C≡N	1,15	880	3,1	4,8
C—O	1,43	340	0,7	1,5
C=O	1,21	710	2,4	3,3
C—F	1,40	485	1,4	1,4
C—Cl	1,76	330	1,5	6,5
C—Br	1,91	280	1,4	9,4
C—I	2,12	240	1,3	14,6
H—C	1,09	415	0,4	1,7
H—O	0,96	465	1,5	1,7
H—S	1,34	340	—	4,8
H—N	1,01	390	1,3	1,8
N—N	1,48	160	0	2,0
N=N	1,24	420	0	4,1
N≡N	1,09	950	0	—
N—O	1,37	200	1,0	2,4
N=O	1,22	400	3,0	4,0

\* მოცემულია ბმის ენერჯიის საშუალო მაჩვენებლები.

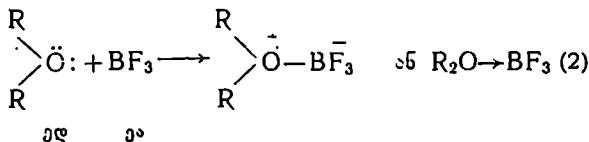
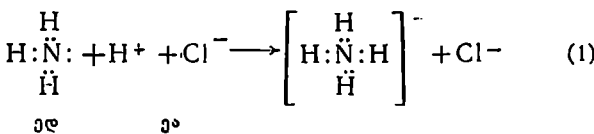
**ბმის სავალენტო კუთხე და მიმართულება სივრცეში**

სავალენტო კუთხე ეწოდება მრავალვალენტიანი ატომის მიერ წარმოქმნილი ბმების მიმართულებებს შორის არსებულ კუთხეს. ნახშირბადატომის სავალენტო კუთხე დამოკიდებულია მის ვალენტურ მდგომარეობაზე ანუ ჰიბრიდიზაციის ტიპზე, ხოლო ეს უკანასკნელი თავის მხრივ განსაზღვრავს ბმის მიმართულებას სივრცეში (რაც მკვეთრად განასხვავებს კოვალენტურ ბმას სხვა სახის ბმებისაგან). ბმის მიმართულება ნიშნავს, რომ ნახშირბადის ატომის კოვალენტური ბმის წარმოქმნა მიმდინარეობს განსაზღვრული მიმართულებით სივრცეში ვალენტური მდგომარეობის შესაბამისად. მაგალითად, SP<sup>3</sup>-ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაში, ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის კუთხე შეადგენს 109°28', ამიტომ მოლეკულას აქვს ტეტრაედრული ფორმა. ტეტრაედრის ცენტრში იმყოფება ნახშირბადის ატომი, რომლის ოთხივე ვალენტობა მიმართულია ტეტრაედრის წვეროსაკენ და მათ შორის კუთხე შეადგენს 109°28'-ს. (იხ. გვ. 38).

SP<sup>2</sup>-ჰიბრიდიზაციის შემთხვევაში კუთხე შეადგენს 120°, ხოლო SP-ჰიბრიდიზაციის დროს კი — 180°-ს. (იხ. გვ. 39—40).

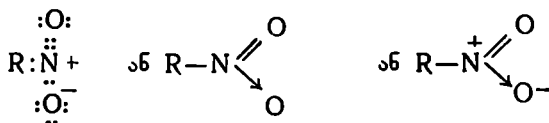
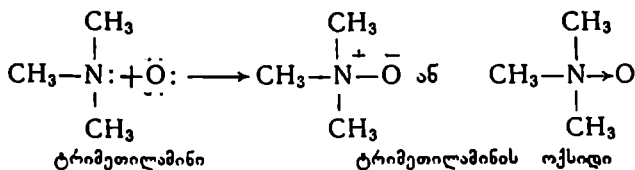
**დონორულ-აქცეპტორული ბმა** წარმოადგენს კოვალენტური ბმის კერძო შემთხვევას. ის აღიჭვრება იმ შემთხვევაში, როცა ერთ ატომს აქვს გაუყოფელი ელექტრონული წყვილი, ხოლო მეორეს კი — ვაკანტური ორბიტალი. ამ შემთხვევაში კოვალენტური ბმის ანალოგიურად ხდება ელექტრონების არათანაბრად გაზიარება. ერთი ატომი გადასცემს ელექტრონულ წყვილს საერთო სარგებლობისათვის, რომელსაც ღებულობს მეორე ატომი თავის თავისუფალ ორბიტალზე. უმარტივეს მაგალითს წარმოადგენს ერთი წყვილი ელექტრონის ხარჯზე წარმოქმნილი σ-ბმა.

ელექტრონების გამცემ ატომებს ეწოდებათ დონორები (აღინიშნება — მდ), ხოლო ელექტრონების მიმღებ ატომებს კი — აქცეპტორები (აღინიშნება — მბ).

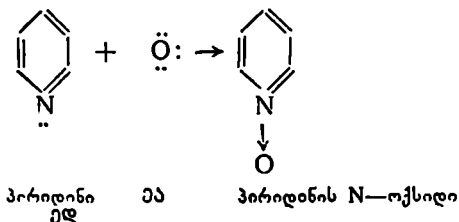
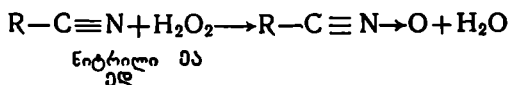


ამ შემთხვევაში სავალენტო ხაზი აღნიშნავს ორივე ელექტრონის მიერ დაკავებულ σ-მომს, მეორე ფორმულაში ისარი ასახავს, როგორც σ-მომს, ასევე დონორიდან აქცეპტორზე ელექტრონის გადაცემის პროცესს.

დონორულ-აქცეპტორულ ანუ კოორდინაციულ ბმასთან ახლოს დგას სემიპოლარული (ნახევრადპოლარული) ბმა, რომელიც ასევე წარმოქმნილია ერთი ატომის ან რადიკალის გაუყოფელი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე და იგი შეიძლება განვიხილოთ როგორც კოვალენტური, ისე იონური ბმის ერთდროული გამოვლინება.



ნიტრონაერთი



### თ ა ვ ი III.

#### ვიმართული ვალენტოვნების თეორია

##### 1. ჰიპოთეზის თეორია (აოლანოვარივი განხილვა)

მეორე და შემდეგი პერიოდის ელემენტების ატომები კოვალენტური ბმის წარმოქმნისათვის იყენებს თავიანთ სავალენტო ორბიტალებს. წარმოქმნილი მო მით უფრო მტკიცეა, რაც უფრო მეტია



მათი წარმოქმნილი ატომის გადაფარვის ხარისხი. მაგრამ ზოგჯერ ატომებს შორის ბმა გაცილებით უფრო მტკიცეა, ვიდრე ეს მოსალოდნელია (მათი საკუთარი ატომის შესაძლებელი გადაფარვის გამოთვლის მონაცემებთან შედარებით).

თეორიული და ექსპერიმენტული ფაქტების ასეთი შეუთანხმებლობის ახსნისათვის ივარაუდეს, რომ ბმის წარმოქმნის დროს ატომი ღებულობს ისეთ ფორმას, რომელიც საშუალებას აძლევს მათ, რაც შეიძლება სრულად გადაფაროს მეზობელი ატომის ატომი.

ატომის თავისი ფორმის შეცვლა შეუძლია მხოლოდ ამავე ატომის ატომთან კომბინაციის გზით. ასეთი კომბინაციის შედეგად წარმოიქმნება შუალედური ფორმის ახალი ორბიტალები, რომელთაც ჰიბრიდული ორბიტალები ეწოდებათ (იხ. გვ. 38—40).

ჰიბრიდული ორბიტალები ასიმეტრიულებია. ნახშირბადატომისათვის ცნობილია ჰიბრიდიზაციის სამი ტიპი:  $SP^3$ ,  $SP^2$  და  $SP$ , თუმცა საერთოდ ცნობილია ჰიბრიდიზაციის სხვა ტიპებიც.

### 2. ტეტრაედრული $SP^3$ -ჰიბრიდიზაცია

$SP^3$  ჰიბრიდული ორბიტალების ფორმა ზემოთ იყო განხილული. აქ მოვიყვანთ მათ (შესაბამისი ტალღური ფუნქციების) ანალიზურ გამოსახულებას:

$$\psi_1 = \frac{1}{2}S + \frac{\sqrt{3}}{2}P_z$$

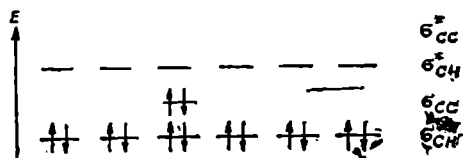
$$\psi_2 = \frac{1}{2}S + \sqrt{\frac{2}{3}}P_x - \frac{1}{2}P_z$$

$$\psi_3 = \frac{1}{2}S - \frac{1}{\sqrt{6}}P_x + \frac{1}{2}P_y - \frac{1}{\sqrt{12}}P_z$$

$$\psi_4 = \frac{1}{2}S - \frac{1}{\sqrt{6}}P_x - \frac{1}{2}P_y - \frac{1}{\sqrt{12}}P_z$$

27-ე ნახაზზე მოცემულია ეთანის, მოლეკულაში  $\sigma_{C-C}$  და  $\sigma_{C-H}$  მონიშნული მათი ენერგეტიკული დონეების მიხედვით განლაგება.

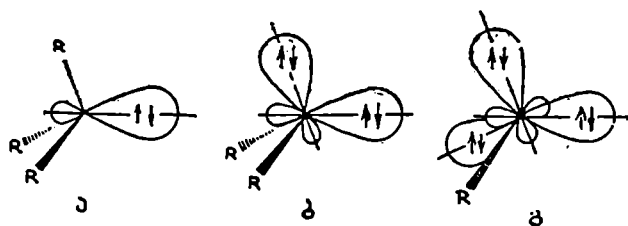
$SP^3$ -ჰიბრიდიზაცია, გარდა ნახშირბადისა, დამახასიათებელია ეთანბადისათვის წყლისა და სპირტების მოლეკულაში, აზოტისათვის — ამიაკისა და ამინების მოლეკულაში, მაგრამ ამ ნაერთების მოლეკულაში სა-



ნახ. 27.

მო-ს ენერგეტიკული დონეების მიხედვით განლაგება ეთანის მოლეკულაში.

ვალენტო კუთხეები მნიშვნელოვნადაა გადახრილი ტეტრაედრულიდან. დარჩენილ თავისუფალ ელექტრულ წყვილებს, რომლებიც ბმის წარმოქმნაში არ ლებულობენ მონაწილეობას,  $n$ -ელექტრონებს უწოდებენ (ნახ. 28).



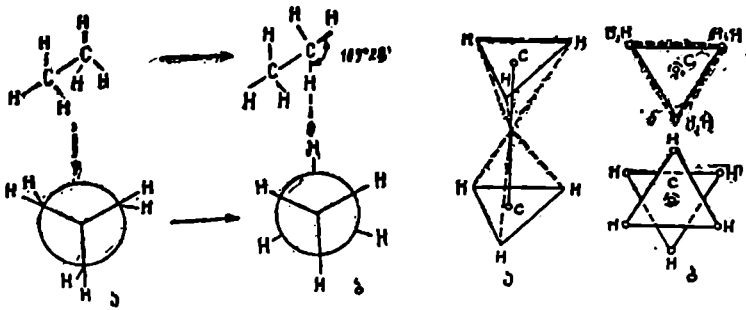
ნახ. 28.  
 ა — აზოტის; ბ — ჟანგბადის; გ — ჰალოგენების ატომების ჰიბრიდიზაცია.

### 3. კონფორმაციული იზომერია

კონფორმაცია (ლათ. conformis — მსგავსი) ანუ ბრუნვითი იზომერია წარმოადგენს სტერეოიზომერიის ერთ-ერთ სახეს. კონფორმაციის ცნების ქვეშ იგულისხმება სივრცეში ატომების განსხვავებული განლაგების მქონე ის სტრუქტურები, რომლებსაც წარმოქმნის ატომები ან ატომთა ჯგუფები თავიანთი შემაერთებელი ბმის ირგვლივ ბრუნვის დროს.

ნახშირწყალბადების მოლეკულებში შემავალ მეთილურ და მეტილურ ჯგუფებს შეუძლიათ თავისუფლად იბრუნონ თავიანთი შემაერთებელი მარტივი ბმის ირგვლივ, ამ დროს წარმოქმნილი სხვადასხვა ფორმები ატარებენ კონფორმერების ანუ ბრუნვითი იზომერების სახელწოდებას. მაგალითად, ეთანს, მეთილის ჯგუფების თავისუფალი ბრუნვის გამო, შეუძლია არსებობდეს მრავალრიცხოვანი კონფორმერების სახით.

შედარებით არამდგრად კონფორმერს წარმოადგენს ე.წ. ჩამოფარებული კონფორმაციონი (ა), რომელშიც ორი მეთილის ჯგუფის წყალბადატომები განლაგებულია ერთი მეორის ქვეშ. ამ კონფორმაციის არამდგრადობა გაპირობებულია იმით, რომ მასში იმყოფება მცირედ დაშორებული, ურთიერთგანზიდვის უნარის მქონე წყალბადატომები. ამ ატომების ურთიერთგანზიდვის შედეგად ეთანის ჩამოფარებული კონფორმაცია გადადის შედარებით მდგრად კონფორმაციაში (ბ), რომელშიც ერთი მეთილის ჯგუფის თითოეული წყალბადატომი თითქმის იმყოფება მეორე მეთილის ჯგუფის წყალბადატომებს შორის. ამ კონფორმაციაში სხვადასხვა მეთილის

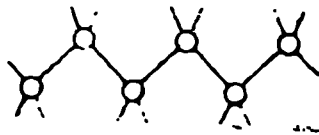


ნახ. 29.

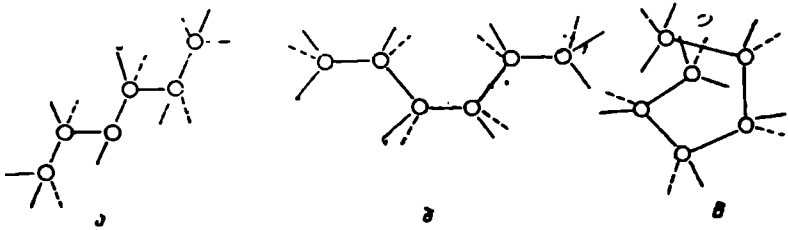
ეთანის მოლეკულის კონფორმაციები: ა — ცის-ფორმა. ბ — ტრანს-ფორმა.

ჯგუფის წყალბადატომები მაქსიმალურადაა დაშორებული ერთმანეთს. ამ კონფორმაციას ეწოდება დამუხრუჭებული იმის გამო, რომ მეთილური ჯგუფების თავისუფალი ბრუნვის დროს ყველაზე დიდხანს ამ კონფორმაციაში იმყოფება ეთანის მოლეკულა.

ნაჯერ ნაერთებში ნახშირბადატომების ცენტრებს შორის (C—C) მანძილი, როგორც ამას უჩვენებს რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი, ტოლია 1,54 Å, ხოლო ნახშირბადატომსა და წყალბადატომს შორის (C—H) 1,09 Å. გამომდინარე ნახშირბადატომის ტეტრაედრული აგებულებიდან ალკანების ჯაჭვს უნდა ჰქონდეს ასეთი ფორმა:



მაგრამ იმის გამო, რომ C—C ბმის ირგვლივ ბრუნვა თავისუფალია (შეუზღუდველია), ნახშირწყალბადის ჯაჭვს შეუძლია მიიღოს ნებისმიერი სხვადასხვა ფორმა — სხვადასხვა კონფორმაცია. მაგალითად:



იმის გამო, რომ ფორმა ა ყველაზე მდგრადია ენერგეტიკულად, ნახშირბადატომთა ჯაჭვი შედარებით უფრო მეტად არსებობს ა კონფორმერის სახით.

თერმოდინამიკური მონაცემების თანახმად, მარტივი C—C ბმის ირგვლივ ბრუნვა არ არის მთლიანად თავისუფალი და საჭიროებს გარკვეული რაოდენობის ენერგიის ხარჯვას, ე. ი. ბრუნვა დამუხრუჭებულია, ამიტომ მოლეკულის ერთი ნაწილის მეორეს მიმართ შემობრუნებისათვის, მოლეკულას უნდა ჰქონდეს გარკვეული პოტენციური ენერგია, რომელიც დამოკიდებულია შემობრუნების კუთხის სიდიდეზე.

$U = f(\psi)$ , სადაც  $\psi$  არის ბმის სიმეტრიის ღერძის ირგვლივ შემობრუნების კუთხე.

დადგენილია, რომ C—C მარტივი ბმის ირგვლივ ბრუნვის პოტენციური ენერგია  $U(\psi)$  მაქსიმალურია, მაშინ, როცა  $\psi$  60°, 180°, 300°-ის ტოლია.

საერთოდ, კონფორმაციული იზომერია განპირობებულია  $\sigma$ -ბმის ირგვლივ ბრუნვის გარკვეული ბარიერის არსებობით. სივრცითი სიძნელეების არარსებობის დროსაც კი მოლეკულის სხვადასხვა კონფორმაციის ენერგია E წარმოადგენს მიზიდვისა და განზიდვის ენერგიათა სხვაობას:

$$E = (U_{nn} + U_{ee} + T) - U_{ne}$$

სადაც  $U_{nn}$  არის ბირთვების ურთიერთგანზიდვის ენერგია;

$U_{ee}$  — ელექტრონების ურთიერთგანზიდვის ენერგია;

$U_{ne}$  — ბირთვის მიერ ელექტრონების მიზიდვის ენერგია.

ამ ენერგეტიკული ბარიერების მნიშვნელობა მცირეა (12,6 — 41,3 კჯ/მოლი<sup>-1</sup>). ამიტომ კონფორმერების გამოყოფა ინდივიდუალური სახით შეუძლებელია.

თანამედროვე წარმოდგენების თანახმად, ბრუნვის ბარიერის არსებობა დამოკიდებულია C—H ბმის  $\sigma$ -ორბიტალის განზიდვასთან მათი ურთიერთმიახლოების დროს.

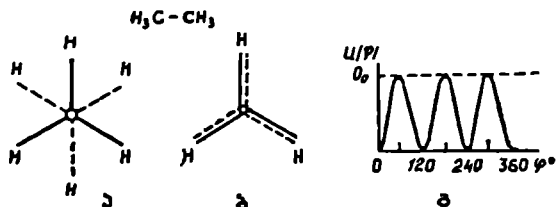
ენერგეტიკული ბარიერის სიდიდე ასევე დამოკიდებულია შემობრუნების კუთხის სიდიდეზე. მაგალითად, ეთანის მოლეკულაში ეს დამოკიდებულება გამოისახება ტოლობით:

$$E = \frac{1}{2} E_0 (1 + \cos 3\psi),$$

სადაც E არის მოლეკულის პოტენციური ენერგია;

$E_0$  — ბრუნვის ენერგეტიკული ბარიერი.

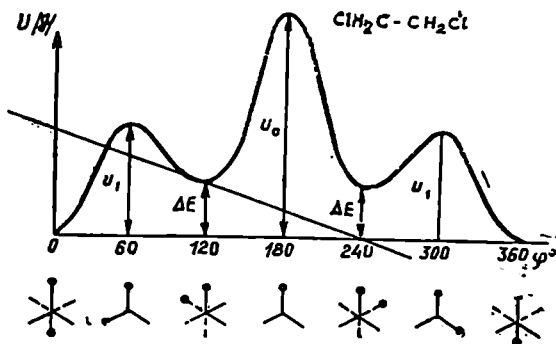
სპექტროსკოპული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ეთანის მოლეკულის ენერჯიის მინიმუმი  $U(\psi)$  შეესაბამება წყალბადატომების ტრანსოიდურ მდებარეობას (ნახ. 30 ა), ხოლო მაქსიმუმი კი ცისოიდურ მდებარეობას (ნახ. 30 ბ).



ნახ. 30. პოტენციური ენერჯიის დამოკიდებულება მეთილური რადიკალების შემობრუნების კუთხეზე ეთანის მოლეკულაში.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, ეს მდებარეობები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მოლეკულის ურთიერთმბრუნავი ნაწილების წყალბადატომებს შორის მანძილით, რომელიც ტრანსოიდური ფორმის შემთხვევაში მაქსიმალურია, ე. ი. წყალბადატომების განზიდვის ენერჯია მინიმალურია, ამიტომ პასუხობს  $U(\psi)$  მინიმალურ მნიშვნელობას (ნახ. 31).

შედარებით რთულ სურათს იძლევა შინაგანი ბრუნვა 1,2-დიქლორეთანის მოლეკულაში. ქლორის ატომების ურთიერთგანლაგების მიხედვით იცვლება ქლორისა და წყალბადის ატომებს შორის ურთიერთქმედების ენერჯია და ამასთან მთლიანად იცვლება მოლეკულის პოტენციური ენერჯია. (ნახ. 31).



ნახ. 31. პოტენციური ენერჯიის დამოკიდებულება  $\text{CH}_2\text{Cl}$ -ის ჯგუფების C-C ბმის ირგვლივ შემობრუნების კუთხეზე 1,2-დიქლორეთანის მოლეკულაში.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, C—C ბმის ირგვლივ—CH<sub>2</sub>Cl ჯგუფების ბრუნვის შედეგად 1,2-დიქლორეთანის მოლეკულისაგან წარმოიქმნება ექვსი კონფორმერი—კონფორმაციული იზომერი, რომელთაგან ენერგეტიკულად უფრო მდგრადია ტრანსოიდული ფორმები, მათში ჩანაცვლებულები (Cl-ის ატომები) ერთმანეთს მაქსიმალურადაა დაშორებული. ამას ადგილი აქვს მაშინ, როცა  $\Psi = 0^\circ$  და  $360^\circ$ -ს და შეესაბამება მინიმალური პოტენციური ენერგია.

ცისოიდური ფორმის სამი იზომერი წარმოიქმნება მაშინ, როცა  $\Psi = 60^\circ, 180^\circ, 300^\circ$ : მათი პოტენციური ენერგია სხვადასხვაა. ის მაქსიმალურია მაშინ, როცა  $\Psi = 180^\circ$ . ამ დროს ატომებს შორის მანძილი მინიმალურია, ამიტომ მაქსიმალურია მათი ურთიერთქმედება.

ორი შუალედური გომ-ფორმის ანუ დაცერებული ფორმის იზომერები წარმოიქმნება მაშინ, როცა  $\Psi = 120^\circ$  და  $240^\circ$ -ს.

ამრიგად, C—C მარტივი ბმის ირგვლივ ბრუნვა, რომელიც მიმდინარეობს მისი გაწყვეტის გარეშე, ცნობილია კონფორმაციული ბრუნვის სახელწოდებით. ამ დროს წარმოქმნილი მოლეკულის სხვადასხვა ფორმები ატარებენ ბრუნვითი იზომერების ანუ კონფორმერების სახელწოდებას. თბური მოძრაობის შედეგად კონფორმაციული გადასვლები დიდი სიჩქარით მიმდინარეობს ( $10^{10}$ -ჯერ წმ-ში), ამიტომ მათი ინდივიდუალური სახით გამოყოფა ქიმიური და ფიზიკური მეთოდებით შეუძლებელია, მიუხედავად იმისა, რომ მათი არსებობა დადგენილია (კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით).

ორგანული ნაერთების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები მჭიდროდაა დაკავშირებული მათ კონფორმაციასთან. კონფორმაციული წარმოდგენების საფუძველზე სწრაფად განვითარდა დინამიკური ანუ რეაქციების სტერეოქიმია, რომელიც წარმოადგენს აღნაგობის თეორიის ბუნებრივ გაგრძელებასა და განვითარებას. ახლებური ახსნა ჰპოვა ორგანული მოლეკულების მანამდე გამოუცნობმა თვისებებმა.

#### 4. ტრიგონალური SP<sup>2</sup>-ჰიბრიდიზაცია

SP<sup>2</sup> ჰიბრიდული ორბიტალების ფორმა ზემოთ იყო განხილული. აქ მოვიყვანთ მათ (შესაბამისი ტალღური ფუნქციების) ანალიზურ გამოსახულებებს:

$$\Psi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}S + \sqrt{\frac{2}{3}}P_x$$

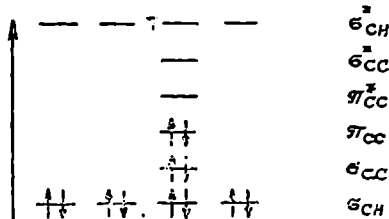
$$\Psi_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}S - \frac{1}{\sqrt{6}}P_x + \frac{1}{\sqrt{2}}P_y$$

$$\Psi_3 = \frac{1}{\sqrt{3}}S - \frac{1}{\sqrt{6}}P_x - \frac{1}{\sqrt{2}}P_y$$

(როგორც ადრე აღვნიშნეთ,  $SP^2$ -ჰიბრიდიზაციაში  $P_z$  ამო არ მონაწილეობს და სამი ჰიბრიდული ორბიტალის სიბრტყის პერპენდიკულარულადაა მიმართული).

32-ე ნახაზზე მოცემულია ეთილენის მოლეკულაში  $MO$ -ს განლაგება ენერგეტიკული დონეების შესაბამისად:

როგორც სქემიდან ჩანს, ოთხი  $C-H$   $\sigma$ -ბმა უფრო მტკიცეა, ვიდრე  $C-C$   $\sigma$ -ბმა, ხოლო  $C-C$   $\pi$ -ბმა კი ორივეზე სუსტია, ამგვარად, ეთილენის მოლეკულაში ექვს  $MO$ -ზე მოთავსებულია 12 ელექტრონი, ანალოგიური  $SP^2$ -ჰიბრიდიზაცია აქვთ ნახშირბადატომებს რადიკალებსა და კარბკატიონებში, აზოტის ატომს —  $C=N$  ბმაში, უანგბადს —  $C=O$  ბმაში. ამის შესაბამისად აღდეჰიდებისა და კეტონების მოლეკულებში ბმებს შორის კუთხე შეადგენს დაახლოებით  $120^\circ$ .



ნახ. 32.  $MO$ -ს განლაგება ენერგეტიკული დონეების მიხედვით ეთილენის მოლეკულაში.

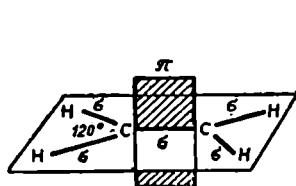
### 5. კონფიგურაციული იზომერია

კონფიგურაციული ანუ გეომეტრიული იზომერია დამახასიათებელია ალკენებისათვის ( $SP^2$ -ჰიბრიდიზაცია) და ნაჯერი ციკლური ნაერთებისათვის ( $SP^3$ -ჰიბრიდიზაცია). ე. ი. იმ შემთხვევებში, როცა ბმის ირგვლივ ბრუნვა დამუხრუჭებულია ან შეუძლებელია.

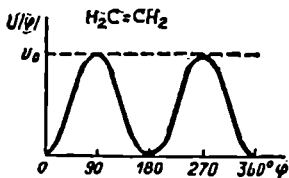
ორმაგი ბმის ირგვლივ ბრუნვა პრინციპულად განსხვავებულია მარტივი  $C-C$  ბმის ირგვლივ ბრუნვისაგან, რაც განპირობებულია ასეთი მოლეკულების სპეციფიკური სიბრტყითი აღნაგობით,  $\sigma$  და  $\pi$ -ბმების ურთიერთგანლაგებით.  $\pi$ -ბმა განლაგებულია თვით მოლეკულისა და მისი ბმების სიბრტყის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში (ნახ. 33).

$C-C$  ბმის ირგვლივ შემობრუნებისათვის აუცილებელია  $\pi$ -ბმის გაწყვეტა. ეთილენის პოტენციურ მრუდს (ნახ. 33) ეთანის მრუდისაგან განსხვავებით (ნახ. 30) აქვს მხოლოდ ორი პოტენციური ბარიერი და აღმატება ეთანის პოტენციურ ბარიერს.

მოლეკულებში ისეთ გარდაქმნებს, რომელთაც თან ახლავს ქიმიური ბმის გაწყვეტა სივრცითი სტერეოიზომერების წარმოქმნით,



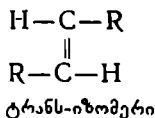
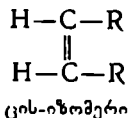
ა



ბ

ნახ. 33. ა — ეთილენის მოლეკულაში ბმების განლაგების სქემა;  
 ბ — ეთილენის მოლეკულის პოტენციური ენერჯიის დამოკიდებულება შემობრუნების კუთხეზე.

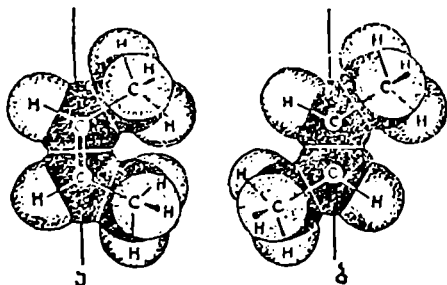
კონფიგურაციული გარდაქმნები ეწოდება. ერთი და იგივე ნივთიერების სტერეოიზომერები კი არის მისი კონფიგურაციები. ორმაგი ბმის მიმართ ჩამნაცვლებლების მდებარეობის მიხედვით განასხვავებენ ცის-და ტრანს-იზომერებს.



ცის-იზომერში ჩამნაცვლებლები განლაგებულნი არიან ორმაგი ბმის ერთ მხარეზე, ტრანს-იზომერებში კი — სხვადასხვა, ურთიერთსაპირისპირო მხარეზე.

ცის- და ტრანს-იზომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მარტო სივრცითი აღნაგობით, არამედ სხვა მრავალი ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით. მაგალითად, ცის-2-ბუტენი ლღვება  $-138,3^{\circ}\text{C}$ , დუღს  $3,7^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ტრანს-2-ბუტენი ლღვება  $-105,8^{\circ}\text{C}$ , დუღს  $0,9^{\circ}\text{C}$ .

ტრანს-იზომერები ცის-იზომერებთან შედარებით მდგრადები არიან, რაც აიხსნება ორმაგ ბმასთან დაკავშირებული ჯგუფების დიდი დამორებით სივრცეში (სურ. 34).



ა

ბ

სურ. 34. 2-ბუტენის მოლეკულის მოდელი.  
 ა — ცის-იზომერი; ბ — ტრანს-იზომერი.

კონფორმაციული იზომერიის მოვლენა, კონფიგურაციულიდან განსხვავებით, არ არის დაკავშირებული ქიმიური ბმის გაწყვეტასთან.



კონფიგურაციული იზომერები, კონფორმერებისაგან განსხვავებით. სტაბილურები არიან და მათი გამოყოფა შესაძლებელია ქიმიური და ფიზიკური მეთოდებით, რაც აიხსნება ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლის მაღალი აქტივაციის ენერგიით.

### 6. დიონალური SP-ჰიბრიდიზაცია

ჰიბრიდული ორბიტალების ფორმა ზემოთ იყო განხილული. აქ მოგვყავს მათი (შესაბამისი ტალღური ფუნქციების) ანალიზური გამოსახულებები:

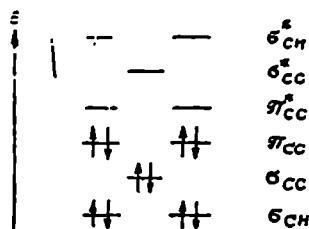
$$\Psi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} (S + Px)$$

$$\Psi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} (S - Px)$$

(როგორც აღვნიშნეთ, SP-ჰიბრიდიზაციაში  $P_y$  და  $P_z$  ატომური ორბიტალები და ორი ჰიბრიდული ორბიტალის ურთიერთპერპენდიკულარულად არიან განლაგებულნი).

ენერგეტიკული დონეების მიხედვით აცეტილენში მო შემდეგი თანამიმდევრობით არის განლაგებული (ნახ. 35).

SP-ჰიბრიდიზაცია, გარდა ალკინებისა, დამახასიათებელია კარბენებისა და აზოტისათვის  $C \equiv N$  ბმაში, მაგრამ  $C \equiv N$  ბმის წარმოქმნის ენერგია რამდენადმე მაღალია  $C \equiv C$  ბმის წარმოქმნის ენერგიაზე.



ნახ. 35. ატომური ორბიტალების ენერგეტიკული დონეების მიხედვით აცეტილენის მოლეკულაში.

### 7. კოვალენტური ბმის თვისებები

ჰიბრიდიზაციის ტიპების განხილვის საფუძველზე შეგვიძლია დავხასიათოთ სხვადასხვა ჰიბრიდული მდგომარეობის მქონე ერთი და იგივე ატომის ქიმიური ბმები. განვიხილოთ ბმის ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა: ბმის სიგრძე, პოლარიზებადობა და ბმის ენერგია.

ა) ბმის სიგრძე. დადგენილია, რომ ორ ატომს შორის, ბმების ჭერადობის გაზრდისას მათი სიგრძე მცირდება (ცხრ. 7).

ჭერადი ბმების საშუალო სიგრძე (Å)

ელემენტები	C	N	O	ბმის ტიპი
C	1,54	1,47	1,43	$\sigma$
	1,34	1,28	1,23	$\sigma + \pi$
	1,21	1,16	—	$\sigma + \pi + \pi$
N	1,47	1,46	1,41	$\sigma$
	1,28	1,25	1,14	$\sigma + \pi$
	1,16	1,10	—	$\sigma + \pi + \pi$
O	1,43	1,41	1,49	$\sigma$
	1,23	1,14	1,21	$\sigma + \pi$
	—	—	—	$\sigma + \pi + \pi$

ასევე ბმის შემცირებას იწვევს ბმის წარმოქმნაში მონაწილე ჰიბრიდული ორბიტალის S-წილის გადიდება. მაგალითად, C—H ბმა აცეტილენში შედარებით უფრო მოკლეა, ვიდრე მეთანში.

მოლეკულაში ბმის სიგრძე განისაზღვრება კოვალენტური რადიუსების ჯამით და განსაზღვრავს ბმის სიმტკიცეს, ე. ი. რაც უფრო მცირეა ბმის სიგრძე, მით უფრო მტკიცეა ბმა.

გარდა აღნიშნულისა, ბმის სიგრძე ასევე დამოკიდებულია ატომის გადაფარვის ხარისხზე, გადაფარვის ტიპზე, ორბიტალების ბუნებასა და ბმის წარმომქმნელი ატომების ელექტროუარყოფითობაზე.

არაპოლარული ბმის წარმოქმნის დროს ოპტიმალური გადაფარვა შეიძენება ბირთვებს შორის მკაცრად ფიქსირებული მანძილის დროს, რომელიც განისაზღვრება ბირთვებს შორის განზიდვის ძალებითა და ბირთვების ელექტრონული ეკრანირებით.

ამიტომ ბირთვებს შორის ელექტრონული სიმკვრივის გადიდება იწვევს ბმის სიგრძის შემცირებას, რაც ნათლად შეიმჩნევა C—C ორმაგი ბმების შემთხვევაში, რომელიც შედგება  $\sigma$  და  $\pi$ -ბმისაგან.

P-ატომის ოპტიმალური გვერდითი სიმეტრიის ღერძის პერპენდიკულარული გადაფარვის შედეგად წარმოიქმნება  $\pi$ -ბმ, ამასთან ერთად იზრდება P-ატომის ურთიერთმიახლოების ტენდენცია ბირთვებს შორისი მანძილის შემცირების ხარჯზე, რაც იწვევს ბმის სიგრძის დამოკლებას.

$C \equiv C$  სამმაგი ბმა გარდა  $\sigma$ -ბმისა; შეიცავს ორ  $\pi$ -ბმას, რაც იწვევს  $C \equiv C$  ბმის სიგრძის კიდევ უფრო დამოკლებას.

ბმის სიგრძის ბმის ბუნებაზე დამოკიდებულება განსაკუთრებით

კარგად ჩანს ბენზოლში, რომელიც გარდა ექვს  $\sigma$ -ბმისა, შეიცავს ერთ ექვსცენტრიან, ექვს ელექტრონიან ბმას. C—C ატომებს შორის ელექტრონული სიმკვრივის თანაბარი გადიდების შედეგად ბენზოლში ექვსივე C—C ბმას აქვს ერთი და იგივე სიგრძე, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება C=C ბმის სიგრძეს ეთილენში, სადაც ბირთვის ეკრანირება რამდენადმე მალალია.

ბმის სიგრძის სტანდარტულისაგან (ალკანები, ალკენები, ალკინები) გადახრა შეიმჩნევა მხოლოდ მაშინ, როცა მოლეკულაში მორიგეობს მარტივი და ჯერადი ბმები. მაგალითად, 1,3-ბუტადიენი, ბენზოლი.

ანალოგიურად ნახშირბადის ატომის ჰიბრიდული მდგომარეობის შესაბამისად იცვლება C—H ბმის სიგრძეც, რომელიც ალკანებში შეადგენს 1,09 Å, ალკენებში 1,08 Å, ხოლო ალკინებში — 1,057 Å. რაც აიხსნება  $sp^3$ ,  $sp^2$  და  $sp$  ჰიბრიდული მდგომარეობის გასხვავებული ენერგეტიკული დონით. ამრიგად, ჰიბრიდული ორბიტალის S-წილის გადიდება იწვევს ბმის სიგრძის შემცირებას.

ბმის სიგრძეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ბმის წარმომქმნელი ატომების ელექტროუარყოფითობა. კერძოდ, პოლარული ბმის სიგრძე მით უფრო მცირეა, რაც მეტია შემადგენელი ატომების ელექტროუარყოფითობათა შორის სხვაობა. არაპოლარული ბმების ანალოგიურად პოლარული ჯერადი ბმების სიგრძე მარტივ ბმებთან შედარებით მცირდება.

## ცხრილი 8

ზოგიერთი პოლარული ბმის სიგრძე

ბმა	სიგრძე	ბმა	სიგრძე
C—F (ალკანები)	1,38	C—N (ამინები)	1,47
C—F (ალკენები)	1,32	C=N (—=—)	1,22
C—F (ალკინები)	1,27	C≡N (—≡—)	1,16
C—Cl (ალკანები)	1,77	C—O (ეთერები)	1,43
C—Br (ალკანები)	1,94	C=O (ალდეჰიდები)	1,22

ბ. ბ მ ის ე ნ ე რ გ ი ა — წარმოადგენს მოლეკულის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს, რომელიც განსაზღვრავს ორგანული ნაერთების აღნაგობის თავისებურებებსა და რეაქტიულობას. ბმის ენერგია ფართო ზღვრებში მერყეობს: 20,92 კჯ/მოლი (წყალბადური ბმის ენერგია) და 810 კჯ/მოლი ( $C\equiv C$  ბმის ენერგია). რაც უფრო მეტია ბმის ენერგია, მით უფრო მტკიცეა ბმა.

რამდენიმე მსგავსი ბმის მქონე მოლეკულებში განასხვავებენ

ცალკეული ბმის გაწყვეტის ენერგიასა და ყველა ბმის გაწყვეტის საშუალო ენერგიას.

მეთანის მოლეკულაში ბმის გაწყვეტის საშუალო ენერგია შეადგენს 410 კჯ/მოლს, ხოლო მეთანის საფეხურებრივი დისოციაციის დროს მიიღება C—H ბმის გაწყვეტის ენერგიების შემდეგი მნიშვნელობები:

ცხრილი 9

C—H ბმის გაწყვეტის ენერგია

ბმები	ენერგია კჯ/მოლი <sup>-1</sup>
H <sub>3</sub> C—H	428,4
H <sub>2</sub> C—H	453,1
HC—H	422,6
C—H	338,9

რაც იმით აიხსნება, რომ მრავალატომიანი მოლეკულის დისოციაციის დროს, იცვლება მისი ელექტრონული და ბირთვული კონფიგურაცია, რის შესაბამისადაც იცვლება ატომთა ურთიერთქმედების ენერგიაც მოლეკულაში.

ბმის ენერგია მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ბმის წარ-

მომქმნელი ატომების ჰიბრიდულ მდგომარეობასა და ჩამნაცვლების ბუნებაზე. მაგალითად, ჭერადი (C=C, C≡C) ბმის ენერგია უფრო მაღალია, ვიდრე მარტივი C—C ბმის ენერგია.

ცხრილი 10

ნაერთი	ბმა	ენერგია კჯ/მოლი <sup>-1</sup>
CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub>	C—C	348
CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	C=C	620
CH≡CH	C≡C	810

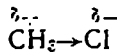
მაგრამ ცალკეული π-ბმის ენერგია, ნაკლებია σ-ბმის ენერგიაზე და მცირდება ორმაგიდან სამმაგ ბმაზე გადასვლის დროს. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი CN და CO ჭერად ბმებში. (ცხრ. 11).

ცხრილი 11

CN და CO ბმების ენერგიები

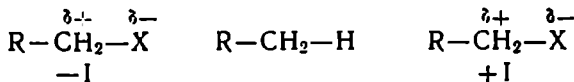
ნაერთი	ბმა	ენერგია კჯ/მოლი <sup>-1</sup>
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	C—N	290
SC=NH	C=N	615
HC≡N	C≡N	880
CH <sub>3</sub> —OH	C—O	340
CH <sub>3</sub> —C=O   H	C=O	710

მოლეკულაში ატომთა ურთიერთგავლენა პირველ რიგში განისაზღვრება ელექტრონული სიმკვრივის გადანაწილებით, რაც გამოწვეულია მოლეკულის შემადგენელი ატომების ან ატომთა ჯგუფების განსხვავებული ელექტროუარყოფითობით. ერთნაირი ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომებისაგან წარმოქმნილ მოლეკულაში ელექტრონული სიმკვრივე თანაბრადაა განაწილებული, მაგრამ ასეთ მოლეკულაში რეაგენტების მოქმედებით შეიძლება მოხდეს ელექტრონული ღრუბლის ნაწილობრივი გადანაცვლება. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი ასიმეტრიული ან განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომებისაგან წარმოქმნილი მოლეკულების შემთხვევაშიც. ელექტრონული სიმკვრივის გადანაწილება ყოველთვის ხდება ნაკლები ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომებიდან მეტი ელექტროუარყოფითი ატომებისაკენ:



ელექტრონული სიმკვრივის  $\sigma$ -ბმის მიმართულებით, გადანაცვლებასთან დაკავშირებულ ეფექტს ინდუქციური (I-ეფექტი) ეწოდება.

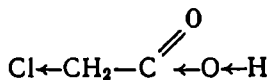
$SP^3$ -ჰიბრიდული ნახშირბადატომის ბმა სხვადასხვა X ჩამნაცვლებელთან ატომთა განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის გამო პოლარიზებულია. ორგანულ ქიმიიაში ასეთი ბმის პოლარობა განიხილება არაპოლარულ C—H ბმასთან შედარებით:



X ჩამნაცვლებელი, რომელიც წყალბადზე ძლიერ მიიზიდავს ბმის ელექტრონულ წყვილს, ხასიათდება უარყოფითი ინდუქციური ეფექტით ( $-I$ -ეფექტი). წინააღმდეგ შემთხვევაში, საკმე გვაქვს დადებით ინდუქციურ ეფექტთან ( $+I$ -ეფექტი).

C—X ბმის პოლარობა გადაეცემა მეზობელ ბმებს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ეფექტი სწრაფად მცირდება.

ინდუქციური ეფექტის გამოვლენის საუკეთესო მაგალითია ძმარმჟავას სიძლიერის ზრდა რადიკალში წყალბადატომის პალოგენით შეცვლის დროს:



ინდუქციური ეფექტის სიდიდეზე გავლენას ახდენს ატომთა ჰიბრიდიზაციის ხარისხი. მაგალითად,  $-C\equiv CH$  და  $-CH=CH_2$  ჯგუფები ხასიათდებიან  $-I$  ეფექტით.

არსებობს X-ჩამნაცვლებლის ეფექტის ნიშნისა და სიდიდის განსაზღვრის რამდენიმე წესი:

ა.  $-I$  ეფექტის სიდიდე იზრდება ჩამნაცვლებლის მუხტის ზრდის შესაბამისად:



ბ.  $-I$  ეფექტი მით უფრო ძლიერია, რაც მეტია შესაბამის ჰეტეროატომის ელექტროუარყოფითობა:



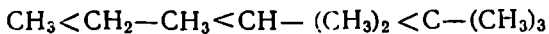
გ. უნაჯერი ჩამნაცვლებლის მოქმედებით გამოწვეული  $-I$  ეფექტი, ჩამნაცვლებლის უჯერობის ხარისხის ზრდასთან ერთად იზრდება:



დ. ჩამნაცვლებლის  $+I$  ეფექტი მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო მცირეა შესაბამისი ჰეტეროატომის ელექტროუარყოფითობა:



ე. რადიკალის C—H ბმის უმნიშვნელო პოლარობაც კი გავლენას ახდენს  $+I$  ეფექტზე:



ინდუქციური ეფექტი დიდ გავლენას ახდენს ორგანული ნაერთების თვისებებსა და ქიმიური რეაქციების მიმართულებაზე.

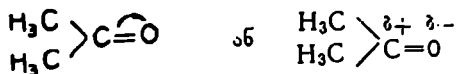
#### თ. მეზომარული ეფექტი (M)

ელექტროდონორული და ელექტრონოაქცეპტორული ჩანაცვლებულების შემცველი შეუღლებული ორმაგი ბმის მქონე მოლეკულებში ჩანაცვლებულების გავლენით ხდება სისტემის მიმართულებით  $\pi$ -ელექტრონული ღრუბლის გადანაცვლება. ამის შედეგად, ასეთი სისტემის საპირისპირო ბოლოებზე ჩნდება საწინააღმდეგო ნიშნის, მაგრამ

თანბარი სიდიდის ნაწილობრივი მუხტები. ელექტრონული გავლენის ასეთ ტიპს ეწოდება შეუღლების ეფექტი (შმ) ანუ მეზომერული ეფექტი (ბერძ. mesos — საშუალო, meros — ნაწილი).

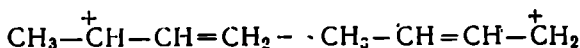
ისე, როგორც ინდუქციური ეფექტის შემთხვევაში, π-ელექტრონული სიმკვრივის, სისტემის მხარეზე გადაზანაძელებელი ჯგუფები ავლენენ + შეუღლების ეფექტს, და პირიქით, ჯგუფები, რომლებიც ასეთ გადანაცვლებას იწვევენ თავიანთ მხარეზე, ავლენენ შეუღლების ეფექტს.

π-ელექტრონული სიმკვრივის ასეთი გადანაცვლება აღინიშნება:

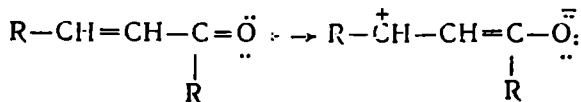


სტრუქტურებს, რომლებშიც ელექტრონების ნამდვილი განაწილება წარმოადგენს შუალედურს ჩვეულებრივი ფორმულებით აღწერილებს შორის, მეზომერული სტრუქტურები ეწოდებათ, ხოლო ამ შუალედური სტრუქტურების ამსახველ ფორმულებს კი მეზომერული ფორმულები.

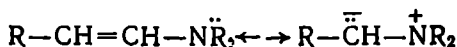
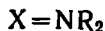
ელექტრონების განაწილების შუალედური ხასიათის ნათლად გამოსახვისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ ჩაწერის სხვა ფორმითაც:



M ეფექტს ადგილი აქვს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ X-ჩანაცვლებული დაკავშირებულია SP<sup>2</sup> ან SP-ჰიბრიდიზირებულ C ატომთან. როცა ჩამნაცვლებელი შეიცავს ძლიერ ელექტროუარყოფით პეტეროატომს, მაშინ —M ეფექტის ხარჯზე მასში აღიძვრება უარყოფითი მუხტი. მაგ., როცა X=COR

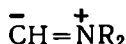


ასევე, თუ SP-ჰიბრიდიზირებულ C ატომთან დაკავშირებული ჩამნაცვლებლის ატომებს აქვთ თავისუფალი ელექტრონული წყვილი, მაშინ +M ეფექტის ხარჯზე ის ღებულობს დადებით მუხტს, მაგ.,

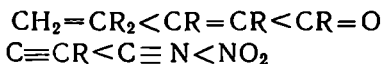


არსებობს X ჩამნაცვლებლით გამოწვეული M ეფექტის ნიშნისა და სიდიდის განსაზღვრის რამდენიმე წესი.

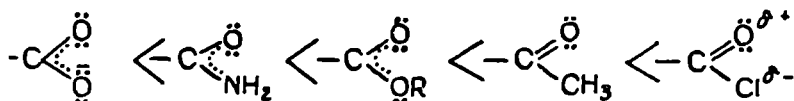
ა) —M ეფექტის სიდიდე იზრდება ჩამნაცვლების მუხტის გაღიდეებასთან ერთად:



ბ) ჩანაცვლებულის —M-ეფექტი მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო მეტია ჩანაცვლებულში არსებული ელემენტების ელექტროუარყოფითობა:



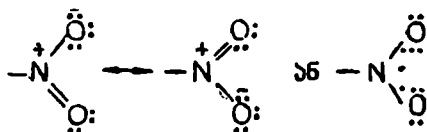
გ) ჩანაცვლებულის —M ეფექტი მით ძლიერია, რაც უფრო მცირეა მათი შინაგანი მეზომერია, მაგალითად:



ამ შემთხვევაში C=O ჯგუფი დაკავშირებულია ჯგუფებთან, რომელთა +M ეფექტი რიგში  $\bar{O}$ , NH<sub>2</sub>, OH, OR მცირდება და CH<sub>3</sub>-სა და H-სათვის უდრის ნულს. აცილქლორიდებში ქლორის ატომები ავლენს +M ეფექტს, მაგრამ ის ამ შემთხვევაში კომპენსირებულია —I ეფექტით.

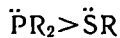
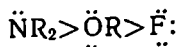
ასევე შეიძლება ითქვას, რომ მოცემულ რიგში ჩამნაცვლებლების სტაბილობა მცირდება შინაგანი მეზომერიის გამო.

შესაბამისი ნაერთების რეაქციისუნარიანობა კი იგივე თანმიმდევრობით იზრდება ყველაზე უფრო რეაქციისუნარიანებია აცილქლორიდები. შინაგანი მეზომერიის მქონე მეორე მაგალითს წარმოადგენს ნიტროჯგუფი:

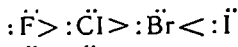


დ) ჩამნაცვლებლის +M ეფექტი მით ძლიერია, რაც უფრო მცირეა შესაბამისი ჰეტეროატომის ელექტროუარყოფითობა:



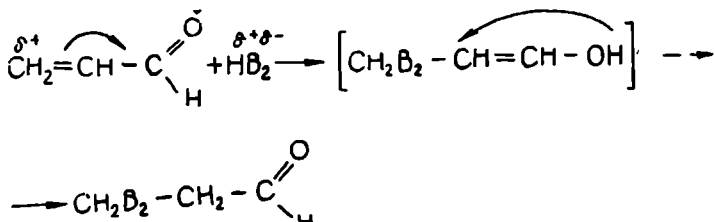


გამონაკლის წარმოადგენს ჰალოგენები:



ამ მოვლენის მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ  $\text{SP}^2$  — ჰიბრიდული C ატომის 2P-აღმოსაფარაველი ფტორის შემთხვევაში გადაიფარება 2P-აღმოსაფარაველით, მაშინ, როცა ქლორის შემთხვევაში, ის წარმოადგენს 3P-აღმოსაფარაველს, ხოლო იოდის შემთხვევაში კი — 5P-აღმოსაფარაველს. ასეთი ატომის გადაფარვის ხარისხი მცირდება მათ შორის განსხვავების გადიდებასთან ერთად.

M ეფექტი განსაზღვრავს რეაქციის მიმართულებას. მაგალითად, შეიძლება განვიხილოთ უნაჭერი ბლდეჰიდების ურთიერთქმედება ბრომწყალბადთან, რადგანაც ასეთ ალდეჰიდებს აქვთ ორმაგი ბმების ორი შეუღლებული სისტემა. HBr შეუერთდება იქ, სადაც ელექტრონული სიმკვრივე მეტია (ე. ი. — C=C-ბმას):



აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნახშირბადის შემცველ R ნაშთთან დაკავშირებულ X-ჩამნაცვლებელი იყოფა ორ ჯგუფად:

1. ელექტროაქციუბტორული ჩამნაცვლებლები, რომლებიც R ნაშთზე ან სარეაქციო ცენტრზე ადიდებენ დადებით მუხტს, ასტაბილიზირებენ ანიონს და ზრდიან რეაქციის სიჩქარეს იმ შემთხვევაში, თუ რეაქციის განმსაზღვრელ სტადიაზე წარმოიქმნება ანიონი. და პირიქით, ამცირებენ რეაქციის სიჩქარეს, თუ რეაქციის განმსაზღვრელ სტადიაზე წარმოიქმნება კატიონი.

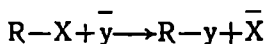
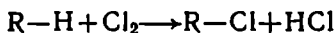
2. ელექტროდონორული ჩამნაცვლებლები, რომლებიც R ნაშთზე ან სარეაქციო ცენტრზე ადიდებენ ელექტრონულ სიმკვრივეს, ასტაბილიზირებენ კატიონებს და შესაბამისად გავლენას ახდენენ რეაქციის სიჩქარეზე.

თუ I და M ეფექტებს აქვთ საპირისპირო ნიშნები, მაშინ ჩვეულებრივ ჭარბობს ერთ-ერთი მათგანი.

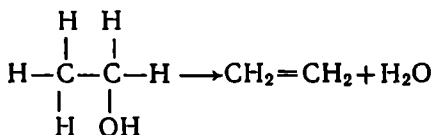
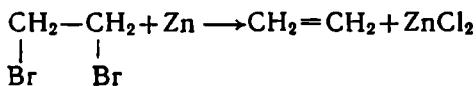
ორგანული რეაქციების კლასიფიკაცია

ორგანული რეაქციები არაორგანულის ანალოგიურად შეიძლება კლასიფიცირებული იქნეს მათი შედეგების მიხედვით, როგორცაა:

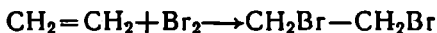
1. ჩანაცვლების რეაქციები (სიმბოლო S), მაგალითად:



2. მოხლეჩის — ელიმინირების რეაქციები (სიმბოლო E), მაგალითად:



3. მიერთების რეაქციები (სიმბოლო A), მაგალითად,



მიერთების რეაქციების განსაკუთრებულ ტიპს მიეკუთვნება პოლიმერიზაცია და პოლიკონდენსაცია.

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

ამრიგად, გადაჯგუფების რეაქციები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად.

ა) გადაჯგუფებები, რომლებიც მიმდინარეობს ნახშირბადოვანი ჩონჩხის ცვლილების გარეშე. როგორცაა იზომერული და ტაუტომერული გარდაქმნები. მაგალითად, კატიონოტროპული და ანიონოტროპული იზომერიზაცია, კეტო-ენოლური, ამინო-იმიური ტაუტომერია და სხვა.

ბ) გადაჯგუფებები, რომლებიც მიმდინარეობს ნახშირბადოვანი ჩონჩხის ცვლილებებით, ე.წ. მოლეკულური გადაჯგუფებები.

გარდა ამისა, თანამედროვე ორგანულ ქიმიაში ორგანული რეაქ-

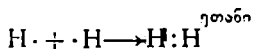
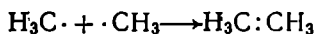
ციის კლასიფიკაცია წარმოებს მათი მექანიზმის მიხედვით. გზას, რომლის მიხედვითაც ხდება საწყისი ნივთიერებების გადასვლა საბოლოო პროდუქტში, რეაქციის მექანიზმი ეწოდება. რეაქციების მექანიზმების შესწავლის დროს აღგენენ რეაქციის პროცესში რა საშუალებით ხდება არსებული კოვალენტური ბმის გაწყვეტა და ახლის წარმოქმნა. მექანიზმების მიხედვით რეაქციების კლასიფიკაციას საფუძვლად უძევს კოვალენტური ბმის გაწყვეტა. ცნობილია კოვალენტური ბმის ჰომოლიტური და ჰეტეროლიტური გაწყვეტა.

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



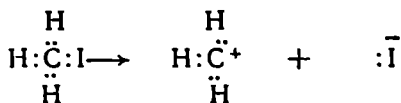
ჰომოლიტურ-რადიკალური გაწყვეტა დამახასიათებელია არაპოლარული ან მცირედპოლარული ბმებისათვის (C—C, N—N, C—H), მაღალი ტემპერატურის, ულტრაიისფერი ან რადიაქტიური გამოსხივების მოქმედებით.

ჰომოლიტური გაწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი რადიკალები და თავისუფალი ატომები უმდგრადები არიან და არსებობენ ძალიან მცირე დროში. ეს რეაქციისუნარიანი შუალედური ნაწილაკები შემდგომში გარდაქმნების შედეგად გადადიან მდგრად საბოლოო პროდუქტებში. მაგალითად, მეთილის რადიკალსა და წყალბადის ატომს შეუძლიათ სტაბილიზირება დიმერიზაციის გზით:



ცნობილია რადიკალების სტაბილიზაციის სხვა გზებიც, რომლებიც შემდგომში იქნება განხილული.

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



მეთილიოდი      მეთილის კატიონი      იოდის ანიონი  
(კარბკატიონი)

ჰეტეროლიტური გაწყვეტა დამახასიათებელია ძლიერ პოლარული და ადვილად პოლარიზებადი ბმებისათვის. მას განაპირობებს მაღალი დიელექტრული შეღწევადობისა და დიდი პოლარობის მქონე გამხსნელები. ნახშირბადის დადებითად დამუხტულ იონებს კარბკატიონები, ხოლო უარყოფითად დამუხტულ იონებს კარბანიონები ეწოდებათ. ისინი რადიკალების ანალოგიურად უმდგარადები არიან და ადვილად შედიან რეაქციებში.

ნაწილაკებს, რომელთაც გააჩნიათ სრული ან ნაწილობრივი უარყოფითი მუხტები თავისუფალი ელექტრონული წყვილების სახით, ნუკლეოფილურს (ლათ. nucleus — ბირთვი. ბერძ. philia — სიყვარული) უწოდებენ:

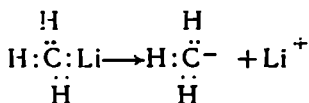


მოცემულ შემთხვევაში,  $:\bar{\text{O}}\text{H}$  ნუკლეოფილური, ხოლო  $\overset{+}{\text{C}}\text{H}_3$  ელექტროფილური (ელექტრონის მოყვარული) ნაწილაკია.

ნუკლეოფილურ რეაგენტებს მიეკუთვნება, წყალი, ტუტეები,

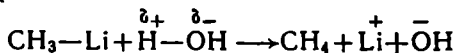
ამიაკი, ნაშთები ( $\text{RO}^-$ ,  $\text{HO}^-$ ,  $\text{RS}^-$  და სხვ.).

კოვალენტური ბმის ჰეტეროლიტური გაწყვეტა ზოგჯერ მიმდინარეობს ორგანული ანიონის — კარბანიონის წარმოქმნით:



კარბანიონების სტაბილიზაცია მიმდინარეობს მათი ელექტროფილურ რეაგენტებთან ურთიერთქმედების შედეგად. (ელექტროფილურ რეაგენტებს მიეკუთვნება პროტონი, მეტალთა კატიონები, კარბკატიონები და სხვ.).

მაგალითად:

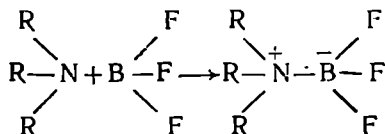


თავისუფალი რადიკალები, კარბკატიონები და კარბანიონები მრავალ ორგანულ რეაქციაში ასრულებენ შუალედური რეაქციისუნარიანი ნაწილაკების როლს.

ბმის ჰეტეროლიტური გაწყვეტით მიმდინარე რეაქციები იყოფა ორ ჯგუფად:

1. ნუკლეოფილური რეაქციები (სიმბოლო N);
2. ელექტროფილური რეაქციები (სიმბოლო E).

როგორც ცნობილია, ესა თუ ის რეაქცია, ნუკლეოფილური თუ ელექტროფილური, ყოველთვის დაკავშირებულია რეაგენტთან. რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებებს ყოფენ რეაგენტად და სუბსტრატად. რეაქციაში მონაწილე მარტივი სტრუქტურის მქონე ნივთიერებას ეწოდება რეაგენტი, ხოლო უფრო რთული სტრუქტურის ნივთიერებას კი სუბსტრატი. მაგალითად:



$\text{BF}_3$  წარმოადგენს რეაგენტს,  $\text{R}_3\text{N}$  (ტრიალკილამინი) კი სუბსტრატს.

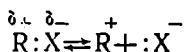
ნუკლეოფილურ რეაგენტებს მიეკუთვნება უარყოფითად დამუხტული იონები, გაუყოფელი ელექტრონული წყვილების მქონე ნაერთები, ორჰაჯა:  $\text{C}=\text{C}$  ბმის მქონე ნაერთები, არომატული ნივთიერებები.

ელექტროფილურ რეაგენტებს მიეკუთვნება დადებითად დამუხტული იონები, ნაერთები შეუვსებელი ელექტრონული გარსებით (ლუისის მკავეები), ალკინური რიგის ნახშირწყალბადები, კარბონილური ჯგუფის შემცველი ნაერთები, ჰალოგენები.

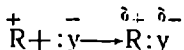
რეაქციის სიჩქარის განმსაზღვრელ სტადიაზე, რეაქციაში მონაწილე მოლეკულების რაოდენობის მიხედვით, განასხვავებენ მონომოლეკულურ, ბიმოლეკულურ და პოლიმოლეკულურ რეაქციებს.

მონომოლეკულური ეწოდება ისეთ რეაქციებს, რომლის დროსაც აქტივირებული კომპლექსის ბმის წარმოქმნაში ან გაწყვეტაში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი ნაწილაკი — მოლეკულა. მაგალითად, კოვალენტური ბმის იონიზაცია, რომელიც ორ სტადიად მიმდინარეობს:

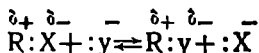
I. რეაგენტის იონიზაცია კარბკატიონის წარმოქმნით.



II. კარბკატიონის ურთიერთქმედება ნუკლეოფილურ ნაწილაკთან.



ბიმოლეკულური ეწოდება ისეთ რეაქციებს, რომელთა სიჩქარის განმსაზღვრელ სტადიაზე რეაქციაში მონაწილეობს ორი ნაწილაკი — მოლეკულა. მაგალითად:



პოლიმოლეკულურ რეაქციებში სიჩქარის განმსაზღვრელ სტადიაზე ერთდროულად მონაწილეობს რამდენიმე ნაწილაკი — მოლეკულა.

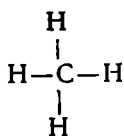
### თავი V.

## ალკანები (ნაჯარი ნახშირწყალბადები. პარაფინული ნახშირწყალბადები)

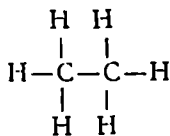
ნახშირწყალბადებს უწოდებენ ისეთ ორგანულ ნაერთებს, რომელთა მოლეკულა შეიცავს მხოლოდ ნახშირბადსა და წყალბადს.

ალკანების ზოგადი ფორმულაა  $C_nH_{2n+2}$ ; იმის მიხედვით, თუ რა მნიშვნელობას მიეცემთ  $n$ -ს, მივიღებთ ამ რიგის ნახშირწყალბადთა კერძო წევრს. ასე მაგალითად, თუ  $n=1$ , მაშინ გვექნება  $CH_4$ , ხოლო როცა  $n=2$ ,  $C_2H_6$  და ა. შ.  $n$ -სათვის ასეთი თანმიმდევრული მნიშვნელობის მიცემით წარმოიქმნება ალკანების ჰომოლოგიური რიგი. ჰომოლოგიურ რიგში იგულისხმება ნაერთთა ერთიანობა, რომლის თითოეული წევრი ერთმანეთისაგან განსხვავდება მეთილენის ( $CH_2$ ) ჯგუფის რაოდენობით. ამის გამო  $CH_2$  უწოდებენ ჰომოლოგიურ სხვაობას.

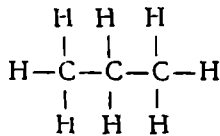
იზომერია ალკანების პირველი სამი წევრი ცხადია შეიძლება იყოს მხოლოდ თითო იზომერის სახით:



მეთანი

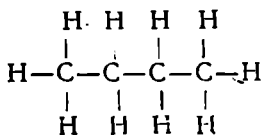


ეთანი

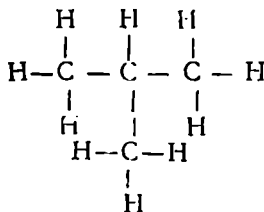


პროპანი

იზომერია იწყება მეოთხე წევრიდან (ბუტანი) და მას აქვს ორი იზომერი:



ბუტანი



იზობუტანი

II-ის რაოდენობრივი ზრდა იწვევს იზომერთა რიცხვის ნახტომისებურ ზრდას. ზოგიერთი ალკანის იზომერთა რაოდენობა ნაჩვენებია მე-12 ცხრილში.

ცხრილი 12

ალკანების იზომერთა რაოდენობა

ნახშირბადის ატომთა რაოდენობა	იზომერთა რაოდენობა	ნახშირბადის ატომთა რაოდენობა	იზომერთა რაოდენობა
1	1	7	9
2	1	8	18
3	1	9	35
4	2	10	75
5	3	20	366319
6	5	30	4111846 763

იზომერთა რაოდენობის გამოთვლისათვის შეუძლებელია რაიმე ზოგადი ფორმულის გამოხატვა. გამოთვლა შესაძლებელია რეკურენტული ფორმულების დახმარებით. ამის მეშვეობით შეიძლება ნაპოვნი იქნეს იზომერთა რიცხვი  $(n+1)$  ნახშირბადის ატომით იმ პირობით, თუ ცნობილია წინა ჰომოლოგის  $C_n H_{2n+2}$  II ნახშირბადატომების რიცხვი.

მე-12 ცხრილში მოცემული ყველა იზომერი დღეისათვის ცნობილი არ არის. ბუტანის იზომერები გამოიკვლია ა. მ. ბუტლეროვმა, ხოლო პენტანის იზომერები მიღებულ იქნა მისი მოწაფის მ. დ. ლვოვის მიერ. მიღებული და შესწავლილია ყველა იზომერი დაწყებული ბუტანიდან ნონანის ჩათვლით, ხოლო დანარჩენი ალკანების იზომერებიდან მიღებულია მხოლოდ ზოგიერთი.

იზომერია (ბერძ. isos — თანაბარი, meros — ნაწილი), გულისხმობს ისეთ მოლეკულებს, რომელთა ელემენტური შედგენილობა ერთნაირია და არაიდენტურები არიან. მიუხედავად იმისა, რომ ასეთ მოლეკულებს მასა და შედგენილობა ერთნაირი აქვთ, ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით მაინც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ტერმინი „იზომერია“ ქიმიურად შემოღებულია გასული საუკუნის 30-იან წლებში. ამ მოვლენის აღმოჩენა დიდად დაეხმარა მეცნიერებს ინდივიდუალურ ნაერთთა სპეციფიკური თვისებების შეცნობის საქმეში.

თავდაპირველად მეცნიერები შეეცადნენ იზომერიის მოვლენა აეხსნათ რადიკალებისა და ტიპების თეორიით, მაგრამ ამ თეორიათა მეშვეობით იზომერიის მოვლენის ახსნა ცალმხრივი აღმოჩნდა. სხვანაირად არც შეიძლებოდა, რადგან რადიკალებისა და ტიპების თეორია პირდაპირ წინააღმდეგობაში აღმოჩნდა ექსპერიმენტულ მონაცემებთან.

იზომერიის თეორიული ახსნა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ ა. მ. ბუტლეროვის მიერ ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის ჩამოყალიბების შემდეგ. ამ თეორიის დედაარსი, როგორც შესავალ ნაწილში აღვნიშნეთ, იმაში მდგომარეობს, რომ ორგანულ ნაერთთა თვისება დამოკიდებულია მოლეკულებში შემავალ ატომებზე, მათ რაოდენობაზე, ატომთა ურთიერთშებმაზე, ურთიერთგავლენაზე, მოლეკულის სტრუქტურასა და ქიმიურ აღნაგობაზე. ყოველივე ეს იმაზე მიუთითებს, რომ შეიძლება ნივთიერებებს ჰქონდეთ ერთნაირი ელემენტური შედგენილობა, მაგრამ მათი სხვადასხვა ქიმიური აღნაგობის გამო არაიდენტურები იყვნენ. როგორც ვხედავთ, აღნაგობის თეორიით სრულიად მარტივად და ცხადად აიხსნება ბუნების ერთ-ერთი უაღრესად დიდი მოვლენა — იზომერია.

**ნომენკლატურა.** ნომენკლატურა მეცნიერების არსებითი შემადგენელი ნაწილია, იგი მასთან ერთად ვითარდება, თანდათან იხვეწება და სრულყოფილი ხდება. მეცნიერებასა და ტექნიკაში ზუსტი ტერმინების გარეშე შეუძლებელია სინამდვილის ობიექტური ასახვა.

დღეისათვის ითვლიან რამდენიმე მილიონ ორგანულ ნაერთს, რომელთაგანაც თითოეულს უნდა მიეცეთ ზუსტი სახელწოდება. მხედველობაშია მისაღები ის გარემოებაც, რომ ორგანულ ნაერთთა რიცხვი ყოველწლიურად რამდენიმე ათეული ათასით იზრდება.

ქიმიკოსები დიდი ხნის მანძილზე ორგანულ ნაერთებს სახელწოდებას აძლევდნენ სხვადასხვა შემთხვევითი ნიშნების მიხედვით, ხშირად იმ წყაროების მიხედვით, საიდანაც ისინი პირველად იყო მიღებული (ძმრის მჟავა, ლეინის მჟავა, რძის მჟავა, ვაშლის მჟავა, რძის შაქარი, შარლოვანა, ტოლუოლი, სტიროლი და სხვ.). ნივთიერებებს სახელებს არქმევდნენ, აგრეთვე, მათი თვისებების შესაბამისად (მგრავინიზი მჟავა, ტყვიის შაქარი, ინდიგო და სხვა), მიღების საშუალებათა (გოგირდის ეთერი, პიროლორწოს მჟავა, პიროყურძნის მჟავა, პიროგალოლი) მიღების ადგილის (ბერლინის ლაჟვარდი, ბორნეოლი), მკვლევარის სახელის (მიხლერის კეტონი, გრინიარის რეაქტივი, შეფერის მჟავა) მიხედვით. ზოგჯერ ვხვდებით სხვა შემთხვევებსაც. მაგალითად, ბარბიტურის მჟავა, ეს სახელი ვინმე ბარბარეს პატივსაცემად ეწოდა.

ცხადია, ნივთიერებათა აღნიშნული სახელწოდებანი ოდნავადაც ვერ ასახავს მათს აგებულებას. მიუხედავად ამისა, ზემოთ ჩამოთვლილი სახელწოდებები დღესაც ფართოდ იხმარება ლიტერატურაში. კიდევ მეტი, ნივთიერებებისათვის, რომლებიც მიღებულია, მაგრამ მათი სტრუქტურა დადგენილი არ არის, აუცილებელი ხდება პირობითი სახელის გამოყენება. როგორც ვხედავთ, ტრივიალურ, უფრო სწორად,



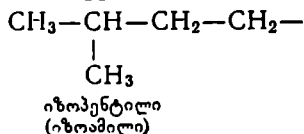
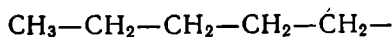
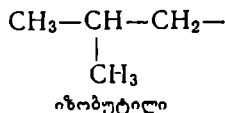
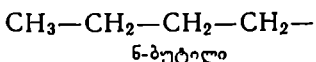
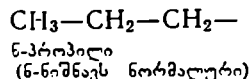
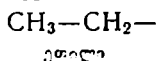
ტრადიციულ ანუ ისტორიულ სახელწოდებებს მეცნიერული საფუძველი არ გააჩნია.

გასული საუკუნის დასაწყისისათვის უკვე ცნობილი იყო (უამრავი ორგანული ნივთიერება. ერთიანი ნომენკლატურის უქონლობა ძლიერ ამუხრუჭებდა ორგანული ქიმიის შემდგომ განვითარებას. შეუძლებელი გახდა ფაქტიური მასალის ათვისება.

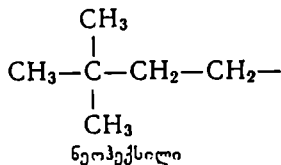
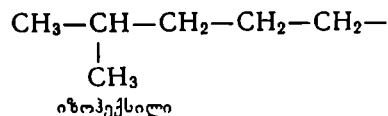
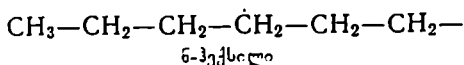
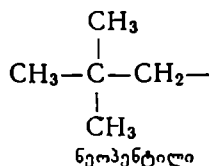
იმისათვის, რომ ალკანებს მიეცეთ მეცნიერული სახელწოდებანი სხვადასხვა ნომენკლატურის მიხედვით, საჭიროა ვიცოდეთ ზოგიერთი ნახშირწყალბადურაგმენტის (ალკილის) სახელწოდება.

ზოგიერთი ალკილ-რადიკალები ( $C_nH_{2n+1}$ ):

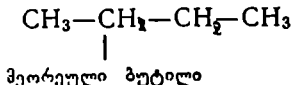
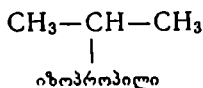
პირველადი ( $R-CH_2-$ )

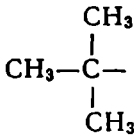
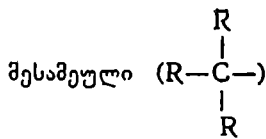


ნ-პენტილი (ნ-ამილი)

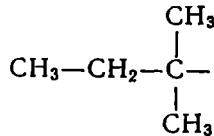


მეორეული ( $R-C-$ )



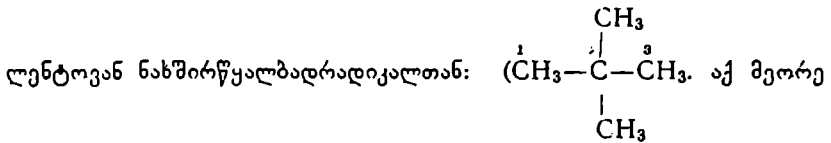


მესამეული ბუტილი



მესამეული პენტილი (მესამეული ამილი)

აქ მოცემული ალკილების მიხედვით შეიძლება გავარჩიოთ პირველადი, მეორეული და მესამეული ნახშირბადატომები. ასე მაგალითად, იქ სადაც ნახშირბადატომი დაკავშირებულია ერთვალენტოვან ერთ ნახშირწყალბადრადიკალთან, ის ნახშირბადი პირველადია. ნახშირბადის ატომი, რომელიც დაკავშირებულია ერთვალენტოვან ორ ნახშირწყალბადრადიკალთან, მეორეულია, ხოლო ნახშირბადი, თუ დაკავშირებულია სამ ერთვალენტოვან ნახშირწყალბადრადიკალთან, მაშინ იგი მესამეულია, ნახშირბადატომი შეიძლება იყოს აგრეთვე მეოთხეულიც. ამ შემთხვევაში იგი დაკავშირებული უნდა იყოს ოთხ ერთვალენტოვან ნახშირწყალბადრადიკალთან:



ნახშირბადი მეოთხეულია).

რ ა ც ი ო ნ ა ლ უ რ ი ნ ო მ ე ნ კ ლ ა ტ უ რ ა. ამა თუ იმ ჰომოლოგიური რიგის წევრები რაციონალური ნომენკლატურის მიხედვით შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც ამ რიგის პირველი წევრის ნაწარმი, რომელიც წარმოიქმნება მეთილენის (CH<sub>2</sub>) ჯგუფების ჩასმით ნახშირბადსა და წყალბადს შორის.

ალკანების სახელწოდებას საფუძვლად უდევს ნორმალურჯაჭვიანი ალკანების სახელი. აქედან პირველი ოთხი წევრის სახელი CH<sub>4</sub> მეთანი, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> ეთანი, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> პროპანი და C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> ბუტანი ტრივიალურია. დანარჩენების სახელები კი ძირითადად გამოყვანილია რიცხვთა ბერძნული სახელებს ძირიდან, რომელსაც ემატება სუფიქსი ან-ი მაგალითად, C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> პენტანი, C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> ჰექსანი, C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> ჰეპტანი, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> ოქტანი, C<sub>9</sub>H<sub>20</sub> ნონანი (ლათინურად — რიცხვითი სახელიდან), C<sub>10</sub>H<sub>22</sub> დეკანი, C<sub>11</sub>H<sub>24</sub> უნდეკანი, C<sub>12</sub>H<sub>26</sub> დოდეკანი, C<sub>13</sub>H<sub>28</sub> ტრიდეკანი, C<sub>14</sub>H<sub>30</sub> ტეტრადეკანი, C<sub>15</sub>H<sub>32</sub> პენტადეკანი, C<sub>20</sub>H<sub>42</sub> ეიკოზანი და ა. შ. ამ ნომენკლატურით

ნორმალურჯაჭვიანი ალკანების სახელწოდება არ იცვლება, ხოლო განტოტვილჯაჭვიანი ალკანების სახელწოდება გამოყავთ პირველი წევრის სახელწოდებიდან. მაგალითად, იზობუტანის  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$  სა-

ხელწოდება რაციონალური ნომენკლატურით არის ტრიმეთილმეთანი, ხოლო ამის შესაბამისად იზოპენტანებისა  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ,

$\text{CH}_3$   
 $\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3$  იქნება დიმეთილეთილმეთანი და ტეტრამეთილმეთანი  
 $\text{CH}_3$   
 (ნეოპენტანი).

იმის გამო, რომ რაციონალური ნომენკლატურის ფარგლებში არ თავსდება მთელი რიგი ორგანული ნაერთების სახელწოდებანი, საჭირო და აუცილებელი გახდა ახალი მეცნიერული ნომენკლატურის შექმნა.

1889 წელს პარიზში შედგა ქიმიკოსთა საერთაშორისო კონგრესი, რომელმაც მიიღო დადგენილება სპეციალური კომიტეტის შექმნის შესახებ. კომიტეტს დაევა ორგანულ ნაერთთა საერთაშორისო ნომენკლატურის პროექტის შემუშავება, მის შემადგენლობაში აირჩიეს 25-მდე გამოჩენილი ქიმიკოსი. კომიტეტის თავმჯდომარეობა დაევა ფრანგ ქიმიკოს შარლ ფრიდელს, ხოლო ერთ-ერთ ვიცე-თავმჯდომარედ აირჩიეს რუსი ქიმიკოსი პეტრე პეტრეს ძე ალექსეევი. კომიტეტმა შემუშავებული პროექტი განსახილველად წარუდგინა ქიმიკოსთა საერთაშორისო კონგრესს, რომელიც შედგა ქენევაში 1892 წლის აპრილში. ამ კონგრესზე მიღებულ ნომენკლატურას ეწოდა ქენევის ნომენკლატურა, რომელიც ცნობილია აგრეთვე სისტემატური ნომენკლატურის სახელწოდებით.

ამ დროისათვის ქიმიაში საკმაოდ ფეხმოკიდებული იყო ბუტლეროვის ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორია და განსხვავებით რაციონალური ნომენკლატურისაგან, რომელიც ტიპების თეორიას ეყრდნობოდა, ქენევის ნომენკლატურას საფუძვლად დაედო ორგანულ ნაერთთა აგებულების ბუტლეროვისეული წარმოდგენები.

ქენევის კონგრესის დადგენილებით ნივთიერებას უნდა ჰქონდეს ერთი ოფიციალური სახელწოდება, რომელიც ყველასათვის საერთო იქნება, თუმცა ეს არ გამორიცხავს იმას, რომ საჭირო შემთხვევაში ახლაც ვიხმაროთ ნაერთთა ტრადიციული სახელწოდებანი, რადგან ზოგჯერ ისინი უფრო მოკლე და მოხდენილია.

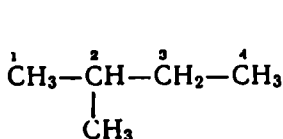
ქენევის ანუ სისტემატური ნომენკლატურა შემდეგში უფრო

სრულყოფილი გახდა IUPAC-ის (International Union of Pure and Applied Chemistry — თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი) ქიმიკოსთა ყრილობების დადგენილებებით.

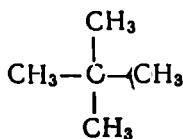
იმისათვის, რომ ნათელი წარმოდგენა გვექონდეს სისტემატურ ნომენკლატურაზე, მოკლედ განვიხილავთ ზოგიერთი იზოალკანის სახელწოდებას აღნიშნული ნომენკლატურით.

განტოტვილჯაჭვიანი ალკანების სახელწოდებისათვის უნდა იყოს ნომენკლატურით საფუძვლად უნდა ავიღოთ შესაბამისი ნორმალურჯაჭვიანი ალკანი. დანომვრის მიხედვით ვუჩვენოთ ჩანაცვლებულის ადგილმდებარეობა, თანაც დანომვრა უნდა დავიწყოთ ყველაზე გრძელი ჯაჭვის იმ თავიდან, საიდანაც უფრო ახლოა განტოტვა და მივცეთ სახელი იმის მიხედვით, თუ რომელ ნახშირბადთან არის განტოტვა, რით არის განტოტვილი და გრძელჯაჭვზე მყოფი ფრაგმენტი რომელ ნორმალურ ალკანს შეესაბამება.

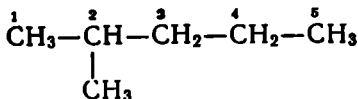
მაგალითად, იზოპენტანებსა და იზოჰექსანებს უნდა იყოს ნომენკლატურით შეიძლება მივცეთ სახელწოდებანი:



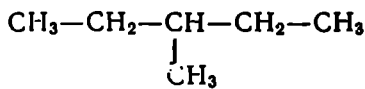
2-მეთილბუტანი



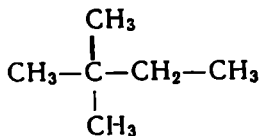
2,2-დიმეთილპროპანი



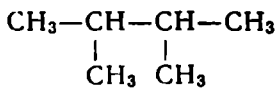
2-მეთილპენტანი



3-მეთილპენტანი



2,2-დიმეთილბუტანი



2,3-დიმეთილბუტანი

### ალკანების გავრცელება ბუნებაში

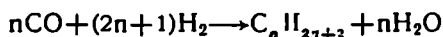
ალკანებს ალიციკლურ და არომატულ ნახშირწყალბადებთან ერთად შეიცავს ნავთობი. მეთანი, ეთანი და პროპანი გვხვდება ბუნებრივი გაზის შედგენილობაში. ბუნებრივი გაზის მთავარი შემადგენელი ნაწილია მეთანი (98%-დე). ეს გაზები აგრეთვე გახსნილია ნავთობში.

მეთანი გვხვდება ქვანახშირის მალაროებში, ამიტომ მას უწოდებენ მა-  
ლაროს გაზს. მისი წარმოშობა ხდება აგრეთვე ქაობის ფსკერზე მოხ-  
ვედრილ ცელულოზის გარდაქმნის შედეგად, რის გამოც მას ქაობის  
გაზს უწოდებენ.

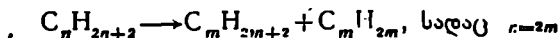
მიღების საშუალებანი: 1. ნავთობის ფრიკციული გამოხ-  
დის შედეგად სხვა ჯგუფის ნახშირწყალბადებთან ერთად მეტ-ნაკლები  
ოდენობით მიიღება ალკანები. სამამულო ნავთობის საბადოებიდან პა-  
რაფინული ნახშირწყალბადებით მდიდარია მანგიშლაკის, ჩრდილო-  
კავკასიის, გროზნოსა და ზოგიერთი სხვა საბადოს ნავთობი.

2. პარაფინულ ნახშირწყალბადებს ლებულობენ გაფხვიერებულ  
მურა ქვანახშირზე წყალბადის მოქმედებით. მაღალ ტემპერატურასა  
(400 — 500°C) და მაღალი წნევის (200 — 300 ატ.) პირობებში, რკი-  
ნის, როგორც კატალიზატორის თანაობით (ბერგიუსის მეთოდი). ამ  
დროს მიიღება გაზები, ბენზინი, საცხისი ზეთები და სხვა.

3. მათ დიდი ოდენობით ლებულობენ ნახშირქანგისა და წყალბადის  
ურთიერ. მოქმედებით მაღალი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის,  
(200°C) პირობებში. კატალიზატორების რკინისა და კობალტის თანა-  
ობით. (ფ. ფიშერი და გ. ტროპში). ამ დროს მიმდინარე ქიმიური რე-  
აქციების შედეგად მიიღება ნახშირწყალბადების ნარევი — სინთეზუ-  
რი ბენზინი, რომელსაც სინტინი ეწოდება. სინტინი უმთავრესად შე-  
იცავს ნორმალურჯაჭვიან ალკანებს, რომელშიაც მცირე ოდენობით იმ-  
ყოფება ოლეფინები:

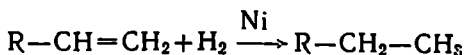


4. ალკანების მიღების მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს შედა-  
რებით დიდი მოლექულური მასის მქონე ალკანების კრეკინგი (კრე-  
კინგი ინგლისური სიტყვაა და ნიშნავს გახლეჩას, დანაწევრებას) მაღა-  
ლი ტემპერატურის გავლენით. ამ დროს წარმოიქმნება ალკანების და-  
ბალი წევრები და ოლეფინები:

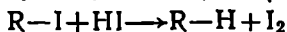
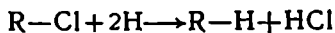


კრეკინგის შედეგად მიღებული პროდუქტები ქიმიური მრეწველო-  
ბისათვის უაღრესად დიდი მნიშვნელობის ნედლეულია.

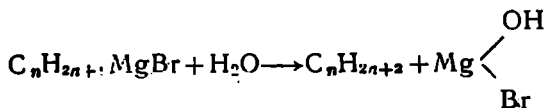
5. პენტანიდან დაწყებული პარაფინულ ნახშირწყალბადებს ხში-  
რად ლებულობენ შესაბამისი ოლეფინებისა და კიდევ უფრო უნაჭერო  
ნახშირწყალბადების ჰიდრირებით, მერვე ჯგუფის ლითონების (Pd: Pt  
და Ni). როგორც კატალიზატორების თანაობით:



6. ალკენების მიღებას ახორციელებენ პალოგენალკილების აღდ-  
გენით (ატომური წყალბადის ან იოდწყალბადის მოქმედებით):

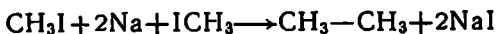


7. თუ მეტალორგანულ ნაერთზე ვიმოქმედებთ წყლით, მაშინ ადგილი აქვს მეტალორგანული ნაერთის ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ალკანი:



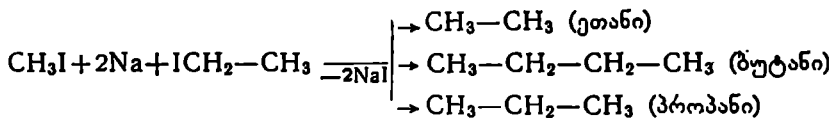
ამ მიზნით, გარდა Mg-ის ორგანული ნაერთისა, შეიძლება საწყის ნივთიერებად ავიღოთ Li, Na, Zn ორგანული ნაერთები.

8. ალკანები შეიძლება მივიღოთ ჰალოგენალკილებზე მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით:



ალკანების ამ გზით მიღების რეაქცია აღმოჩენილ იქნა ვიურცის მიერ. მის საპატივცემულოდ ამ რეაქციას ვიურცის რეაქცია ეწოდება.

თუ ვიურცის რეაქციის დროს საწყის ნივთიერებად ავიღებთ სხვადასხვა ჰალოგენალკილს, მაშინ მიიღება ნაჯერ ნახშირწყალბადთა ნარევი:

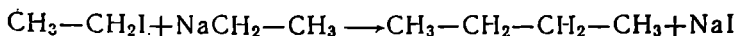
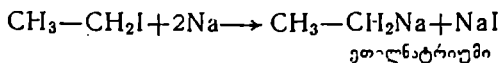


წარმოქმნილი ნახშირწყალბადების ნარევიდან ინდივიდუალური ნახშირწყალბადის გამოყოფა დიდ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული.

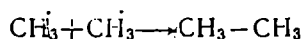
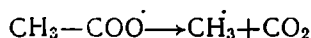
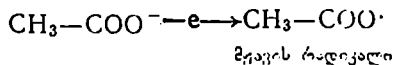
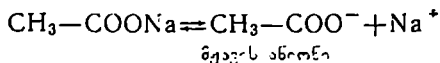
ვიურცის რეაქციის განხორციელებისას ნაცვლად მეტალური ნატრიუმისა შეიძლება ავიღოთ Zn, Li, Mg.

ვიურცის რეაქციის დროს მიღებული ალკანი უფრო მეტ ნახშირბადატომებს შეიცავს, ვიდრე სარეაქციოდ აღებული ცალკეული ჰალოგენალკილი. ვიურცის რეაქციას დიდი მნიშვნელობა აქვს არამარტო ალკანების სინთეზისათვის, არამედ სინთეზირებული ალკანების აგებულების დადგენისათვისაც.

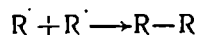
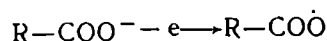
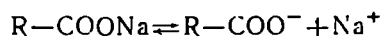
ვიურცის რეაქციის დროს ჰალოგენალკილიდან შუალედური და საბოლოო პროდუქტის წარმოქმნის სქემა მოგვცა პ. პ. შორიგინმა. ამის მიხედვით, ჰალოგენალკილზე მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით ჯერ ადგილი აქვს ნატრიუმალკილის წარმოქმნას, რომელიც შემდეგ რეაქციაში შედის ჰალოგენალკილთან და მიიღება ალკანი:



9. ალკანები მიიღებიან კარბონმეჯავების მარილების ელექტროლიზით (კოლბეს რეაქცია):

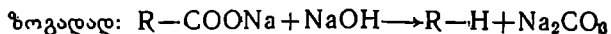


თუ ალკილს გამოვსახავთ R-ით, მაშინ კოლბეს რეაქციის განტოლება შეიძლება გამოისახოს ზოგადი ფორმით:



რეაქციის განტოლების სქემიდან ნათლად ჩანს, რომ კარბონმეჯავის მარილი ელექტროლიზით გვაძლევს მეჯავის ანიონს, რომელიც გაცემს ელექტრონს და გარდაიქმნება მეჯავის რადიკალად. მეჯავის რადიკალი განიცდის დეკარბოქსილირებას (ნახშირბადის მოწყვეტა CO<sub>2</sub>-ის სახით), წარმოიქმნება ნახშირწყალბადრადიკალი (ალკილი) და ნახშირორქანვი. ალკილები უერთდებიან ერთმანეთს და მიიღება გადიდებული მოლეკულური მასის მქონე ალკანის მოლეკულა.

10. დიუმას სინთეზით. შეიძლება მივიღოთ საწყის პროდუქტთან შედარებით შემცირებული ნახშირბადატომთა ჩონჩხის მქონე ნაჯერი ნახშირწყალბადი. ამ შემთხვევაში კარბონმეჯავას მარილს ალღობენ ნატრიუმპირთან (ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და კირის ნარევი):



ფიზიკური თვისებები. ფიზიკური თვისებები ორგანული

ნივთიერებებისა საერთოდ, და კერძოდ, ალკანებისა ძირითადად გახპირობებულია მათი მოლეკულის შედგენილობითა და აგებულებით.

ალკანების პირველი ოთხი წევრი გაზია, მე-5 წევრიდან  $C_{16}H_{34}$ -მდე ნორმალურჯაჭვიანი ნახშირწყალბადები სითხეებია, ხოლო შემდეგი მყარი ნივთიერებებია. ნორმალურჯაჭვიან ალკანებში  $CH_3-(CH_2)_{n-2}CH_3$  ყოველი  $CH_2$  ჯგუფის დამატება იწვევს დუდილის ტემპერატურის გაზრდას დაახლოებით  $29^{\circ}C$ -ით. დუდილის ტემპერატურის ეს ჰომოლოგიური სხვაობა მოლეკულური მასის გადიდებასთან ერთად მცირდება. ჰომოლოგიურ რიგში საგრძნობლად მატულობს სიმკვრივე. აღსანიშნავია, რომ  $CH_2$  ჯგუფს შედარებით ნაკლები წვლილი შეაქვს ლღობის ტემპერატურის ცვალებადობაში. ალკანების დუდილის ტემპერატურაზე  $CH_2$  აღნიშნული გავლენის მიხედვით შეიძლება წინდაწინ გამოვთვალოთ ჰომოლოგიური რიგის მომდევნო წევრის დაახლოებითი დუდილის ტემპერატურა. მაგალითად, ჰექსანის დულს  $69^{\circ}C$ , ჰეპტანის  $98^{\circ}C$ , სხვაობა  $29^{\circ}C$ -ია. ჰექსანისა და ჰეპტანის შედგენილობა ერთი  $CH_2$ -ით განსხვავდება, ამ სხვაობამ გამოიწვია მათი დუდილის ტემპერატურის განსხვავებულობა  $29^{\circ}C$ -ით. თუ გვინდა ვიცოდეთ, რამდენია ოქტანის დუდილის ტემპერატურა, მაშინ დუდილის ტემპერატურულ სიდიდეს,  $98^{\circ}C$  უნდა დავუმატოთ  $29^{\circ}C$  და მივიღებთ  $127^{\circ}C$ -ს. ეს სიდიდე ახლოა სინამდვილესთან. ოქტანის დუდილის ტემპერატურა  $126^{\circ}C$ -ია.

იზომერებიდან ნორმალურჯაჭვიანი ნახშირწყალბადების დუდილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე განტოტვილჯაჭვიანი ნახშირწყალბადებისა, თანაც, რაც უფრო განტოტვილია ჯაჭვი, მით ნაკლებია მისი დუდილის ტემპერატურა, ეს აიხსნება იმით, რომ თხევად მდგომარეობაში განტოტვილჯაჭვიან ნახშირწყალბადთა მოლეკულები უფრო ნაკლებად არიან ასოცირებული სივრცობრივი დაბრკოლების გამო, ვიდრე ნორმალურჯაჭვიანი ნახშირწყალბადები.

ლღობის ტემპერატურის მხრივ ალკანებში საინტერესო კანონზომიერებასთან გვაქვს საქმე. ლუწი ნახშირბადატომის შემცველი ნახშირწყალბადის ლღობის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე კენტი ნახშირბადატომის შემცველი ნახშირწყალბადისა. კუთრი წონა ყველა ალკანისა ერთზე ნაკლებია. ალკანების წყალში ხსნადობა უმნიშვნელოა. ისინი არაპოლარული ნივთიერებებია. აქ ნახშირბადი ყველგან იმყოფება  $SP^3$ -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაში. ატომები მოლეკულაში შებმული არიან  $\sigma$ -ბმებით. მანძილი ნახშირბადატომებს შორის  $1.54 \text{ \AA}$ -ია ანუ  $0.154 \text{ ნმ}$ .

ალკანებისათვის დამახასიათებელი ზოლი წარმოიქმნება ინფრაწითელი სპექტრის  $2850 - 3000 \text{ სმ}^{-1}$  უბანში.

ზოგიერთი ნორმალური ალკანების ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-13 ცხრილში, ხოლო ჰექსანის იზომერებისა — მე-14 ცხრილში.



ნორმალური ალკინების  $CH_3-(CH_2)_{n-2}-CH_3$  ფიზიკური თვისებები

n	სახელწოდება	დუღილის ტემპერატურა °C (760 მმ)	ლღობის ტემპ. °C	-d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>
1	მეთანი	-161,5	-183	0,424 <sup>ა</sup>	
2	ეთანი	-88,6	-172	0,546 <sup>ა</sup>	
3	პროპანი	-42,1	-188	0,501 <sup>ბ</sup>	
4	ბუტანი	-0,3	-135	0,579 <sup>ბ</sup>	1,3326 <sup>ბ</sup>
5	პენტანი	+36,1	-130	0,626	1,3575
6	ჰექსანი	68,7	-95	0,659	1,3749
7	ჰეპტანი	98,4	-91	0,684	1,3876
8	ოქტანი	125,7	-57	0,703	1,3974
9	ნონანი	150,3	-54	0,718	1,4054
10	დეკანი	174,1	-30	0,730	1,4119
11	უნდეკანი	195,9	-26	0,740	1,4176
12	დოდეკანი	216,3	-10	0,749	1,4216
15	პენტადეკანი	270,6	+10	0,769	1,4319
20	ეიკოზანი	342,7	37	0,786 <sup>ბ</sup>	1,4409 <sup>ბ</sup>
30	ტრაკონტანი	445,4	66	0,810 <sup>ბ</sup>	1,4536 <sup>ბ</sup>

- ა — დუღილის ტემპერატურის დროს;
- ბ — წნევის ქვეშ;
- გ — გადამეტაცივებული სითხისათვის.

ჰექსანის იზომერების ფიზიკური თვისებები

იზომერი	ფორმულა	დუღილის ტემპ., °C	ლღობის ტემპ. °C	სიმკვრივე d <sub>4</sub> <sup>20</sup>
ნ-ჰექსანი*	$CH_3-(CH_2)_4-CH_3$	68,7	-94	0,659
3-მეთილპენტანი	$CH_3-CH_2-\underset{\substack{  \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$	63,3	-118	0,664
2-მეთილპენტანი (იზოჰექსანი)	$CH_3-\underset{\substack{  \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$	60,3	-154	0,653
2,3-დიმეთილბუტანი	$CH_3-\underset{\substack{  \\ CH_3}}{CH}-\underset{\substack{  \\ CH_3}}{CH}-CH_3$	58,0	-129	0,661
2,2-დიმეთილბუტანი	$CH_3-\underset{\substack{  \\ CH_3}}{C}-CH_2-CH_3$	49,7	-98	0,649

\* ნ ნიშნაგს ნორმალურს.

როგორც მე-13 და მე-14 ცხრილებიდან ჩანს, ალკანების ჰომოლოგიური რიგი რაოდენობრივი ცვლილებების ძირეულ თვისებრივ ცვლილებებში გადასვლის კანონის საუკეთესო ილუსტრაციას წარმოადგენს.

ქიმიური თვისებები. ამ რიგის ნახშირწყალბადები ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ხასიათდებიან არაჩვეულებრივად მცირე რეაქციის უნარით. მათთან არ შედიან რეაქციაში კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, კონცენტრირებული ტუტეების ხსნარები, ისეთი ძლიერი დამჟანგავები, როგორცაა  $KMnO_4$ ,  $K_2Cr_2O_7$  და რიგი სხვა ნაერთები. ამის გამო მათ უწოდეს ნაჭერი ანუ პარაფინები. უკანასკნელი წარმოშობილია ლათინური სიტყვიდან *Parum affinis*, რაც ნიშნავს მცირე თვისების მქონეს.

მაღალი ტემპერატურის გავლენით ალკანები შედიან რეაქციაში ზოგიერთ ნივთიერებასთან და ამ დროს ბმა შეიძლება გაწყდეს ნახშირბადატომებს ან ნახშირბადასა და წყალბადს შორის. ნახშირბადასა და წყალბადს შორის ბმის გაწყვეტისას წყალბადი ჩაინაცვლება სხვა ატომებით ან ატომთა ფრაგმენტებით. ბმების ასეთნაირი გაწყვეტის გამო მათ ახასიათებთ გახლეჩისა და ჩანაცვლების რეაქციები. მიუხედავად იმისა, რომ C—C ბმის გაწყვეტას ჰირდება ნაკლები ენერგია (348 კჯ/მოლი), ვიდრე C—H ბმის გაწყვეტას (415 კჯ/მოლი), უფრო ხშირად რეაქციები მიმდინარეობს C—H ბმის გაწყვეტის მიმართულებით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მოქმედი რეაგენტი უფრო ადვილად ეჯახება C—H ბმას, ვიდრე C—C ბმას, რადგან C—C ბმა უფრო მეტად არის გადაფარული ატომებითა და ატომთა ფრაგმენტებით, ვიდრე C—H ბმა.

მნიშვნელობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოებაც, რომ იმის მიხედვით თუ რომელად ნახშირბადატომთან არის დაკავშირებული წყალბადატომი, C—H შორის ბმის დისოციაციის ენერგია სხვადასხვაა (ცხრილი 15).

ცხრილი 15  
ბმის დისოციაციის ენერგია

ნივთიერება	ბმის ენერგია კჯ/მოლი <sup>o</sup> -1 <sup>o</sup> C-ზე
CH <sub>3</sub> -H	404
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -H	384
CH <sub>3</sub> -CH-H	376
 CH <sub>3</sub>	
 CH <sub>2</sub>	
CH <sub>3</sub> -C-H	356
 CH <sub>3</sub>	

ეს მონაცემები იმაზე მიუთითებს, რომ ჩანაცვლების რეაქციების დროს ყველაზე უფრო ადვილად შეიძლება შეიცვალოს სხვა ატომებითა და ატომთა ფრაგმენტებით მესამეულ ნახშირბადატომთან მდგომ-

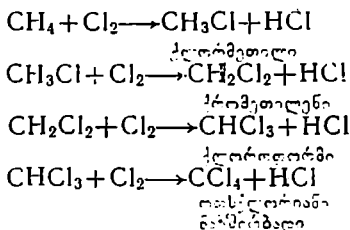
\* მოცემულია ბმის ენერგიის საშუალო მაჩვენებლები

მი H. ხოლო ყველაზე ძნელად პირველად ნახშირბადატომთან დაკავშირებული H.

1. ჰალოგენირება. ალკანებში წყალბადატომების შეცვლა ჰალოგენის ატომებით ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რეაქციაა. ჰალოგენებიდან ყველაზე უფრო ენერგიულად მოქმედებს ფტორი და ძნელად იოდი. თავისუფალი ფტორის მოქმედება იწვევს ალკანების გარდაქმნას ნახშირბადად და HF-ად, რაც აფეთქებით მიმდინარეობს. თუ ალკანებზე ფტორით ვიმოქმედებთ ისეთი ინერტული გაზის გარემოში, როგორც აზოტია, მაშინ შეიძლება მივიღოთ პოლიფტორნაერთები, რომელთაგან ბევრი ძვირფას პროდუქტს წარმოადგენს.

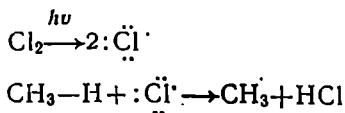
ალკანებზე ქლორი მოქმედებს სინათლის გავლენით. ქლორირებას ახორციელებენ აგრეთვე მალალ ტემპერატურაზე (200°C) და კატალიზატორების მეშვეობით. ამ მიზნით კატალიზატორებად იყენებენ: გოგირდს, კალას, ალუმინქლორიდსა და სხვა.

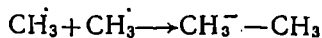
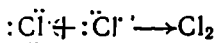
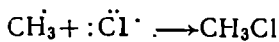
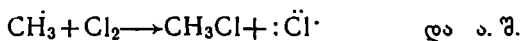
მეთანისა და ქლორის ურთიერთქმედება შეიძლება გამოიხატოს შემდეგი სქემით:



როგორც ვხედავთ, ამა თუ იმ ალკანის ჰალოგენირებისას წარმოიქმნება, როგორც მონო, ასევე პოლიჰალოგენნაერთები. ჩანაცვლების რეაქციას პირობით აღნიშნავენ S ასოთი. (ლათინური სიტყვა Substitutio — სუბსტიტუციო — ნიშნავს ჩანაცვლებას). ჩანაცვლების რეაქცია შეიძლება იყოს ნუკლეოფილური — S<sub>N</sub>, ელექტროფილური — S<sub>E</sub> და რადიკალური — S<sub>R</sub>. მეთანის დაქლორების რეაქცია, რომელიც ზემოთ არის მოტანილი, განტოლების სახით შეიძლება წარიმართოს როგორც რადიკალური, ასევე იონური მექანიზმის შესაბამისად. ეს დამოკიდებულია ქლორირების პირობებზე. თუ ქლორირებას განვახორციელებთ სინათლის გავლენით, მაშინ რეაქცია მიმდინარეობს S<sub>R</sub> მექანიზმის მიხედვით, ხოლო კატალიზატორების გამოყენების შემთხვევაში, რეაქცია წარიმართება იონური მექანიზმის მიხედვით:

ა) სინათლეზე:

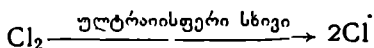




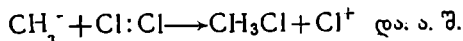
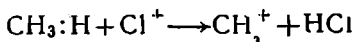
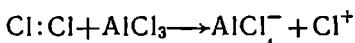
ასეთნაირ პროცესებს ჯაჭვურ რეაქციებს უწოდებენ. ჯაჭვურ რეაქციათა მექანიზმი შეისწავლეს ნ. ნ. სემიონოვმა და მისმა თანამშრომლებმა.

როგორც აღვნიშნეთ, ალკანების ჰალოგენირებისას წარმოიქმნება მონო და პოლიჰალოგენაერთები. თუ ნახშირწყალბადს ავიღებთ ჭარბი რაოდენობით, მაშინ უპირატესად მიიღება მონოჰალოგენჩანაცვლებულები.

იმისათვის, რომ ქლორის მოლეკულა გადავიდეს ატომურ მდგომარეობაში, საჭიროა ენერგია. ულტრაიისფერ სინათლეს ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე შეუძლია 1 მოლ. ქლორს მიანიჭოს ენერგია, რომელიც აღემატება იმ ენერგიას, რაც საჭიროა ქლორის მოლეკულის ატომად გარდაქმნისათვის:

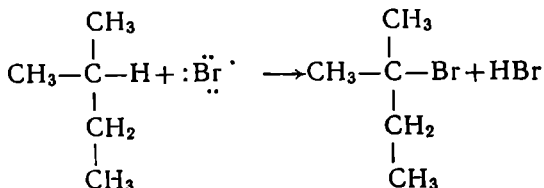


ბ) კატალიზატორის თანაობით:



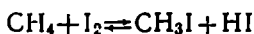
ალკანებზე ატომური ბრომის მოქმედება უფრო სელექციურად მიმდინარეობს, ვიდრე ატომური ქლორისა. ბრომით ყველაზე უფრო ადვილად ჩაინაცვლება ის წყალბადი, რომელიც იმყოფება მესამეულ ნახშირბადატომთან.

ფოტოქიმიური სინთეზის დროს იზოპენტანის ბრომირებით წარმოიქმნება მხოლოდ მესამეული ამილბრომიდი:



აღსანიშნავია, რომ ალკანების სელექციური ქლორირება შეიძლება განხორციელდეს იმ შემთხვევაშიც, თუ გამხსნელად ვიხმართ ბენზოლს ან მის უშუალო ჰომოლოგებს. ეს აიხსნება იმით, რომ ქლორისა და არომატული ნახშირწყალბადების ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება ქლორის არამტკიცე კომპლექსები, რომლებიც ამცირებს ქლორის აქტივობას.

ყველაზე ძნელად მიმდინარეობს ალკანების იოდირების რეაქცია. რადგან ამ დროს წარმოქმნილი იოდწყალბადი იოდალკილს ალადგენს ნახშირწყალბადად:



რეაქციის მარცხნიდან მარჯვნივ წარმართვისათვის საჭიროა წარმოქმნილი იოდწყალბადი გამოვიყვანოთ რეაქციის სფეროდან, რასაც აღწევენ იოდირების რეაქციაში ვერცხლისწყლის ოქსიდის ან იოდოვანი მჟავის დამატებით.

2. ნიტრირება. ალკანები კონცენტრირებული აზოტმჟავის ან მანიტრებელი ნარევის ( $\text{HNO}_3$  და  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ნარევი) მოქმედებით იქანგებიან. ალკანების ნიტრირება განზავებული აზოტმჟავით პირველად განახორციელა მ. ი. კონოვალოვმა. ალკანების ნიტრირების რეაქციის განტოლება ზოგადი სახით შეიძლება გამოვხატოთ:

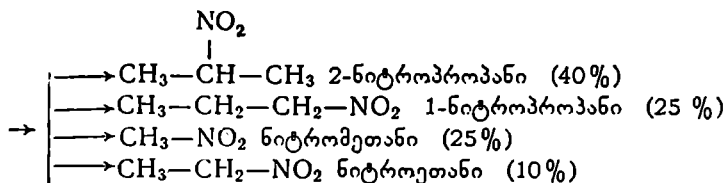
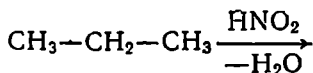


ამ რეაქციის დროს ნიტროჯგუფით ( $-\text{NO}_2$ ) უფრო ადვილად ჩაინაცვლება ის წყალბადი, რომელიც დაკავშირებულია მესამეულ ნახშირბადატომთან. ნიტრონაერთების გამოსავლიანობა მეტად მცირეა.

ალკანების ნიტრირების რეაქცია შემდგომში საფუძვლიანად შეისწავლა ს. ს. ნამიოტკინმა. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე ს. ს. ნამიოტკინი იძლევა უალრესად მნიშვნელოვან დასკვნას: ალკანების ნიტრირების დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არა აზოტმჟავის სიძლიერეს, არამედ საწყის ნივთიერებათა მოლურ ფარდობასა და გახურების ხანგრძლივობას. ამ ფაქტორების გათვალისწინებით მან შეძლო ნიტრონაერთთა გამოსავლიანობის გაზრდა 65%-მდე თეორიულთან შედარებით. ს. ს. ნამიოტკინმა მოგვაწოდა ნიტრირების მექანიზმის სქემა. მან ნიტრირების რეაქცია გამოიყენა, როგორც მძლავრი იარაღი მრავალი ნაჯერი და უნაჯერი რთული ნაერთების ქიმიურ თვისებათა და აგებულების დასადგენად.

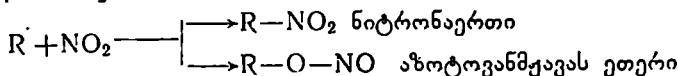
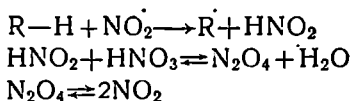
ქიმიურ მრეწველობაში ალკანების ნიტრირებას აწარმოებენ აზოტმჟავის ორთქლით  $250-500^\circ\text{C}$  ფარგლებში, რომლის შედეგად წარმოიქმნება ნიტრონაერთთა ნარევი (ა. ი. ტიტოვი)

პროპანის ნიტრირების დროს მიიღება 1 და 2 ნიტროპროპანი, ნიტროეთანი და ნიტრომეთანი:

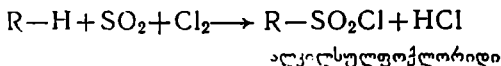


ალკანების ნიტრირებისას, როგორც ვხედავთ, ადგილი აქვს ნახშირბადაჯაჭვის გაწყვეტასაც. ამაზე მიუთითებს ნიტრომეთანისა და ნიტროეთანის წარმოქმნა პროპანიდან.

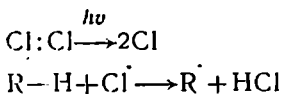
პ. პ. შორიგინის, ა. ვ. თოფჩიევისა და ა. ი. ტიტოვის გამოკვლევების მიხედვით ნიტრირებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ აზოტის დიოქსიდი. ალკანებზე აზოტმჟავის მოქმედებისას ადგილი აქვს გარკვეული ოდენობით  $\text{NO}_2$ -ის წარმოქმნას, რომელიც მოქმედებს ნახშირწყალბადებზე და წარმოიქმნება ალკილი. უკანასკნელი შედის რეაქციაში აზოტის დიოქსიდთან და მიიღება ნიტრონაერთები და აზოტოვანმჟავას ეთერი. ნიტრირების რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმით:

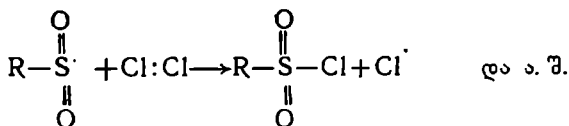
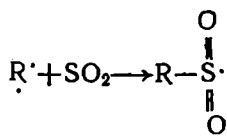


3. სულფოქლორირება. ალკანების სულფოქლორირებისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ქლორსულფურილი —  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  ან  $\text{SO}_2$ -სა და ქლორის ნარევი;

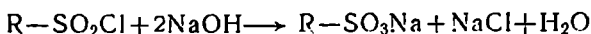


ეს რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალურ-ჭაჭვეური მექანიზმით. ულტრა-ინფერო სინათლით დასხივებისას მოლეკულური ქლორი გადადის ატომურ მდგომარეობაში, რომელიც აღძრავს რეაქციას:



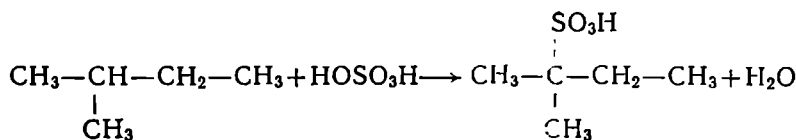


წარმოქმნილი ატომური ქლორი ხელახლა აღძრავს ჭაჭვეურ რეაქციას. ალკილსულფოქლორიდი შეყავთ რეაქციაში ტუტესთან, წარმოიქმნება სულფომჟავა მარილი, რომელსაც უმატებენ სოდას და იყენებენ, როგორც გამრეცხ ფხვნილს:

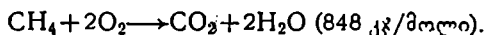


სარეცხი ფხვნილის მიღებისათვის აწარმოებენ სინტინიდან გამოყოფილ მაღალ ტემპერატურაზე მდულარე ფრაქციის (კომაზინი) სულფოქლორირებას.

4. სულფირება. მბოლავი გოგირდმჟავის (კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში გახსნილი  $SO_3$ ) ალკანებზე მოქმედებისას და ვაცხელებით წარმოიქმნება სულფომჟავა:

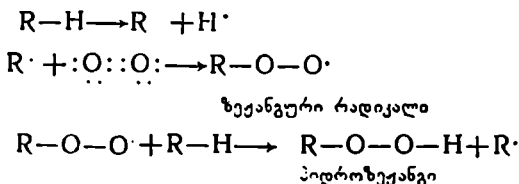


5. დაუანგვა. წვა. მაღალ ტემპერატურაზე ქარბი ჟანგბადის გავლენით ალკანები იწვის და წარმოიქმნება სრული წვის პროდუქტები — ნახშირორჟანგი და წყალი. ამ დროს გამოიყოფა დიდი სითბური ენერგია, მაგალითად,

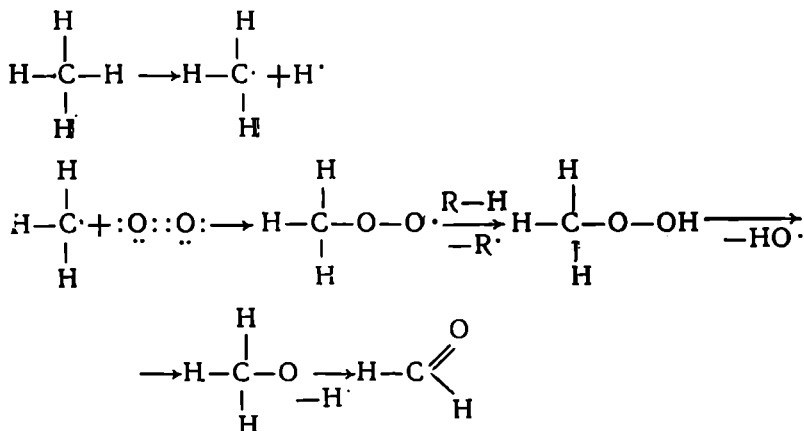


პარაფინული ნახშირწყალბადების დაუანგვას ახდენენ  $150^\circ C$ -ზე კატალიზატორის (მანგანუმის ნაერთები და სხვა) თანაობით. ამ პროცესის დროს წარმოიქმნება მრავალი სხვადასხვა ორგანული ნაერთი — სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მჟავები, ოქსიმჟავები და სხვა. ალკანების დაუანგვისას, როგორც შუალედური პროდუქტები, წარმოიქმნებიან ჰიდროზეანგები. უკანასკნელთა წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

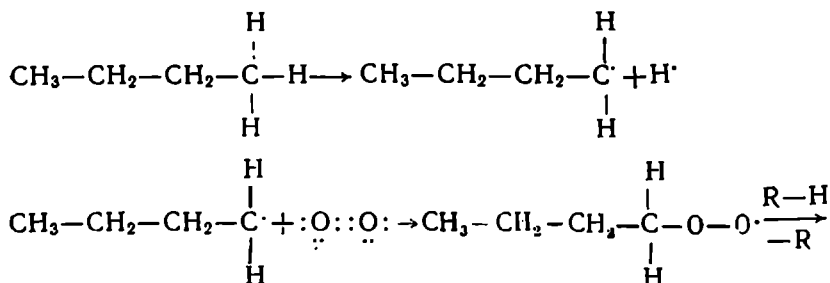
ალკანისაგან მალალი ტემპერატურის გავლენით ჯერ წარმოიქმნება ალკილი, რომელიც რეაქციაში შედის მოლეკულურ ეანგბადთან და მიიღება ზეჟანგური რადიკალი. უკანასკნელი ურთიერთმოქმედებს ნახშირწყალბადის სხვა მოლეკულასთან, წარმოქმნის ჰიდროზეჟანგსა და ნახშირწყალბადრადიკალს, რომელიც ჩაერთვება ეანგბადთან რეაქციაში და ისევ მიიღება ჰიდროზეჟანგის ახალი მოლეკულა:



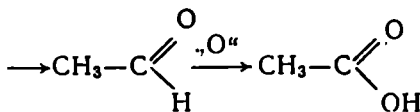
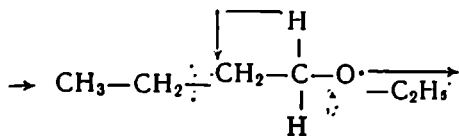
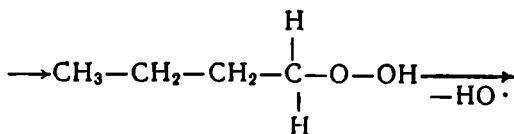
ჰიდროზეჟანგის შემდგომი გარდაქმნა დამოკიდებულია R-ის აგებულებაზე. მაგალითად, მეთანიდან ფორმალდეჰიდის წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



ბუტანიდან ძმარმეჟავას წარმოქმნა ხდება შემდეგი გარდაქმნებით:





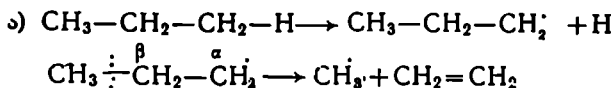


დიდი მოლეკულური მასის მქონე ალკანების მაღალ ტემპერატურაზე დაქანვით (ბაშკიროვის მეთოდი) ლებულობენ მჟავებსა და სპირტებს. მიღებული მჟავებიდან ყურადღებას იპყრობს პალმიტინისა და სტეარინის მჟავა, რომლიდანაც ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტის მოქმედებით სამრეწველო მასშტაბით ლებულობენ საპონს.

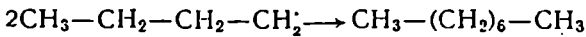
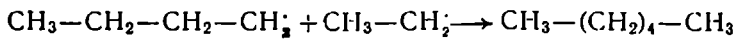
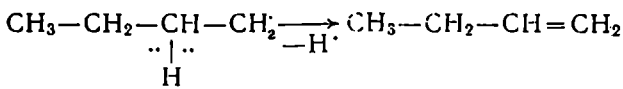
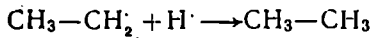
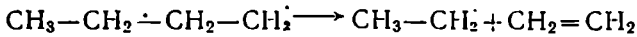
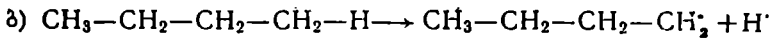
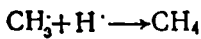
6. პარაფინული ნახშირწყალბადების კრეკინგი. ნავთობის მძიმე ფრაქციების 600—750°C-მდე გახურებით მიიღება გაზობრივი და თხევადი ნაჭერი და უნაჭერი ნახშირწყალბადების ეკვიმოლეკულური ნარევი. თხევადი ნახშირწყალბადების ნარევი წარმოადგენს ბენზინს, რომელსაც აქვს მაღალი ოქტანური რიცხვი. წარმოქმნილი გაზობრივი ნახშირწყალბადები უაღრესად დიდი მნიშვნელობის ნედლეულია ქიმიური მრეწველობისათვის.

პარაფინული ნახშირწყალბადების თერმული დაშლა შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს კატალიზატორების (ალუმინ-სილიკატები, AlCl<sub>3</sub> და სხვა) თანაობით. თერმული კრეკინგის დროს ადგილი აქვს ნაჭერ ნახშირწყალბადთა რადიკალების წარმოქმნას მათი მოლეკულების ჰომოლიტური გახლეჩის გამო, ხოლო კატალიზატორის გამოყენების შემთხვევაში ალკანების მოლეკულების გახლეჩა ხდება პეტეროლიტურად და წარმოიქმნებიან იონები.

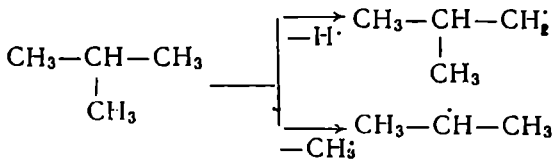
თერმული კრეკინგის რადიკალური მექანიზმი პროპანისა და ბუტანის მაგალითზე შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



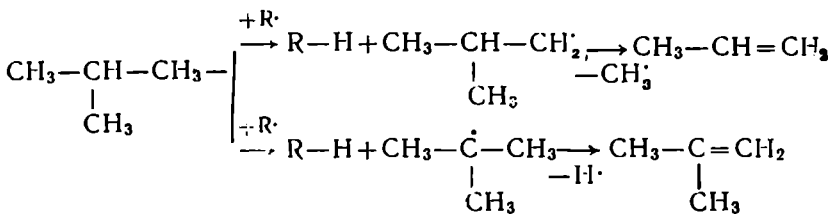
(რადიკალის გახლეჩა ხდება თავისუფალი ელექტრონიდან β — მდებარეობაში) წარმოშობილი CH<sub>3</sub>· რეაქციაში შეევა H·-თან და მიიღება მეთანი:



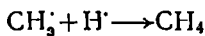
თუ გავითვალისწინებთ პირველად, მეორეულ და მესამეულ ნახ-  
შირბადატომებთან წყალბადის მოწყვეტის შეფარდებით სიჩქარეს  
(1:2:10) და ალკანის მოლეკულაში პირველადი, მეორეული წყალბად-  
ატომების რაოდენობას, მაშინ საკმარისი სიზუსტით შეიძლება ვივარა-  
უდლოთ კრეკინგის დასაწყისი სტადიის დროს წარმოშობილ პროდუქ-  
ტთა შედგენილობა. მაგალითად, თუ ავიღებთ იზობუტანს, კრეკინგის  
დროს მისგან შეიძლება ვივარაუდოთ შემდეგი ალკილების წარმოქმნა:



იზობუტანზე ალკილის მოქმედებით წარმოიქმნება:

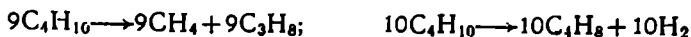


$\text{CH}_3$  შეიძლება გაყვეს ძირითად პროცესს და აგრეთვე წარმოქ-  
მნას მეთანია:



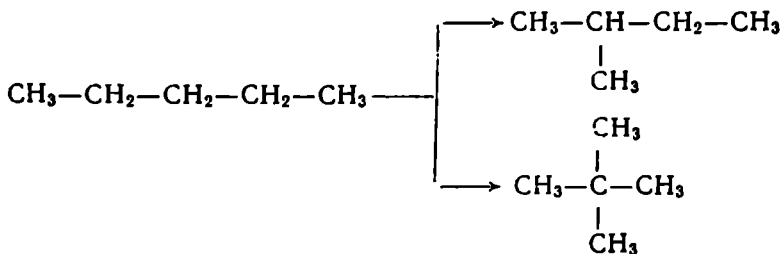
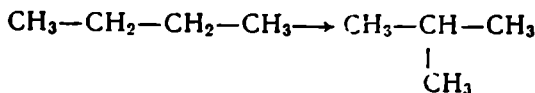
იზობუტანი შეიცავს 9 პირველად და 1 მესამეულ წყალბად-  
ატომს. ამიტომ იზობუტანის პირველადი წყალბადატომების მოწყვე-  
ტით გამოწვეული პროცესის რაოდენობრივი მნიშვნელობა იქნება

$1 \times 9 = 9$ , ხოლო მესამეული წყალბადატომის მოწყვეტის შემთხვევაში  $10 \times 1 = 10$ ;



მოცემულ რეაქციათა განტოლების მიხედვით თუ გამოვთვლით კრეკინგის გაზების პროცენტულ შედგენილობას, მაშინ გვექნება:  $CH_4 - 23,7$ ;  $C_3H_8 - 23,7$ ;  $C_4H_8 - 26,3$ ;  $H_2 - 26,3$  პროცენტი. გამოთვლილი მონაცემები ძალიან ახლოა ექსპერიმენტულთან.

7. ალკანების იზომერიზაციის რეაქციები. ნორმალურჯაჭვიანი ალკანები მაღალ ტემპერატურაზე გახურებით კატალიზატორების ( $AlCl_3$  და სხვა) თანაობით გარდაიქმნებიან განტოტვილჯაჭვიან ნახშირწყალბადებად:

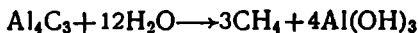


ალკანების იზომერულ გარდაქმნებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს შიგაწვის ძრავების საწვავის (ბენზინი) ხარისხის გაუმჯობესებისათვის და სხვა.

**ცალკეული წევრები.** ალკანების პირველი წევრი, მეთანი არას ბუნებრივი გაზის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი. მას ლაბორატორიულ პირობებში ლებულობენ ძმარმეავანატრიუმზე ნატრიუმკირის მოქმედებით:

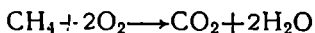


გარდა ამისა, იგი მიიღება ალუმინის კარბიდისა და წყლის ურთიერთმოქმედებით:

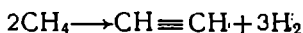


მეთანი წარმოადგენს უფერო, უსუნო გაზს, რომელიც წყალში უმნიშვნელო ოდენობით იხსნება. ყველა ალკანის და მათ შორის მეთანის,  $1000^\circ C$  და მეტ ტემპერატურაზე უპაერო არეში გახურებით წარ-

მოიქმნება ნახშირბადი და წყალბადი, რაც იაფ საშუალებას წარმოადგენს მურისა და წყალბადის მიღებისათვის. მეთანისა და ჟანგბადის გარკვეული მოცულობითი ნარევი ანთებული ასანთის შეხებისას აფეთქებით იწვის:



მეთანს დიდი ოდენობით იყენებენ, როგორც სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო საწვავ გაზს. მეთანის პიროლიზით ლებულობენ აცეტილენს:



გარდა აღნიშნულისა, მეთანს იყენებენ პლასტმასების, სინთეზური ბოქვების, ფეთქებადი ნივთიერებებისა და სხვა მრავალი ნაერთისა და მასალების მისაღებად.

ეთანს, პროპანს, ბუტანსა და იზოპენტანს იყენებენ შესაბამისად ეთილენის, პროპილენის, დივინილისა და იზოპრენის მისაღებად. პროპანისა და ბუტანის ნარევი ყოფაცხოვრებაში გამოყენებულია, როგორც საწვავი. დასახელებული უნაჭერი ნახშირწყალბადები სამრეწველო მასშტაბით გამოყენებული არიან ორგანულ სინთეზში.

იზოოქტანი — 2,2,4-ტრიმეთილპენტანი არის მოტორული საწვავის ძვირფასი შემადგენელი ნაწილი.

ნახშირწყალბადების მდიდარ წყაროს წარმოადგენს ნავთობი, რომელიც დიდი რაოდენობითაა გავრცელებული ბუნებაში. ნავთობი წარმოადგენს ცუდი სუნის შავ ან მუქი მწვანე ფერის სითხეს. იგი შეიცავს სხვადასხვა ჯგუფის გაზობრივ, თხევად და მყარ ნახშირწყალბადებს. ნავთობიდან მიღებული ნახშირწყალბადების დიდი ნაწილი იხარჯება საწვავად.

ნავთობიდან ლებულობენ პლასტმასებს, სინთეზურ ბოქვებს, კაუჩუკს, საღებარებს, ფეთქებად ნივთიერებებს, მედიკამენტებს და სხვა ძვირფას პაროდუქტებს.

ნავთობიდან ცალ-ცალკე აგროვებენ ექვს ძირითად ფრაქციულ გამონახადს:

I ფრაქცია წარმოადგენს 40°C-მდე გამონახადს. შეიცავს C<sub>1</sub>—C<sub>5</sub>-მდე ნორმალურ და განტოტვილჯაჰვიან ნახშირწყალბადებს;

II ფრაქცია (40—180°C) ბენზინი შეიცავს ნორმალურ, განტოტვილ და დახურულჯაჰვიან ნახშირწყალბადებს C<sub>6</sub>—C<sub>10</sub>-მდე. ბენზინში ნაპოვნია 100-ზე მეტი ინდივიდუალური ნახშირწყალბადი. ბენზინი, რაც მეტ განტოტვილჯაჰვიან ნახშირწყალბადებს შეიცავს, მით უფრო მაღალხარისხოვანია. განტოტვილჯაჰვიანი ნახშირწყალბადები ხასიათდებიან მაღალი ანტიდეტონაციური თვისებებით.

III ფრაქცია ( $180^{\circ}-230^{\circ}\text{C}$ ) ნავთი შეიცავს  $C_{11}$  და  $C_{12}$  ნახშირწყალბადებს. ნავთი გამოყენებულია რეაქტიულ ძრავებში საწვავად. ამასთან მისი კრეკინგით ლებულობენ უფრო ნაკლები მოლეკულური მასის ნაჭერ და უნაჭერ ნახშირწყალბადებს.

IV ფრაქცია ( $230-305^{\circ}\text{C}$ ) მოიცავს  $C_{13}-C_{17}$  მოლეკულური მასის ნახშირწყალბადებს. გამოყენებულია დიზელებში საწვავად.

V ფრაქცია ( $305-405^{\circ}\text{C}$ ) შეიცავს  $C_{18}-C_{25}$  ნახშირწყალბადებს. ამ ფრაქციის ნახშირწყალბადთა ნარევი გამოყენებულია როგორც საცხისი ზეთები.

VI ფრაქციაში ( $405-515^{\circ}\text{C}$ ) იმყოფება  $C_{26}-C_{38}$  მოლეკულური მასის ნახშირწყალბადები. აქედან გამოყოფენ პარაფინსა და ვაზელინს. პარაფინი წარმოადგენს VI ფრაქციის ნაჭერი ნახშირწყალბადების ნარევეს, ხოლო ვაზელინი ნაჭერი და უნაჭერი ნახშირწყალბადების ნარევეს. ნავთობის გამონახადის ნარჩენს უწოდებენ ასფალტს.

თუ მოტორული საწვავი (ბენზინი) შეიცავს ნორმალურჯაჭვიანი ნახშირწყალბადებს (პენტანი, ჰექსანი, ჰეპტანი, ოქტანი და ა. შ.), მაშინ მოტორში ხდება საწვავის ნაადრევი წვა (დეტონაცია), რაც იწვევს მოტორის ცვეთასა და ბენზინის დიდი ოდენობით უქმად ხარჯვას. ხოლო თუ ბენზინში უმთავრესად არის განტოტვილჯაჭვიანი ნახშირწყალბადები (იზოპენტანები, იზოჰექსანები, იზოჰეპტანები, იზოოქტანები), მაშინ ასეთი ბენზინი კარგი თვისებით ხასიათდება. სუსტი დეტონაციური თვისებით გამოირჩევა 2,2,4-ტრიმეთილპენტანი, რომელსაც მრეწველობაში უწოდებენ იზოოქტანს. უკანასკნელის ანტი-დეტონაციურ სიდიდეს გამოსახვენ 100-ით, ხოლო ნორმალური ჰეპტანისას 0-ით. ამის მიხედვით გამოყავთ ე. წ. ოქტანური რიცხვი. მაგალითად, თუ იზოოქტანისა და ჰეპტანის ნარევი შეიცავს 90% იზოოქტანსა და 10% ჰეპტანს, მაშინ ოქტანური რიცხვი უდრის 90-ს. იზოოქტანისა და ჰეპტანის პროცენტული შედგენილობის მიხედვით აწვადებენ სხვადასხვა ოქტანური რიცხვის მქონე ნარევეებს და მათ იყენებენ, როგორც ეტალონს სხვადასხვა ბენზინის ოქტანური რიცხვის განსაზღვრისათვის. რაც უფრო მეტია ბენზინის ოქტანური რიცხვი, იგი (ბენზინი) მით უფრო მაღალხარისხოვანი საწვავია.

ჩვენი ქვეყნის ნავთობი შესწავლილია რუსი, და განსაკუთრებით, საბჭოთა ქიმიკოსების მიერ. მათგან აღსანიშნავია: ვ. მარკოვნიკოვი, ნ. ზელინსკი, ს. ნამიოტკინი, ა. თოფჩიევი, ბ. კაზანსკი, ნ. ნამიოტკინი, ა. პლატე და სხვა მრავალი.

საქართველოს ნავთობი შესწავლილია ქ. არეშიძის, ლ. მელიქაძისა და მათი თანამშრომლების მიერ.

ჩ ა რ თ ვ ი ს ნ ა ე რ თ ე ბ ი. ასეთი ნაერთები წარმოიქმნებიან ერთი ნივთიერების მოლეკულის მეორე ნივთიერების მოლეკულის სიცა-

რიელეში (ლრუში) ჩართვის შედეგად. ამასთანავე ჩართვა შეიძლება მოხდეს კრისტალის ღერძის გასწვრივ არსებულ ღრუებში ან მაღალმოლეკულური ნაერთების ჯაჭვებს შორის და სხვა.

იმის გამო, რომ ჩართვის ნაერთები არ არიან ქიმიური ბმით წარმოქმნილი, მათ შეუძლიათ იარსებონ მხოლოდ კრისტალურ მდგომარეობაში. მაგალითად, შარდოვანას სპირტებში ან აცეტონში შეუძლია წარმოქმნას პენტანიდან დაწყებული ნორმალურჯაჭვიანი ნახშირწყალბადების ჩართვის კრისტალური ნაერთები.

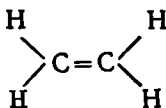
განტოტვილჯაჭვიანი ნახშირწყალბადები შარდოვანას კრისტალების ღრმულეებში არ თავსდება და ამიტომ არ წარმოიქმნება ჩართვის ნაერთები. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა, შარდოვანას მეშვეობით ერთმანეთისაგან გავყოთ ნორმალურ და განტოტვილჯაჭვიანი ნახშირწყალბადები. შარდოვანას გარდა, ჩართვის ნაერთებს იძლევიან თიოშარდოვანა, ზოგიერთი პოლიმერი და სხვა.

## თ ა ვ ი VI.

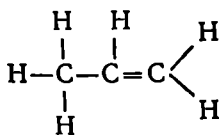
### ალკანები (ეთილენური ნახშირწყალბადები, ოლენინები)

ალკენები ხასიათდებიან ნახშირბადატომებს შორის ერთი ორმაგი ბმით. მათი საერთო ფორმულაა  $C_nH_{2n}$ . ამ ზოგადი ფორმულის მიხედვით პირველი წევრი უნდა იყოს მეთილენი  $CH_2$ , რადგან იგი არასტაბილურია, პირველი წევრის ადგილს იჭერს ეთილენი  $C_2H_4$ . პომოლოგიური რიგის მეორე წევრია პროპილენი  $C_3H_6$ , შემდეგი ბუტილენი  $C_4H_8$ , ამილენი (პენტილენი)  $C_5H_{10}$  და ა. შ.

ი ზ ო მ ე რ ი ა. ალკენებში იზომერია ძირითადად განპირობებულია ორი გარემოებით: ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აგებულებითა და ორმაგი ბმის მდებარეობით მოლეკულაში. ამიტომ, ცხადია, იზომერთა რიცხვი აქ უფრო მეტია, ვიდრე შესაბამის ალკანებში. პირველი ორი წევრი შეიძლება იყოს მხოლოდ თითო იზომერის სახით:



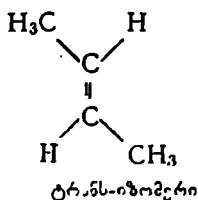
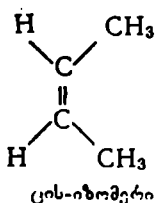
ეთილენი



პროპილენი

იზომერია იწყება მესამე წევრიდან — ბუტილენიდან. გარდა აღ-

ნიშნული იზომერიისა, ოლეფინებში ვხვდებით გეომეტრიულ ანუ ცის-ტრანს-იზომერიას:



ცის-იზომერის შემთხვევაში ერთნაირი ატომები ან ატომთა ფრაგმენტები ორმაგი ბმის წარმომქმნელ ნახშირბადატომებთან დგანან ერთ მხარეზე, ხოლო ტრანს-იზომერის შემთხვევაში სხვადასხვა მხარეზე. (ცის — ერთ მხარეზე, ხოლო ტრანს — სხვა მხარეზე ყოფნას ნიშნავს).

ცის-ტრანს-იზომერია განპირობებულია იმით, რომ იმ ნახშირბადატომების მიმართ, სადაც ორმაგი ბმაა, ატომებისა და ატომთა ფრაგმენტების თავისუფალი ბრუნვა შეზღუდულია და ერთი ფორმიდან მეორე ფორმაში გადასვლა მოითხოვს საკმაოდ დიდ ენერჯიას.

ზოგიერთი ალკენის სტრუქტურულ იზომერთა რაოდენობა მოცემულია მე-16 ცხრილში.

ცხრილი 16

ნახშირბადის ატომთა რაოდენობა	იზომერთა რაოდენობა	ნახშირბადის ატომთა რაოდენობა	იზომერთა რაოდენობა
2	1	6	13
3	1	7	27
4	3	8	66
5	5	9	154

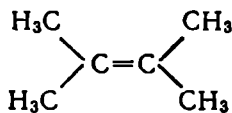
ნომენკლატურა. ტრივიალური ნომენკლატურის შემთხვევაში ალკანების სახელწოდების სუფიქსი — ან-ი უნდა შევცვალოთ სუფიქსით — ელენ-ი:

ეთილენი  $C_2H_4$ , პროპილენი  $C_3H_6$ , ბუტილენი  $C_4H_8$ , ამილენი  $C_5H_{10}$ , ჰექსილენი  $C_6H_{12}$  და ა. შ.

რაციონალური ნომენკლატურით ოლეფინების სახელწოდება გამოყავთ პირველი წევრის სახელწოდებიდან. ამისათვის იმ ნახშირბადატომებს, რომლებთანაც არის ორმაგი ბმა, პირობითად წარმოვიდგინოთ ეთილენის ნახშირბადატომებად, ხოლო ნაერთს ვაძლევთ სახელწოდებას იმ ალკილთა მიხედვით, რომლებითაც ეთილენში ჩანაცვლებულია წყალბადატომები, მაგალითად:



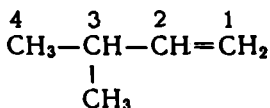
მეთილეთილენი



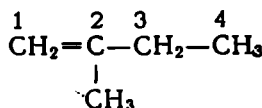
ტეტრაამეთილეთილენი

სისტემატური ნომენკლატურით ალკენის მოლეკულის ყველაზე გრძელ ჯაჭვში მყოფი ნახშირბადატომები უნდა დაინომროს იმ მხრიდან, საიდანაც უფრო ახლოა ორმაგი ბმა. უნდა ვუჩვენოთ ჩანაცვლებული, მისი ადგილმდებარეობა და იმ ნახშირბადატომების ნომერი, საიდანაც იწყება ორმაგი ბმა. ამასთანავე, შესაბამისი ნორმალურჯაჭვიანი ნაჭერი ნახშირწყალბადის სახელწოდების სუფიქსი ან-ი შეეცვლილია სუფიქსით ენ-ი.

მაგალითად:



3-მეთილბუტენ-1



2-მეთილბუტენ-1

მე-17 ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი ალკენის სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურით.

ცხრილი 17

ზოგიერთი ალკენის სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურით

ფორმულა	ტრივიალური	რაციონალური	კენევის	IUPAC-ის
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	ეთილენი პროპილენი	ეთილენი მეთილეთილენი	ეთენი პროპენი	ეთენი პროპენი
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	ა-ბუტილენი	ეთილეთილენი	ბუტენ-1	1-ბუტენი
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	ფსევდობუტილენი (ცის-ტრანს) იზობუტილენი	სიმეტრული დიმეთილეთილენი	ბუტენ-2	2-ბუტენი
$\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$   $\text{CH}_3$	ა-ამილენი	1,1-დიმეთილეთილენი	2-მეთილპროპენი	2-მეთილპროპენი
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	ა-ამილენი	ნ-პროპილეთილენი	პენტენ-1	1-პენტენი
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	ბ-ამილენი	მეთილეთილეთილენი	პენტენ-2	2-პენტენი
$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$   $\text{CH}_3$	ა-იზოამილენი	იზოპროპილეთილენი	3-მეთილბუტენ-1	3-მეთილ-1-ბუტენი
$\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$   $\text{CH}_3$	ბ-იზოამილენი	ტრიმეთილეთილენი	2-მეთილბუტენ-2	2-მეთილ-2-ბუტენი



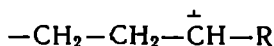
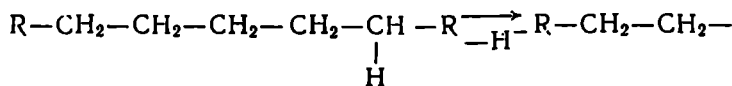
უნაჭერ ნახშირწყალბადთა ფრაგმენტების სახელწოდებანი გამო-  
ყავთ ამ რიგის ნახშირწყალბადთა სახელწოდების ძირზე სუფიქს-  
-ენილ-ის დამატებით;  $\text{CH}_2=\text{CH}$  — ეთენილი,  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}$  —  
პროპენილი,  $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$  იზოპროპენილი და ა. შ. ეთენილსა და

პროპენილს, შესაბამისად ჰქვია ვინილი და ალილი, რაც დამკვიდრე-  
ბულია ქიმიურ კლიტერატურაში.

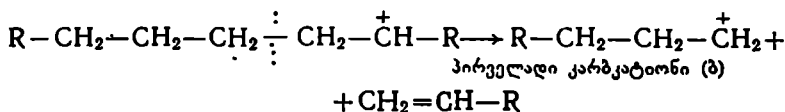
მიღების საშუალებანი. 1. ზოგიერთი საბადოს ნავთობი (კანადა  
და სხვა) მეტ-ნაკლები რაოდენობით შეიცავს ოლეფინებს და მათ გა-  
მოყოფენ ასეთი ნავთობის სპეციალური დამუშავებით:

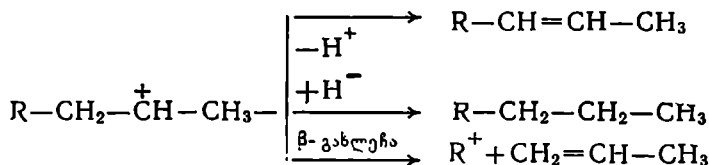
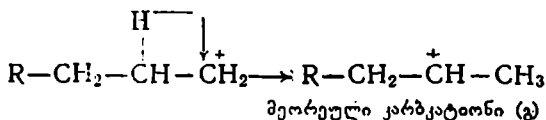
2. ნავთობის კრეკინგის გაზებში საკმაო დიდი ოდენობით გვხვდე-  
ბა ოლეფინების ჰომოლოგიური რიგის პირველი ოთხი წევრი. ეთი-  
ლენსა და პროპილენს შეიცავს ქვანახშირის კოქსის დროს გამოყო-  
ფილი გაზები. ამ გაზების დამუშავებით გამოყოფენ აღნიშნულ ოლე-  
ფინებს, რომლებიც ქიმიური მრეწველობისათვის წარმოდგენენ ძვირ-  
ფას ნედლეულს.

3. ოლეფინები წარმოიქმნებიან ალკანების კატალიზური კრეკინ-  
გით, რომელსაც ახორციელებენ  $450-500^\circ\text{C}$  ალუმინსილიკატების თა-  
ნაობით. ეს პროცესი მიმდინარეობს კრეკინგის დროს წარმოქმნილი  
შუალედური სისტემების — კარბკატიონების წარმოქმნის გზით; უპირ-  
ველესად ალკანს წყდება ჰიდრიდ-იონი ( $\text{H}^-$ ) და წარმოიქმნება მე-  
ორეული კარბკატიონი (ა), რომელიც ჰეტეროლიტური (ბ) გახლეჩით  
გადადის პირველად კარბკატიონსა (ბ) და ალკენში. კარბკატიონი (ბ)  
გარდაიქმნება უფრო სტაბილურ მეორეულ კარბკატიონად (გ). უკა-  
ნასკნელი პროტონის ( $\text{H}^+$ ) მოწყვეტით წარმოქმნის ოლეფინს, ჰიდ-  
რიდ-იონის მიერთებით — ალკანს (რომელიც უფრო ნაკლები ოდენო-  
ბით შეიცავს ნახშირბადატომებს, საწყის ალკანთან შედარებით, ხო-  
ლო β გახლეჩით — ახალ კარბკატიონსა და ალკენს:



მეორეული კარბკატიონი (ა)

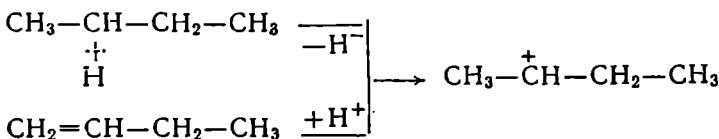




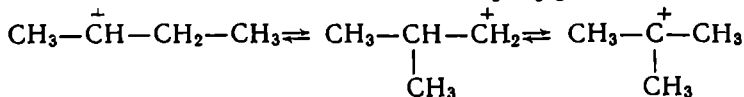
წარმოქმნილი ალკანი აღწერილი პროცესის მიხედვით გარდაიქმნება ალკენად და ასე გრძელდება იონური მექანიზმით მიმდინარე ალკანების კატალიზური კრეკინგი.

პირველადი კარბკატიონის მეორეულში გადასვლასთან ერთად ადგილი აქვს კიდევ უფრო სტაბილურ, მესამეულ კარბკატიონში გადასვლას, რასაც თან სდევს ნორმალურჯაჭვიანი ალკანებისა და ალკენების იზომერული გარდაქმნა განტოტვილჯაჭვიან ალკანებად და ალკენებად. ეს პროცესი მიმდინარეობს ისეთი კატალიზატორების თანაობით, როგორცაა ქლორწყალბადმჟავა, ბრომწყალბადმჟავა და ლუისის ზოგიერთი მჟავა ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{BF}_3$  და სხვა).

რეაქციის დასაწყისში ალკანებიდან ჰიდრიდ-იონის მოწყვეტით, ხოლო ალკენებთან პროტონის შეერთებით, წარმოიქმნება ნორმალურჯაჭვიანი მეორეული კარბკატიონი (ა), რომელიც განიცდის იზომერიზაციას და მიიღება განტოტვილჯაჭვიანი პირველადი კარბკატიონი (ბ). უკანასკნელიდან მოლეკულაში წყალბადატომის გადაადგილებით წარმოიქმნება განტოტვილჯაჭვიანი მესამეული კარბკატიონი (გ), რომელიც ნაჯერი ნახშირწყალბადიდან მოწყვეტილი წყალბადატომის შეერთებით გარდაიქმნება განტოტვილჯაჭვიან ალკანად. უკანასკნელის მოლეკულაში წყალბადატომის მოწყვეტით წარმოიქმნება იზომერული განტოტვილჯაჭვიანი ალკენი:

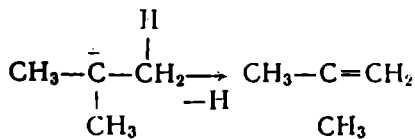
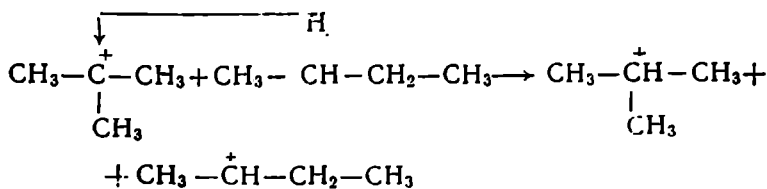


კარბკატიონი (ა)



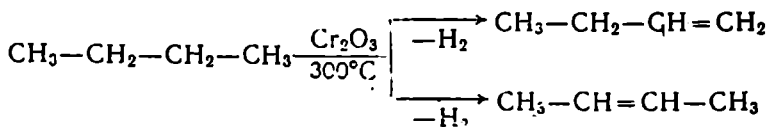
კარბკატიონი (ბ)

მესამეული კარბკატიონი (გ)

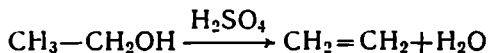


მეთილპროპენი

4. ოლეფინები ქიმიური გარდაქმნებით იძლევიან სახალხო მეურნეობისათვის მეტად საჭირო მასალებს. ამიტომ საჭირო და აუცილებელი გახდა მათი მიღების ახალი დამატებითი გზების გამონახვა. ამჟამად გარდა აღნიშნულისა, ოლეფინებს დიდი ოდენობით ლებულობენ ალკანების მაღალ ტემპერატურაზე დეჰიდროგენაციით (წყალბადის ჩამოშორება) კატალიზატორ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  თანაობით:

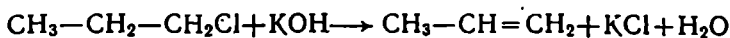


5. ალკენებს აგრეთვე ლებულობენ სპირტების დეჰიდრატაციით, დეჰიდრატაციას ახორციელებენ ისეთი კატალიზატორების მეშვეობით, როგორც არის გოგირდმყავა,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  და სხვა წყალწანრთმევი ნივთიერებები:



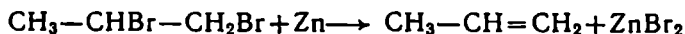
სხვადასხვა სპირტის დეჰიდრატაციის თავისებურებანი და რეაქციის მექანიზმი განხილულია სპირტების ქიმიურ თავისებებთან.

6. ჰალოგენალკილებზე კალიუმის ან ნატრიუმის ტუტის სპირტიანი ხსნარის (ან ნატრიუმის ალკოჰოლატის) მოქმედებით ადგილი აქვს დეჰიდროჰალოგენირებას (წყალბადისა და ჰალოგენის ჩამოცილება) და წარმოიქმნება ალკენები:

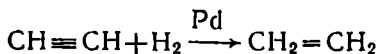


7. ვიცინალური დიჰალოგენნაერთების (ისეთი დიჰალოგენნაერთებია, როცა ჰალოგენატომები ცალ-ცალკე დგანან მეზობელ ნახშირ-

ბადატომებთან), სპირტსნარებისა და თუთიის მტკრის ურთიერთმოქმედებით მიიღება ალკენები:



8. ოლეფინების მიღებას ზოგ შემთხვევაში ატარებენ სამმაგბმიანი ნახშირწყალბადების სელექციური (ნაწილობრივ) ჰიდრირებით კატალიზატორის (Pd ან Pt, ან Ni და სხვა) თანაობით;



ფიზიკური თვისებები. ჰომოლოგიური რიგის პირველი სამი წევრი გაზია, C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>-დან C<sub>16</sub>H<sub>32</sub> (ჩათვლით) სითხეებია. შემდეგი წევრები წარმოადგენენ მყარ ნივთიერებებს. ოლეფინები წყალში უმნიშვნელო რაოდენობით იხსნებიან, მაგრამ უფრო მეტად, ვიდრე ალკანები. სიმკვრივე 1-ზე ნაკლები აქვთ, მაგრამ უფრო მეტი, ვიდრე ალკანებს. სხივტევვის მაჩვენებელიც უფრო მეტი აქვთ ალკანებთან შედარებით.

ინფრაწითელი სპექტრი ალკანების სპექტრისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება, რითაც მტკიცდება ოლეფინებში ორმაგი ბმის არსებობა. მაგალითად, 1-ბუტენის ინფრაწითელ სპექტრში შთანთქმის ზოლი იმყოფება 1650 სმ<sup>-1</sup> უბანში, რაც დამახასიათებელია ორმაგი ბმის ვალენტური რხევისათვის.

ზოგიერთი ალკენის ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-18 ცხრილში.

ცხრილი 18

ზოგიერთი ალკენის ფიზიკური თვისებები

სახელწოდება	ფორმულა	დ.ტ. ლ.ტ.	დ.ტ. ლ.ტ.	სიმკვრივე 20 °C-ზე	სხივტევვის მაჩვენებელი n <sub>D</sub> <sup>20</sup>
1	2	3	4	5	6
ეთილენი	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub>	-103,8	-169,2	0,570 <sup>ა</sup>	1,363 <sup>ბ</sup>
პროპილენი	CH <sub>3</sub> -CH=CH <sub>2</sub>	-47,7	-185,2	0,610 <sup>ა</sup>	1,3623 <sup>ა</sup>
1-ბუტენი	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH=CH <sub>2</sub>	-6,3	-185,3	0,630 <sup>ბ</sup>	1,3777 <sup>ბ</sup>
ცის-2-ბუტენი	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \diagdown \qquad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \qquad \diagdown \\ \text{H} \qquad \qquad \qquad \text{H} \end{array}$	+3,5	-138,9	0,644 <sup>ბ</sup>	1,3932 <sup>დ</sup>
ტრანს-2-ბუტენი	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{H} \\ \diagdown \qquad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \qquad \diagdown \\ \text{H} \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	+0,9	-105,9	0,660 <sup>ბ</sup>	1,3842 <sup>დ</sup>

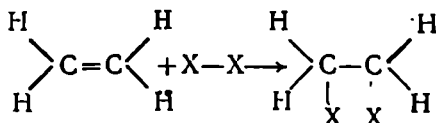
1	2	3	4	5	6
იზობუტენი	$\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$   $\text{CH}_3$	-6,9	-140,8	0,63:ბ	1,3796 <sup>ღ</sup>
1-პენტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	+30,1	-165,2	0,641	1,3715
ცის-2-პენტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	37,0	-151,4	0,656	1,3822
ტრანს-2-პენტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	36,4	-140,2	0,649	1,37,93
2-მეთილ-1-ბუტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}_2$	31,2	-137,6	0,650	1,3777
3-მეთილ-1-ბუტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$	20,1	-168,5	0,637	1,3640
2-მეთილ-2-ბუტენი	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_3$	38,6	-133,6	0,662	1,3869
1-ჰექსენი	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	63,5	-139,8	0,673	1,3877
1-ჰეპტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	93,6	-119,0	0,697	1,3998
1-ოქტენი	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	121,3	-101,7	0,716	1,4090

ა — დუღილის ტემპერატურის დროს;  
ბ — 100°C;

გ — 10°C;  
ღ — 25°C;

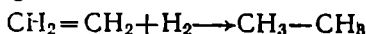
ქიმიური თვისებები. ალკენების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია ორმაგი ბმით ( $\text{SP}^2$ -ჰიბრიდიზაცია).  $\pi$ -ბმა ხასიათდება პოლარიზებადობით. ეს იმაში გამოიხატება, რომ რეაქციის მომენტში მოქმედი რეაგენტის გავლენით მოლეკულაში ხდება ელექტრონული ღრუბლის გადანაწილება.

შეერთების რეაქციები. შეერთების რეაქციებს აღნიშნავენ A ასოთი, გამომდინარე ლათინური სიტყვიდან Agglomerare — შეერთება. შეერთების დროს წყდება  $\pi$ -ბმა და ამ ელექტრონების ხარჯზე ხდება ორი ერთვალენტოვანი ატომის ან ატომთა ჯგუფის შეერთება და წარმოიქმნება ნაჯერი ნაერთი. რადგან შეერთება ხდება ალკენების  $\pi$ -ელექტრონების ხარჯზე, ამიტომ შეერთების რეაქციები ელექტროფილური (ელექტრონის მოყვარული) ხასიათისაა და ზოგადად აღინიშნება AE-ით:



ოლეფინები რეაქციებში შედიან წყალბადთან, ჰალოგენებთან, ჰალოგენწყალბადთან, წყალთან და სხვა.

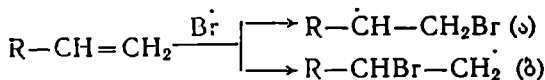
1. ჰიდრირება. ალკენები იერთებენ წყალბადს კატალიზატორების (Pd, Pt, Ni და სხვ.) თანაობით:



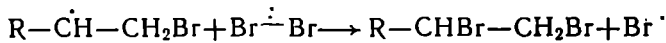
**ჰალოგენირება.** ქლორი და ბრომი ადვილად შედიან რეაქციაში ოლეფინებთან და გუბლევენ ვიცინალურ დიჰალოგენნაერთებს. ფტორის მოქმედება იწვევს ოლეფინის აალებას, ხოლო იოდი მოქმედებს ნელა და ისიც მზის სინათლეზე. ჰალოგენირება უფრო ადვილად ხდება იმ ოლეფინებისა, რომლებიც მეტ ჩანაცვლებულებს შეიცავენ ორმაგბიან ნახშირბადატომებთან. ეს იმიტომ, რომ ჩანაცვლებულები იწვევენ ორმაგი ბმის პოლარიზაციას.

ალკენების ჰალოგენირება შეიძლება განხორციელდეს, როგორც რადიკალური, ასევე იონური მექანიზმით.

ა) რ ა დ ი კ ა ლ უ რ ი მ ე ქ ა ნ ი ზ მ ი. სინათლის გავლენით ჰალოგენის მოლეკულა გარდაიქმნება ალგზნებულ ატომად —  $Br_2 \xrightarrow{h\nu} 2\dot{Br}$ . ჰალოგენის ატომი უერთდება ოლეფინის  $\pi$ -ბმის ხარჯზე და წარმოიქმნება ორი სხვადასხვა რადიკალი.

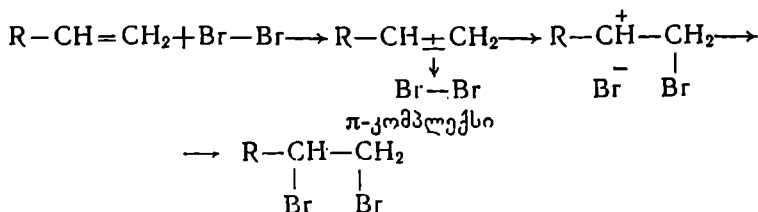


როგორც ექსპერიმენტით ირკვევა, უფრო ადვილად წარმოიქმნება და უფრო სტაბილურია რადიკალი (ა), მასთან შედის რეაქციაში ბრომის მოლეკულა და წარმოიქმნება ვიცინალური დიბრომნაერთი:



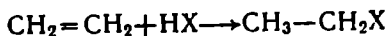
ამასთან, გარკვეულ წილად რადიკალი (ბ) მოგვცემს შესაბამის დიჰალოგენნაერთს.

ბ) ი ო ნ უ რ ი მ ე ქ ა ნ ი ზ მ ი. იონური მექანიზმის დროს რეაქცია იწყება ჰალოგენის  $\pi$ -ბმაზე ელექტროფილური დაჯახებითა და  $\pi$ -კომპლექსის წარმოქმნით. უკანასკნელს გამოეთიშება ჰალოგენის უარყოფითი იონი. წარმოიქმნება კარბკატიონი, რომელიც ჰალოგენანიონთან მოგვცემს 1,2-დიჰალოგენნაერთს:

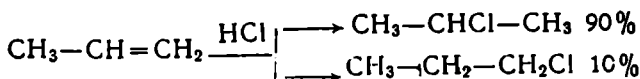


უნაჭერ ნახშირწყალბადებზე ბრომის მოქმედება არის ერთ-ერთი ფერადი თვისებითი რეაქცია მათ უნაჭერობაზე (ამ დროს ადგილი აქვს ბრომის გაუფერულებას).

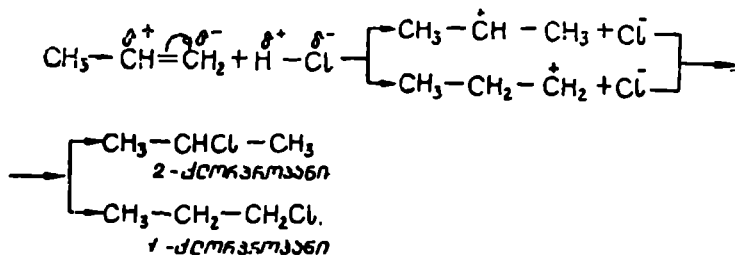
3. **ჰიდროჰალოგენირება.** ოლეფინებზე მოქმედებენ ჰალოგენ-წყალბადები და წარმოიქმნებიან ჰალოგენალკილები:



არასიმეტრული აგებულების ოლეფინთან ჰალოგენწყალბადის შეერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით. წყალბადი ძირითადად უერთდება იმ C ატომს, რომელთანაც მეტი ოდენობით იმყოფება წყალბადი, ხოლო ქლორი უერთდება იმ C ატომს, რომელთანაც წყალბადი ნაკლები რაოდენობითაა. პროპილენის მაგალითზე ეს შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

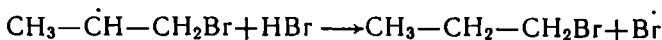
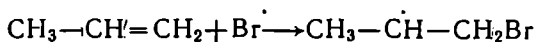
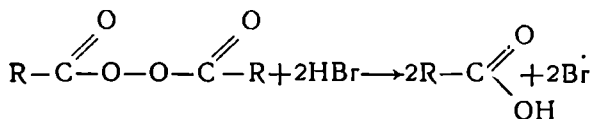


წყალბადისა და ქლორის (საერთოდ პოლარული - მოლეკულის) არასიმეტრიული ოლეფინის მოლეკულასთან ასეთნაირი შეერთება ხდება იმის გამო, რომ ალკილებს, ახასიათებს რა დადებითი ინდუქციური ეფექტი, ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს განიზიდავენ ორმაგი ბმისაკენ. ორმაგი ბმიდან ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე გადაიწევს კიდურა ნახშირბადისაკენ და წარმოიქმნება მეორეული და პირველადი კარბკატიონი. თერმოდინამიკურად მეორეული კარბკატიონი უფრო სტაბილურია, ვიდრე პირველადი კარბკატიონი, ამიტომ მოცემულ შემთხვევაში უფრო მეტი ოდენობით მიიღება 2-ქლორპროპანი, ვიდრე 1-ქლორპროპანი:



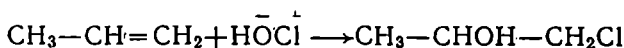
მარკოვნიკოვის წესის მიხედვით რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ შეერთების იონური მექანიზმის დროს. ე. ი. როცა ადგილი აქვს მორეაგირე ნივთიერებათა მოლეკულების ჰეტეროლიტურ გახლეჩას, ხოლო რეაქციის რადიკალური მექანიზმის დროს, როცა ადგილი აქვს

მოლეკულათა ჰომოლიტურ გახლეჩას. არასიმეტრულ ოლეფინთან ბრომწყალბადის შეერთება პეროქსიდების თანაობით ხდება მარკოვნიკოვის წესის საპირისპირო მიმართულებით (კარაშის ეფექტი). ეს აიხსნება იმით, რომ ზეუქანგი ბრომწყალბადიდან გამოანთავისუფლებს ატომურ ბრომს. იგი შეუერთდება კიდურა ნახშირბადს და წარმოქმნის სტაბილურ რადიკალს, რომელიც შემდეგ მოქმედებს ბრომწყალბადზე და მიიღება შესაბამისი ალკილბრომიდი:

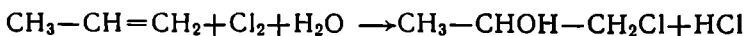


1-ბრომპროპანი

4. ჰიპოჰალოგენირება. ჰიპოჰალოგენმჟავებისა და ოლეფინების ურთიერთქმედება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად იმ შემთხვევაში, თუ ვიგულისხმებთ, რომ მოლეკულის დადებით ნაწილს წარმოადგენს ჰალოგენი:

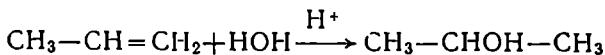


ასეთივე შედეგი მიიღება მაშინაც, თუ ჰიპოჰალოგენმჟავას ნაცვლად ოლეფინზე ვიმოქმედებთ ქლორითა და წყლით,

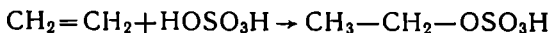


მიღებულ ჰალოგენჰიდრიდებს დიდი გამოყენება აქვთ ორგანულ სინთეზში.

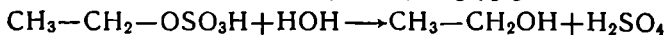
5. ჰიდრატაცია. ოლეფინები კატალიზატორების (გოგირდმჟავა, თუთიის ქლორიდი და სხვა) თანაობით იერთებენ წყალს (რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად) და წარმოიქმნება სპირტები:



ოლეფინების პირველი წევრი ჰიდრატაციით იძლევა ეთილის სპირტს:



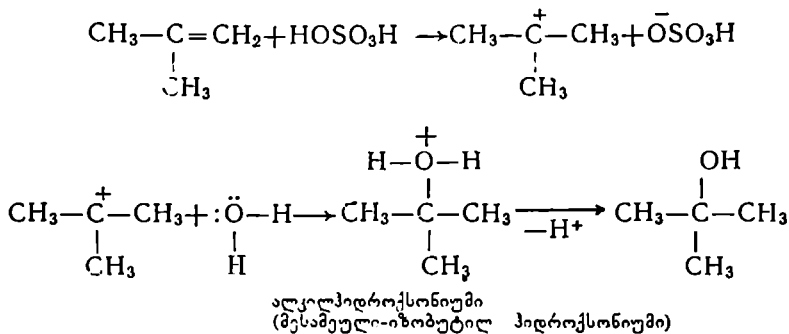
გოგირდმჟავაეტილმჟავე ეთერი  
(ეთილჰიდროსულფატი)





რაც უფრო მეტი ჩანაცვლებული მდებარეობს ორმაგბმიან ნახშირბადატომებთან, მით უფრო მეტად პოლარიზებულია ორმაგი ბმა და ასეთი ოლეფინები ადვილად შთაინთქმებიან გოგირდმჟავით. ამიტომაც, რომ ეთილენი შთაინთქმება 96—98%-იანი, პროპელენი 75—80%-იანი, და იზობუტილენი 34—50%-იანი გოგირდმჟავათი.

ოლეფინების გოგირდმჟავური ჰიდრატაციის დროს სპირტის წარმოქმნა შეიძლება მოხდეს ალკილგოგირდმჟავის წარმოქმნის გარეშეც შემდეგი სქემის მიხედვით:

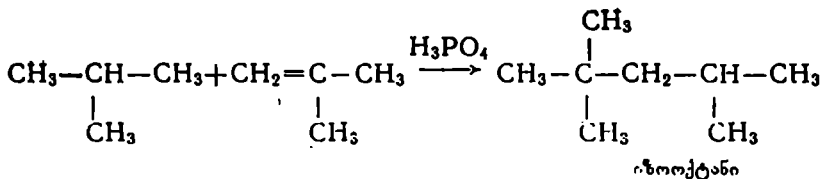


სპირტების გოგირდმჟავური ჰიდრატაციით მიღება დიდ ხარჯთან არის დაკავშირებული. ჯერ ერთი ის, რომ დიდია გოგირდმჟავას დანაკარგი. და მეორე ის, რომ გოგირდმჟავა იწვევს აპარატურის კოროზიასა და გარემოს გაქუჩყიანებას. ამჟამად ეთილენიდან ლენის სპირტის მიღებას აწარმოებენ ფოსფორმჟავათი და სხვა მჟავებისგან დამზადებული კატალიზატორის გამოყენებით გარკვეული ატმოსფერული წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.

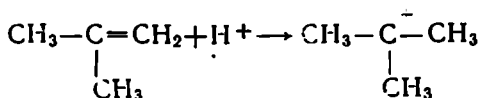
**6. ალკილირება.** რომელიმე ნივთიერების მოლეკულაში ალკილის შეყვანას ალკილირება ეწოდება. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი ალკილი შეგვყავს სხვა ნივთიერების მოლეკულაში, შეიძლება გავარჩიოთ ალკილირების კონკრეტული სახეები: მეთილირება, ეთილირება და სხვა.

ფართო გამოყენება პოვა პარაფინული ნახშირწყალბადების ოლეფინებით ალკილირებამ შიდაწვის ძრავების მაღალი ხარისხის საწვავის სამრეწველო მასშტაბით მიღების საქმეში. ალკილირების რეაქციები მიმდინარეობს ისეთი კატალიზატორების თანაობით, როგორიცაა გოგირდმჟავა, ფოსფორმჟავა კატიონიტი—„Ky — 2“,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{BF}_3$  და სხვა.

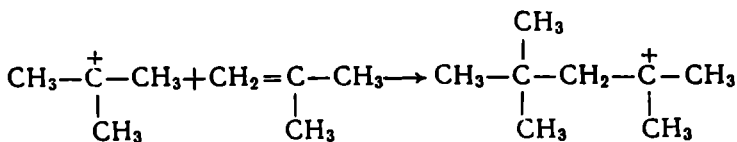
იზობუტანის იზობუტილენით ალკილირება შეიძლება გამოისახოს სქემით:



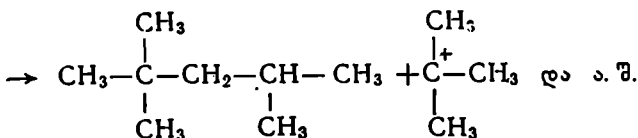
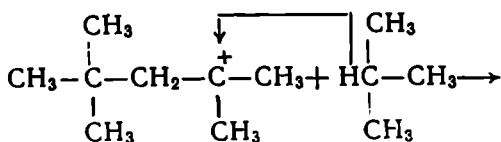
ამ რეაქციის მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად: მკვავს (კატალიზატორი) პროტონი, რომელიც იწვევს რეაქციის ინიცირებას, უერთდება იზობუტენს და წარმოიქმნება მესამეული კარბკატიონი. უკანასკნელი მოქმედებს იზობუტენის შემდეგ მოლეკულაზე და გაჩნდება უფრო რთული მესამეული კარბკატიონი, რომელიც შეიერთებს იზობუტანიდან მოწყვეტილ წყალბადს და მიიღება იზოოქტანი და ახალი მესამეული კარბკატიონი. უკანასკნელი ისევ ჩაერთვება რეაქციაში იზობუტანთან და პეტეროლიტური ჯაჭვური რეაქცია ისევ გრძელდება:



მესამეული კარბკატიონი (სტაბილური)



მესამეული კარბკატიონი

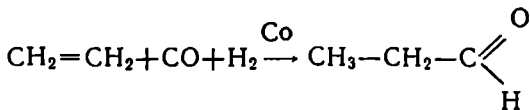


7. ოლეფინებისა და მარილების ურთიერთმოქმედება. ოლეფინები, განსაკუთრებით, დაბალი წევრები შედიან შეერთების რეაქციებში ზოგიერთ მძიმე მეტალის მარილებთან და გვაძლევენ კომპლექსებს.

ეთილენი პლატინისა და სპილენძის მარილებთან შესაბამისად გვაძლევს კომპლექსებს:

$C_2H_4 \cdot PtCl_2 \cdot NH_3$  და  $C_2H_4 \cdot CuCl \cdot nH_2O$ . ამ რიგის კომპლექსები გამოყენებულია ზოგიერთი ოლეფინების ერთმანეთისაგან იზოლირებისათვის.

8. ოქსოსინთეზი. ოლეფინი მაღალი წნევის, ტემპერატურისა და კატალიზატორ კობალტის გავლენით იერთებს ნახშირჟანგსა და წყალბადს და წარმოიქმნება ალდეჰიდი (რეპე):

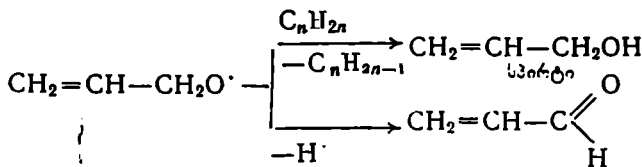
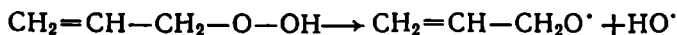
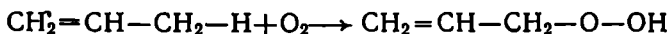


ეს რეაქცია ცნობილია ოქსოსინთეზის სახელწოდებით.

### დაუანგვის რეაქციები

ოლეფინები ჰაერის ჟანგბადის გავლენით ნელა იჟანგებიან და წარმოქმნიან ჰიდროჟენჟანგებს, რომელთა შემდგომი გარდაქმნით მიიღება სპირტები, ალდეჰიდები და სხვა ნაერთები. ამასთან ზოგიერთი ოლეფინის დაუანგვის პროდუქტი იწვევს დაუანგვის რეაქციაში შეუსვლელი ოლეფინის პოლიმერიზაციას და მიიღება პოლიმერი. დაუანგვა მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმის მიხედვით.

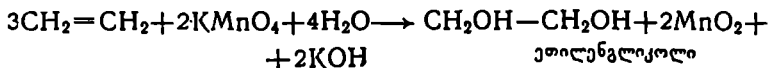
#### ა) ჰაერის ჟანგბადით დაუანგვა



ალდეჰიდი

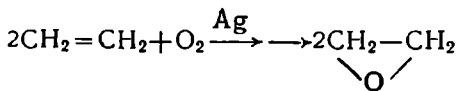
#### ბ) დაუანგვა სხვა დამჟანგავების მოქმედებით

1. კალიუმის პერმანგანატის განზავებული წყალხსნარის ოლეფინებზე მოქმედებით მიიღება ორატომიანი სპირტები:



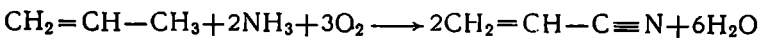
ეს რეაქცია აღმოაჩინა ე. ვაგნერმა და მის პატივსაცემად ამ რეაქციას ეწოდება ვაგნერის პერმანგანატული რეაქცია. ამ დროს ადგილი აქვს პერმანგანატის ხსნარის გაუფერულებას. ამიტომ ვაგნერის რეაქცია არის ფერადი თვისებითი რეაქცია უნაჭერობაზე.

2. ვერცხლის, როგორც კატალიზატორის, თანაობით ოლეფინებს უერთდება ჰაერის უანგბადი და წარმოიქმნება ეპოქსინაერთები (ციკლური მარტივი ეთერები ანუ ორგანული ოქსიდები ანუ ოქსირანები):



ეპოქსინაერთებს დიდი გამოყენება აქვთ ორგანულ სინთეზში.

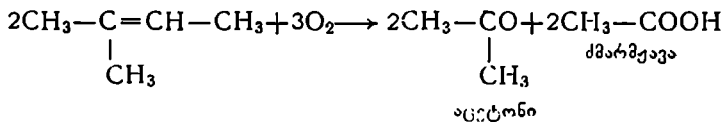
3. პროპილენისა და ამიაკის ნარევის ერთდროული კატალიზური დაჟანგვით მიიღება აკრილონიტრილი (უანგვეთი ამონოლიზი).



აკრილონიტრილი

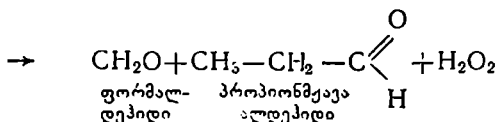
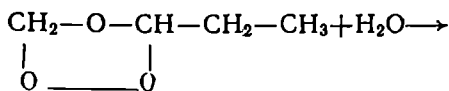
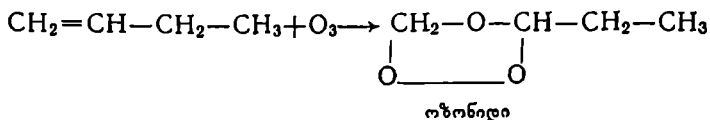
როგორც განხილული მაგალითებიდან ჩანს, ოლეფინთა დაჟანგვის რეაქციების დროს ადგილი არა აქვს ნახშირბადატომებს შორის ბმის გადაწყვეტას.

თუ ოლეფინებზე ვიმოქმედებთ დამჟანგავების (კალიუმის პერმანგანატი, ქრომის მჟავა, აზოტმჟავა და სხვ.) კონცენტრირებული ხსნარით, მაშინ ნახშირბადატომებს შორის არსებული ორმაგი ბმა წყდება და წარმოიქმნება კეტონები და მჟავები:



იმის გამო, რომ ნახშირბადატომებს შორის ბმა წყდება იქ, სადაც ორმაგი ბმაა, წარმოქმნილ ატომთა ფრაგმენტების მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ მოლეკულაში ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობა და, საერთოდ, დასაქანგად აღებული ოლეფინის აგებულება.

**ოზონირება.** ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობისა და მოლეკულის აგებულების დადგენისათვის მიმართავენ ოზონირების რეაქციას (ჰარიესი). ოლეფინებისა და ოზონის ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება არამტკიცე ფეთქებადი ნივთიერებანი — ოზონიდები. ოზონი ოლეფინს უერთდება იქ, სადაც ორმაგი ბმაა. ოზონიდის მოლეკულა წყლის მოქმედებით იხლიჩება (წყდება) იმ ადგილზე, სადაც ორმაგი ბმა იყო და წარმოიქმნება კარბონილის ჯგუფის შემცველი ნაერთები და წყალბადის პეროქსიდი:

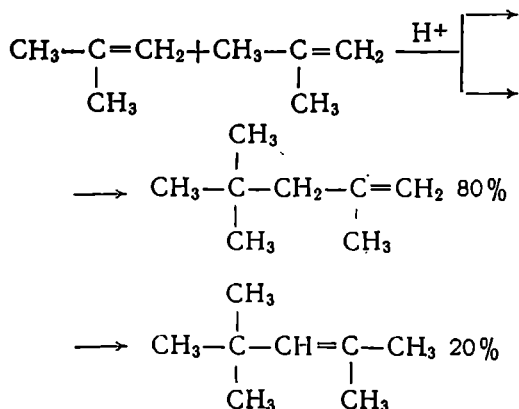


წარმოქმნილი კარბონილის ჯგუფის შემცველი ნაერთების მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ, თუ როგორი აგებულება აქვს სარეაქციოდ აღებულ ოლეფინს.

**პოლიმერიზაცია.** პოლიმერიზაციის ცნების ქვეშ გულისხმობენ ისეთ ქიმიურ რეაქციას, რომლის დროსაც მონომერიდან წარმოიქმნება მაკრომოლეკული-პოლიმერი, რომლის ელემენტური შედგენილობა იგივეა, რაც მონომერის. პოლიმერიზაცია მიეკუთვნება ჯაჭვური ტიპის რეაქციას, რომლის დროსაც არჩევენ ძირითად სტადიებს — ჯაჭვის წარმოქმნა (ინიცირება), ჯაჭვის ზრდა და ჯაჭვის ზრდის შეჩერება.

ოლეფინების პოლიმერიზაციით მიღებულ პოლიმერებს ფართოდ იყენებენ საწარმოო მეურნეობის ყველა დარგში.

პოლიმერიზაციის პროცესი იზობუტილენის მაგალითზე პირველად აღმოაჩინა ა. მ. ბუტლეროვმა. მან იზობუტილენზე გოგირდმჟავის მოქმედებით მიიღო დი- და ტრიმერი:

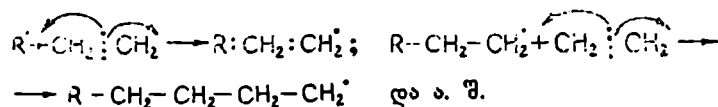


მიღებული დიმერების აღდგენით წარმოიქმნება 2,4,4-ტრიმეთილპენტანი (იზოოქტანი). ამ პროცესს ახორციელებენ საწარმოო მასშტაბით მაღალხარისხოვანი შიდაწვის საწვავის მიღებისათვის. იზობუტილენიდან მიღებული ტრიიზობუტილენი წარმოადგენს ტრიმერთა სხვადასხვა აგებულების ნარევს.

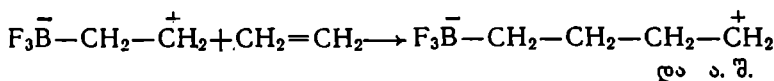
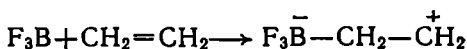
აღქმების პოლიმერიზაციის მექანიზმი ძირითადად ორი ტიპისაა — რადიკალური და იონური (კატალიზური).

**რადიკალური პოლიმერიზაცია.** რადიკალური პოლიმერიზაციის აღძვრა ხდება ინიცირებით. ამ მიზნით იყენებენ პეროქსიდებს, დი-აზოამინონაერთებს, მაღალ ტემპერატურას, დასხივებასა და სხვა.

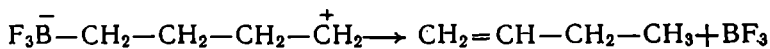
თუ პეროქსიდის რადიკალს აღვნიშნავთ R -ით, მაშინ ეთილენის რადიკალური პოლიმერიზაცია შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



**იონური ანუ კატალიზური პოლიმერიზაცია.** ოლეფინების იონურ პოლიმერიზაციას ახორციელებენ ლუისის მკვავების ( $\text{BF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  და სხვა) მეშვეობით:



პოლიმერიზაციის ყველა სტადიაში შეიძლება ჩამოშორდეს კატალიზატორი და წარმოიქმნება სხვადასხვა მოლეკულური მასის პოლიმერი:



პოლიმერიზაციის პროცესის განხორციელება დიდადაა დამოკიდებული ოლეფინის აგებულებაზე. ასე მაგალითად, თუ ორმაგბმის ნახშირბადატომებთან წყალბადატომები ჩანაცვლებულია ალკილებით ან შედარებით დიდი მოცულობის ატომებით, მაშინ ადგილი აქვს ეკრანირებას ორმაგი ბმის გადაფარვის გამო და ასეთი ოლეფინები პოლიმერიზაციას არ განიცდიან.

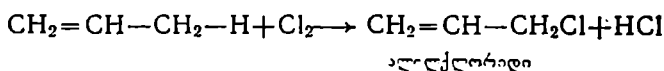
პოლიმერიზაციის პროცესის შეწყვეტა შეიძლება გამოიწვიოს წარმოქმნილი ჯაჭვების თავსა და ბოლოში არსებულმა თავისუფალ

ვალენტოვნებათა ურთიერთგაჭერებამ. ჯაჭვის ზრდის შეწყვეტას იწვევს მინარევებიც, რომლებიც შეიძლება იყოს მონომერებთან ერთად.

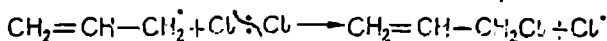
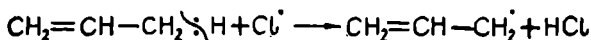
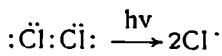
იმისათვის, რომ ჯაჭვის ზრდის პროცესის შეწყვეტა არ მოხდეს სასურველ მომენტამდე ადრე, საჭიროა მონომერი ქიმიურად სუფთა იყოს. შედარებით დაბალმოლეკულური პოლიმერების მიღებისათვის სპეციალურად უმატებენ ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც წყვეტს ჯაჭვის ზრდას. პოლიმერიზაციის ასეთ პროცესს ტელომერიზაცია ეწოდება (ტელოს ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს დასასრულს). ამ პროცესის დროს მიღებულ პოლიმერს ტელომერი ეწოდება, ხოლო ჯაჭვის ზრდის შემწყვეტ ნივთიერებებს — ტელოგენები. ტელოგენებია — ოთხქლორიანი ნახშირბადი, მჟავები, რთული ეთერები, ფენოლები და სხვა.

ამჟამად განსაკუთრებული სამრეწველო ხასიათის მნიშვნელობა აქვს ეთილენისა და პროპილენის პოლიმერიზაციას, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება მაღალმოლეკულური პოლიმერები — პოლიეთილენი და პოლიპროპილენი, მოლეკულური წონით  $10^4$ — $10^5$  და მეტი. მათ ფართოდ იყენებენ სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

ჩანაცვლების რეაქციები —  $S_R$ : მაღალი ტემპერატურის პირობებში ( $450$ — $500^\circ\text{C}$ ) პროპილენისა და ქლორის ურთიერთმოქმედებით რადიკალ მეთილის წყალბადატომი ჩანაცვლება ქლორის ატომით და მიიღება ალილქლორიდი:



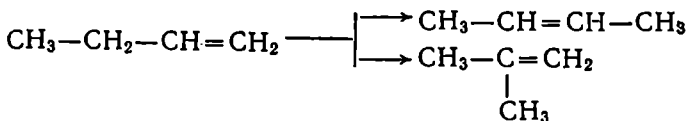
რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალური ჩანაცვლების მექანიზმის მიხედვით:



ალილქლორიდი ფართოდ გამოიყენება ორგანულ სინთეზში.

ნიომერიზაციის რეაქციები. სხვადასხვა კატალიზატორის (მჟავები,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  და სხვა) და აგრეთვე მაღალი ტემპერატურის გავლენით ოლეფინების მოლეკულაში ადგილი აქვს ორმაგი ბმის პერიფერიდან ცენტრისაკენ გადანაცვლებას. ამასთან ერთად ხშირად ად-

გილი აქვს ალკილის გადანაცვლებასაც, რაც იწვევს ნახშირბადოვანი ჩონჩხის იზომერიზაციას:



თ ა ვ ი VII.

**ალკინები (აცეტილენური ნახშირფხალბადები)**

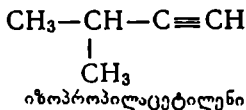
ალკინები ეწოდებათ ისეთ ნახშირწყალბადებს, რომლებიც თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ ერთ სამმაგ ბმას ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ).

ამ რიგის ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულაა  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , პირველი წევრია აცეტილენი  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ . შემდეგი — მეთილაცეტილენი  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$ , დიმეთილაცეტილენი  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$  და ა. შ.

**იზომერია.** ალკინებში იზომერია განპირობებულია ორი გარემოებით, სამმაგი ბმის ადგილმდებარეობითა და ნახშირბადოვანი ჩონჩხის აგებულებით. იმის გამო, რომ აცეტილენური დაჯგუფება ( $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ) ორ ვალენტიათა, იზომერთა რიცხვი ამ რიგის ნახშირწყალბადებისა უფრო ნაკლებია ეთილენის რიგის შესაბამის ნახშირწყალბადებთან შედარებით.

ალკინებში იზომერია იწყება მესამე წევრიდან  $\text{C}_4\text{H}_6$  და მას აქვს ორი იზომერი:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$  და  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$  მეოთხე

წევრს  $\text{C}_5\text{H}_8$  აქვს სამი იზომერი:



ზოგიერთი ალკინის იზომერთა რაოდენობა მოცემულია მე-19 ცხრილში.

ც ხ რ ი 19

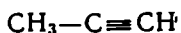
ზოგიერთი ალკინის იზომერთა რაოდენობა

ნახშირბადის ატომთა რაოდენობა	იზომერთა რაოდენობა	ნახშირბადის ატომთა რაოდენობა	იზომერთა რაოდენობა
2	1	5	3
3	1	6	7
4	2	7	14
		8	32



ნომენკლატურა. რაციონალური ნომენკლატურით ალკინების სახელწოდება გამოყავთ პირველი წევრისა და იმ ალკილების სახელწოდებიდან, რომლებითაც აცეტილენში წყალბადატომებია შეცვლილი.

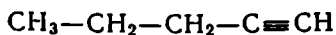
მაგალითად:



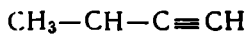
მეთილაცეტილენი



დიმეთილაცეტილენი



პროპილაცეტილენი



იზოპროპილაცეტილენი და ა. შ.

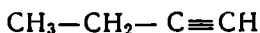
უენეის ნომენკლატურის შემთხვევაში ალკინების სახელწოდება იწარმოება ისე, როგორც ოლენინებისა, ხოლო ალკანების სახელწოდების სუფიქსი — ან-ი უნდა შეეცვალოს სუფიქსით — ინ-ი. გრძელ ჯაჭვზე მყოფი ნახშირბადატომები უნდა დავნომროთ იმ მხრიდან, სადაც უფრო ახლოა სამმაგი ბმა. სამმაგი ბმის ადგილი უნდა უჩვენოთ ციფრით სიტყვის ბოლოს, ხოლო IUPAC-ის მიხედვით სამმაგი ბმის ადგილმდებარეობის მაჩვენებელი ციფრი უნდა დაიწეროს სახელწოდების წინ. მაგალითად:



ეთინი



პროპინი



ბუტინ-1 (უენეით)  
(1-ბუტინი IUPAC-ით)



ბუტინ-2 (უენეით)

2-ბუტინი (IUPAC-ით)

ზოგიერთი ალკინის სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურით მოცემულია მე-20 ცხრილში.

21-ე ცხრილში მოტანილია ისეთი ნახშირწყალბადურაგმენტების (რადიკალები) სახელწოდებები IUPAC-ით და ტრივიალური ნომენკლატურით, რომლებიც ხშირად გვხვდებიან და შეიცავენ მარტივ, ორმაგ და სამმაგ ბმებს.

ზოგიერთი ალკინის სახელწოდება, სხვადასხვა ნომენკლატურით

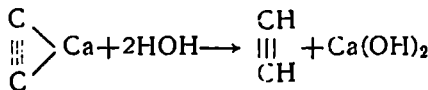
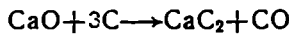
ფორმულა	ტრივიალური	რაციონალური	ვენევის	IUPAC-ის
$  \begin{array}{l}  \text{HC} \equiv \text{CH} \\  \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH} \\  \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3 \\  \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH} \\  \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH} \\  \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\  \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH} \\  \quad \quad \quad   \\  \quad \quad \quad \text{CH}_3  \end{array}  $	<p>აქტილენი ალკენი კროტონილენები ვალურილენები</p>	<p>აქტილენი მეთილაკტილენი დიმეთილაკტილენი ეთილაკტილენი პროპილაკტილენი მეთილმეთილაკტილენი იზოპროპილაკტილენი</p>	<p>ეთინი პროპინი ბუტინ-2 ბუტინ-1 პენტინ-1 პენტინ-2 3-მეთილბუტინ-1</p>	<p>ეთინი პროპინი 2-ბუტინი 1-ბუტინი 1-პენტინი 2-პენტინი 3-მეთილ-1-ბუტინი</p>

ნახშირწყალბადურაგმენტების სახელწოდებები IUPAC-ისა და ტრივიალური ნომენკლატურით

ფრაგმენტი (რადიკალი)	IUPAC-ით	ტრივიალური *
-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	დიმეთილენი	—
-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	ტრიმეთილენი	—
H <sub>2</sub> C=	მეთილილენი	მეთილენი
CH <sub>2</sub> =CH-	ეთენილი	ვინილი
CH <sub>3</sub> -CH=	ეთილენი	—
CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -	2-პროპენილი	ალკილი
CH <sub>2</sub> =C-   CH <sub>3</sub>	მეთილეთენილი	იზოპროპენილი
HC≡	მეთილიდინი	—
HC≡C-	ეთინილი	აცეტილენილი
CH <sub>3</sub> -C≡	ეთილიდინი	—
CH <sub>3</sub> -C≡C-	1-პროპინილი	—
CH <sub>2</sub> =C=	ეთინილიდინი	ვინილიდენი

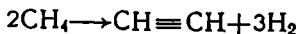
\* ტრივიალური სახელწოდებები SUPAC-ის წესით მიღებულია როგორც სისტემატური სახელწოდებანი.

მიღების საშუალებანი. 1. აცეტილენს სამრეწველო მასშტაბით ლებულობენ კალციუმის კარბიდზე წყლის მოქმედებით, კალციუმის კარბიდს კი ლებულობენ კირისა და კოქსის ელექტროლუმელში 2500°C-მდე გახურებით:



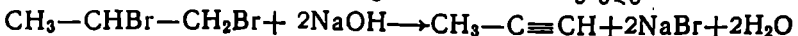
აცეტილენის მიღების კარბიდული მეთოდი განხორციელდა დაახლოებით 120 წლის წინ და მიუხედავად დიდი ენერგეტიკული დანახარჯებისა, დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა. ახლო წარსულში აცეტილენს ძირითადად აღწერილი გზით ლებულობდნენ.

2. აცეტილენს დიდი ოდენობით ლებულობენ მეთანისა და აგრეთვე ნავთობის თხევადი პროდუქტების (ბენზინი, ნავთი) პიროლიზით. მეთანის პიროლიზს ახდენენ 1400°C-მდე გახურებით:

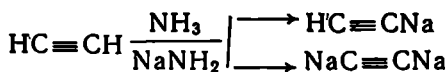


რეაქცია ენდოთერმულია, მაგრამ კარბიდულ მეთოდთან შედარებით უფრო ნაკლები ენერგიაა საჭირო.

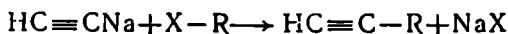
3. აცეტილენი და მისი ჰომოლოგები მიიღებიან დიჰალოგენაერთებზე ნატრიუმის ტუტის სპირტიანი ხსნარის მოქმედებით:



4. აცეტილენის ჰომოლოგებს ღებულობენ აცეტილენიდების ალკილებით. ამისათვის ჯერ აცეტილენზე მოქმედებენ თხევადი ამიაკითა და ნატრიუმამიდით. მიიღება მონო- და დინატრიუმაცეტილენიდი:



ხოლო აცეტილენიდზე ჰალოგენალკილის მოქმედებით წარმოიქმნება აცეტილენის შესაბამისი ჰომოლოგი:



ფიზიკური თვისებები. დუღილისა და ლღობის ტემპერატურის ძირითადი კანონზომიერება უმთავრესად მსგავსია იმ კანონზომიერების, რაც დამახასიათებელია ოლეფინებისათვის. სიმკვრივე და სხივტევვის მაჩვენებელი (რეფრაქცია) ალკინებს უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე ეთილენურ ნახშირწყალბადებს. 22-ე ცხრილში ნაჩვენებია ზოგიერთი ალკინის ფიზიკური თვისებები.

ცხრილი 22

ზოგიერთი ალკინის ფიზიკური თვისებები

სახელწოდება	ფორმულა	დღ. ტ. °C	ღღ. ტ. °C	სიმკვრივე d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	რეფრაქცია n <sub>D</sub> <sup>20</sup>
აცეტილენი	HC≡CH	-83,6	-81,8	0,565 <sup>ა</sup>	—
მეთილაცეტილენი	CH <sub>3</sub> -C≡CH	-23,3	-102,7	0,670 <sup>ა</sup>	1,3747 <sup>ბ</sup>
1-ბუტენინი	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -C≡CH	+8,5	-122,5	0,678 <sup>ბ</sup>	1,3962 <sup>ბ</sup>
2-ბუტენინი	CH <sub>3</sub> -C≡C-CH <sub>3</sub>	27,0	-32,3	0,691	1,3921
1-პენტენინი	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -C≡CH	39,7	-98,0	0,691	1,3852
2-პენტენინი	CH <sub>3</sub> -C≡C-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	56,1	-101,0	0,710	1,4039
3-მეთილ-1-ბუტენინი	CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>2</sub> -C≡CH	28,0	-89,7	0,665	1,3723
1-ჰექსენინი	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -C≡CH	71,4	-132,0	0,716	1,3984
1-ჰეპტენინი	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -C≡CH	99,8	-80,9	0,733	1,4544

ა — დუღილის ტემპერატურის დროს;

ბ — 0°C-ზე.

სამმაგი ბმის ადგილმდებარეობა დუღილის ტემპერატურაზე საკმაოდ დიდ გავლენას ახდენს. მაგალითად, 1-ბუტენინი დუღს +8,5°C და 2-ბუტენინი +27°, სხვაობა 18,5°C-ია.

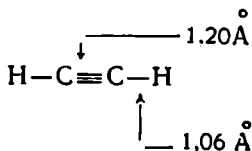
ალკინებს აქვთ დამახასიათებელი ინფრაწითელი სპექტრის ზოლი.

მაგალითად, მონოჩანაცვლებულ ალკინს — ფენილაცეტილენს ( $C_6H_5-C \equiv CH$ ) ახასიათებს ინტენსიური ზოლი  $3300 \text{ სმ}^{-1}$  უბანში, რაც დამახასიათებელია დაჯგუფებაში  $\equiv C-H$  ბმის ვალენტური რხევისათვის.

ქიმიური თვისებები. ქიმიური თვისებების მხრივ ამ რიგის ნაერთებისათვის დამახასიათებელია ის, რომ სამმაგი ბმა შედის მრავალსხვადასხვა ნივთიერებასთან ელექტროფილურ შეერთების რეაქციებში. ამასთან სამმაგბმიან ნახშირბადატომთან მდგომი წყალბადი იჩენს სუსტმეაფურ ბუნებას და ძლიერი ფუძეების მოქმედებით იძლევა აცეტილენიდებს.

აცეტილენური წყალბადების (იგულისხმება ის წყალბადატომები, რომლებიც დაკავშირებული არიან სამმაგბმიან ნახშირბადატომებთან) მეაფური ბუნება გაცილებით უფრო სუსტია, ვიდრე მინერალური მეაფისა, მაგრამ უფრო ძლიერია ალკანურ და ალკენურ წყალბადებთან შედარებით. აცეტილენური წყალბადების მეაფური ბუნება აიხსნება  $C-H$  ბმის შედარებით ძლიერი პოლარიზაციით. ალკენებთან შედარებით ალკინები უფრო ნაკლებ აქტივობას იჩენენ ელექტროფილური შეერთების რეაქციებში, ხოლო უფრო მეტ აქტივობას ამჟღავნებენ ნუკლეოფილურ რეაგენტებთან. საერთოდ, როგორც ოლეფინები, ასევე აცეტილენური ნახშირწყალბადები გაცილებით უფრო ადვილად შედიან რეაქციებში ელექტროფილურ, ვიდრე ნუკლეოფილურ რეაგენტებთან.

აცეტილენური ნახშირწყალბადების აღნიშნული თავისებურება აიხსნება  $SP$ -ჰიბრიდიზაციით. რაც უფრო მეტი წილი მოდის  $S$ -ორბიტალისა ნახშირბადის ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, მით უფრო ახლია ელექტრონი ბირთვთან და ასეთი ელექტრონი უფრო ძნელად ერთვება ელექტროფილურ რეაქციაში. სხვადასხვა ფიზიკური მეთოდით გაირკვა, რომ აცეტილენს აქვს სწორხაზოვანი აგებულება. ამის გამო ნახშირბადის ატომგული უფრო ადვილმისაწვდომია ნუკლეოფილური რეაგენტისათვის:

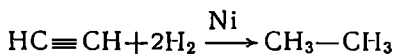


აცეტილენში  $C-H$  ბმა მიეკუთვნება  $\sigma$ -ბმას, რომელიც წარმოქმნილია წყალბადის  $S$ -ორბიტალისა და ნახშირბადის  $SP$ -ორბიტალის ურთიერთგადაფარვით. ერთი  $C-C$  ბმა არის  $\sigma$ -ბმა და იგი წარმოქმნილია ნახშირბადის  $SP$ -ორბიტალების გადაფარვით. ორი  $C-C$  ბმა

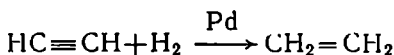
ეკუთვნის  $\pi$ -ბმას, რომელიც წარმოქმნილია წყვილი P-ორბიტალების ურთიერთპერპენდიკულარული გადაფარვით.

აცეტილენური ნახშირწყალბადების მოდელები სწორხაზობრივი კონფიგურაციისაა და ამიტომ შეუძლებელია სამმაგი ბმის დროს ცის-ტრანსიზომერიის მოვლენის არსებობა.

1. ჰიდრირება. ალკინებისა და წყალბადის ურთიერთმოქმედება ხდება ისეთი აქტიური კატალიზატორების გავლენით, როგორცაა Pt, Ni ამ დროს ალკინი ერთბაშად გარდაიქმნება ალკანად:

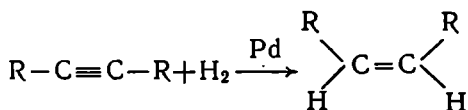


ნაკლებად აქტიური კატალიზატორების, მაგალითად, Pd, რენეს რკინისა და სხვათა თანაობით მიიღება ალკენი:

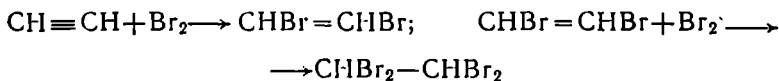


წყალბადის შეერთება ხდება სამმაგ ბმასთან  $\pi$ -ბმის ხარჯზე. რე-აქცია მიმდინარეობს უფრო ნელა, ვიდრე ოლეფინების შემთხვევაში.

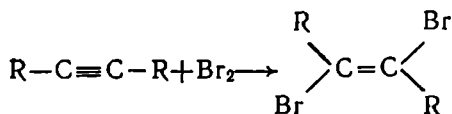
ეთილენისა და აცეტილენის ნარევის ჰიდრირებისას პალადიუმის, როგორც კატალიზატორის, თანაობით პირველად ჰიდრირდება აცეტილენი კატალიზატორზე ადვილად ადსორბირების გამო. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა აცეტილენური ნახშირწყალბადები ალვადგინოთ სელექციურად. საყურადღებოა, რომ ამ დროს წარმოიქმნება ოლეფინის ცის-იზომერი:



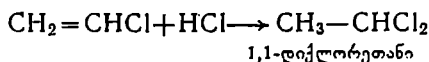
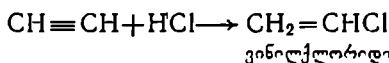
2. ჰალოგენირება. აცეტილენურ ნახშირწყალბადებთან ჰალოგენების შეერთება მიმდინარეობს უფრო ძნელად, ვიდრე ოლეფინებთან. შედარებით უფრო ადვილად ხდება ჰალოგენის ორი ატომის შეერთება. შემდეგი ორი ატომი ჰალოგენის შეერთება მიმდინარეობს ძნელად. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა ადვილად დავაშოროთ ერგმანეთს დი- და ტეტრაჰალოგენნაერთები:



აღნიშნული პროცესის პირველ სტადიაში ადგილი აქვს ტრანს-იზომერის წარმოქმნას:

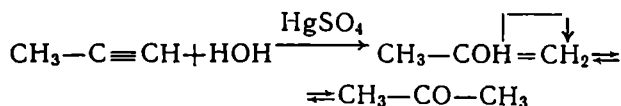
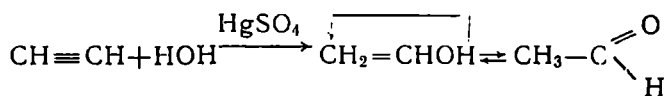


3. ჰიდროჰალოგენირება. ალკინებთან ჰალოგენწყალბადის შეერთება ხდება პირდაპირ და კატალიზატორების ( $CuCl_2$ ,  $HgCl_2$ ) თანაობითაც. ამ შემთხვევაშიც რეაქცია მიმდინარეობს ორ სტადიად. აცეტილენი პირველ სტადიაზე  $HCl$ -თან წარმოქმნის ვინილქლორიდს, ხოლო მეორეზე 1,1-დიქლორეთანს:



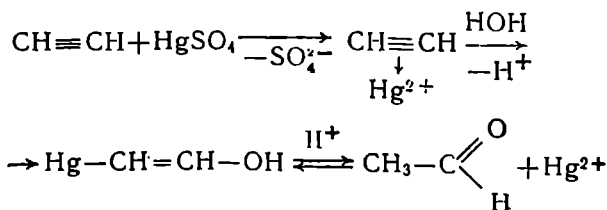
რეაქციის მეორე სტადია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად.

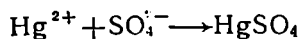
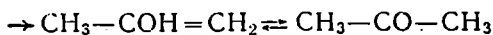
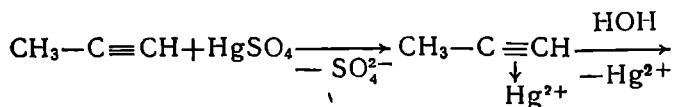
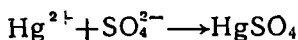
4. ჰიდრატაცია. ვერცხლისწყლის იონის ( $Hg^{2+}$ ) თანაობით ალკინები ადვილად იერთებენ წყალს. პირველი წევრი გარდაიქმნება აცეტალდეჰიდად, ხოლო დანარჩენები წარმოქმნიან კეტონებს (კუჩეროვის რეაქცია):



ამ რეაქციით სამრეწველო მასუბათი დებულობენ აცეტალდეჰიდს, რომლის სათანადო გარდაქმნით აწარმოებენ ეთილის სპირტსა და ძმარმეავს.

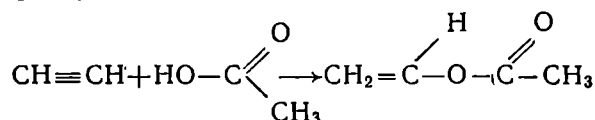
კუჩეროვის რეაქციის მიახლოებითი მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:





წარმოქმნილი ვინილის სპირტების უმდგრადობის მიზეზი განხილული იქნება უნაჭერი სპირტების ქიმიური თვისებების შესწავლისას.

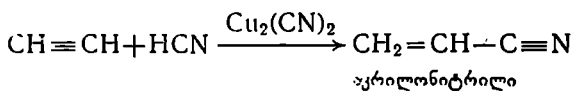
5. კატალიზატორების ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  და სხვა) თანაობით აცეტილენი იერთებს ძმარმეავას და წარმოიქმნება რთული ეთერი-ვინილაცეტატი:



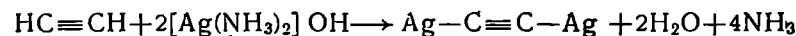
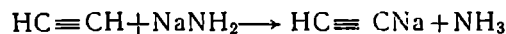
ვინილაცეტატი

ვინილაცეტატი წარმოადგენს ძვირფას მონომერს პოლივინილაცეტატისა და პოლივინილსპირტის მისაღებად.

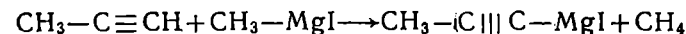
6. სპილენძის მარილების გავლენით აცეტილენი იერთებს ციანწყალბადმეავას და წარმოიქმნება მეტად მნიშვნელოვანი მონომერი აკრილონიტრილი:



7. მეტალირება. როგორც აღვნიშნეთ, ალკინები იჩენენ მკავეურ ბუნებას და სამმაგშიან ნახშირბადატომებთან დაკავშირებული წყალბადატომები ძლიერი ფუძეების მოქმედებით გარდაიქმნებიან აცეტილენიდებად:



ვერცხლისა და სპილენძის აცეტილენიდები ფეთქებადი ნივთიერებებია. აცეტილენიდები მიიღებიან აგრეთვე აცეტილენურ ნახშირწყალბადეზზე მაგნიუმის ორგანული ნაერთების მოქმედებით (ყ. იოციჩი):

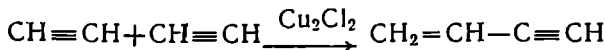




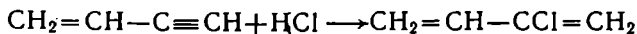
აცეტილენი იდები გამოიყენებიან ორგანულ სინთეზში სპირტების, მჟავებისა და სხვა მნიშვნელოვან ნაერთთა მისაღებად.

8. პოლიმერიზაცია. რეაქციის პირობების მიხედვით აცეტილენური ნახშირწყალბადები განიცდიან პოლიმერიზაციას და წარმოიქმნება სხვადასხვა აციკლური და ციკლური ნაერთები.

ერთვალენტიანი სპილენძის მარილების, როგორც კატალიზატორების, გავლენით აცეტილენი განიცდის დიმერიზაციასა და წარმოიქმნება ვინილაცეტილენი (ნიულენდი):

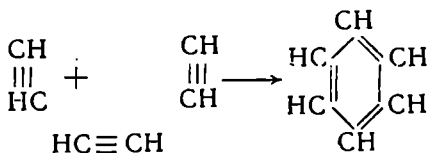


უკანასკნელი იერთებს ქლორწყალბადს და მიიღება ქლოროპრენი:



ქლოროპრენის პოლიმერიზაციით ღებულობენ ქლოროპრენულ კაუჩუკს.

აცეტილენი გავარვარებული მინის მილში გატარებით (ბერტელო) გარდაიქმნება ტრიმერად, რომელიც წარმოადგენს ბენზოლს:



ნ. დ. ზელინსკისა და ბ. ა. კაზანსკის მიერ მოდიფიცირებულ იქნა ეს რეაქცია, რითაც ბენზოლის გამოსავლიანობა დიდად გაიზარდა. სახელდობრ, მათ აცეტილენი გაატარეს 600°C-მდე გახურებულ, გააქტივებულ ხის ნახშირზე და კარგი გამოსავლიანობით მიიღეს ბენზოლი, ნაფტალინი და სხვა არომატული ნახშირწყალბადები.

კერძო წევრებიდან ყველაზე უფრო დიდი სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს აცეტილენს. იგი წარმოადგენს ეთერის სუნის მქონე უფრო გაზს ნარკოტიკული თვისებით. შეკუმშული აცეტილენი ძლიერ ფეთქდება. მას ათავსებენ ფოლადის ბალონებში, რომელშიც მოთავსებულია აცეტონით გაჟღენთილი ასბესტი. ასეთნაირად შენახული აცეტილენი არ ფეთქდება და იგი შეიძლება გამოვიყენოთ სხვადასხვა მიზნით.

უანგბადის გარემოში აცეტილენის წვის (2C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>+5O<sub>2</sub>→4CO<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O) შედეგად ვითარდება მაღალი ტემპერატურა 2700°C, რისთვისაც მას იყენებენ მეტალთა ჭრისა და ავტოგენური შეღებები-

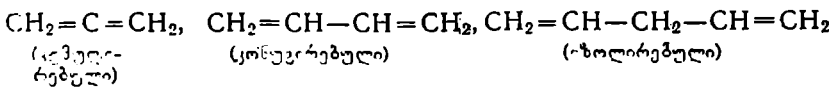
სათვის. გარდა ამისა, იგი სამრეწველო მასშტაბით გამოყენებულია, როგორც ნედლეული მრავალი სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების წარმოებისათვის.

## თ ა 3 0 VIII

### ალკადიენები (დიენური ნახშირწყალბადები)

ალკადიენები მოლეკულაში შეიცავენ ორ ორმაგ ბმას. ზოგადი ფორმულა იგივეა, რაც ალკინებისათვის —  $C_nH_{2n-2}$  იმისათვის, რომ მოლეკულაში მოთავსდეს ორი ორმაგი ბმა, იგი უნდა შეიცავდეს არანაკლებ სამ ნახშირბადატომს. ამიტომ ამ რიგის ნაერთთა პირველი წევრია სამნახშირბადატომშემცველი ნახშირწყალბადი. უენევის ნომენკლატურით ამ ნახშირწყალბადების სახელწოდება გამომდინარეობს პარაფინული ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან. ამ უკანასკნელთა სახელწოდების დაბოლოება — ნ-ი იცვლება — დიენ-ით. მაშასადამე, პირველ წევრს შეიძლება ვუწოდოთ პროპადიენი, მეორეს ბუტადიენი, შემდეგ იქნება პენტადიენი და ა. შ.

იმის მიხედვით, თუ როგორ მიმართებაში იმყოფება ორი ორმაგი ბმა, არჩევენ დიენური ნახშირწყალბადების სამ ტიპს: 1. კომულირებულ, 2. კონუგირებულ და 3. იზოლირებულ ორ ორმაგბმიან ნახშირწყალბადებს. პირველი ტიპის შემთხვევაში ორი ორმაგი ბმა იმყოფება ერთ და იმავე ნახშირბადატომთან, მეორე შემთხვევაში ორი ორმაგი ბმა შეუღლებულია (კონუგირებული) და მესამე შემთხვევაში ზმები იზოლირებული (დაშორებული) არიან ერთმანეთისაგან:



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

23-ე ცხრილში ნაჩვენებია ზოგიერთი ალკადიენის შემოკლებული ფორმულები და მათი სახელწოდებანი სხვადასხვა ნომენკლატურით.

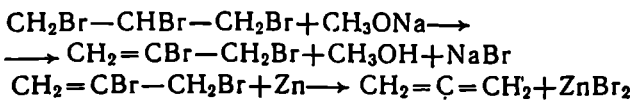
ზოგიერთი ალკადიენის შემოკლებული სტრუქტურული ფორმულები და სახელწოდებანი სხვადასხვა ნომენკლატურით

ფორმულა	ტრივალური	ვენევის	IUPAC
$CH_2=C=CH_2$ $CH_3-CH=C=CH_2$ $CH_2=CH-CH=CH_2$ $CH_3-CH=CH-CH=CH_2$	ალენი მეთილალენი დიენილი პიპერილენი	პროპადიენი ბუტადიენ-1,2 ბუტადიენ-1,3 პენტადიენ-1,3	პროპადიენი 1,2-ბუტადიენი 1,3-ბუტადიენი 1,3-პენტადიენი
$CH_2=C-CH=CH_2$ $\quad  $ $\quad CH_3$	იზოპრენი	2-მეთილ-ბუტადიენ-1,3	2-მეთილ-1,3-ბუტადიენი
$CH_2=C-C=CH_2$ $\quad   \quad  $ $\quad CH_3 \quad CH_3$	დიიზოპროპენილი	2,3-დიმეთილბუტადიენ-1,3	2,3-დიმეთილ-1,3-ბუტადიენი
$CH_2=CH-CH_2-CH=CH_2$	დიენილმეთანი	პენტადიენ-1,4	1,4-პენტადიენი
$CH_2=CH-(CH_2)_2-CH=CH_2$	დიალილი	ჰექსადიენ-1,5	1,5-ჰექსადიენი

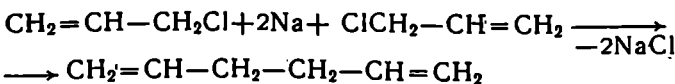
მიღების საშუალებანი. 1. ალკადიენების მიღების ზოგადი საშუალებანი ძირითადად ალკენების მიღების საშუალებების მსგავსია. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ ნაცვლად ერთი ორმაგი ბმისა, საჭიროა ორი ორმაგი ბმის წარმოქმნა, თუ გამოსავალი ნივთიერება არ შეიცავს არც ერთ ორმაგ ბმას.

მაგალითად, პროპადიენი შეიძლება მივიღოთ 1, 2, 3-ტრიბრომპროპანისაგან.

ჯერ მას ჩამოაშორებენ ბრომწყალბადს და შემდეგ ბრომს:

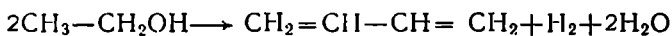


2. დიალილის ტიპის ალკადიენები ადვილად მიიღებიან მეტალური ნატრიუმისა და ჰალოგენალილის ურთიერთმოქმედებით:



3. განსაკუთრებული დიდი მნიშვნელობა აქვს კონუგირებულ ორ ორმაგბმიანი ნახშირწყალბადების — დიენილისა და იზოპრენის სამრეწველო მასშტაბით სინთეზს, როგორც ძვირფას მონომერებს სინთეზური კაუჩუკის მისაღებად. ამ მიმართულებით შემუშავებულია მრავალი მეთოდი, რომლიდანაც განვიხილავთ ზოგიერთ მათგანს:

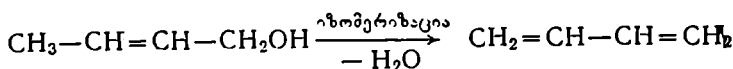
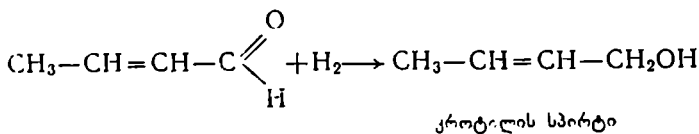
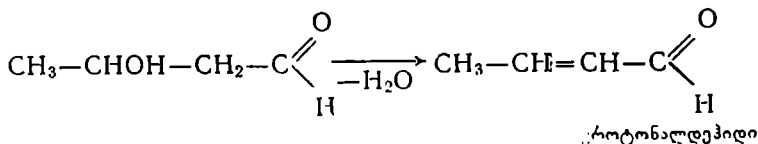
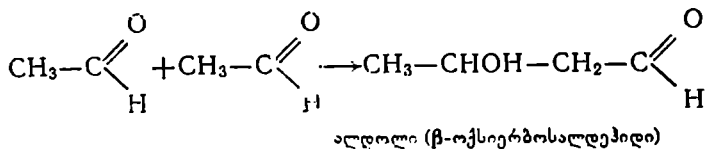
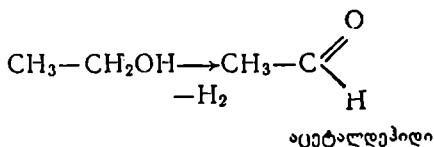
ა) 1,3-ბუტადიენი ს. ვ. ლებედევმა (1932 წ.) მიიღო ეთილის სპირტის სპეციალურად შემუშავებულ, გახურებულ (400 — 500°C) კატალიზატორზე (MgO—ZnO) გატარებით. ამ დროს ადგილი აქვს ეთილის სპირტის ერთდროულ დეჰიდრირებასა და დეჰიდრატაციას და კარგი გამოსავლიანობით (70%) მიიღება დივინილი:



ლებედევს ეს რეაქცია საფუძვლად დაედო სსრკ-ში სინთეზური კაუჩუკის სამრეწველო მასშტაბით მიღებას.

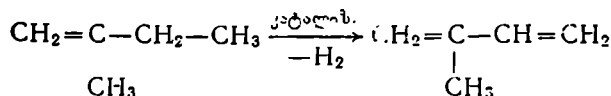
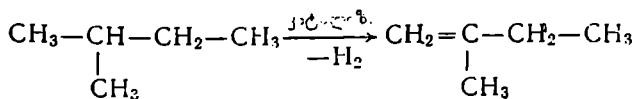
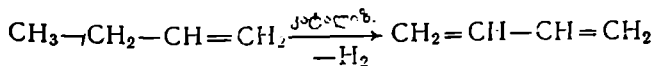
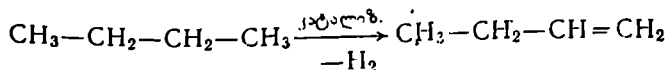
ლებედევს რეაქციის შესაძლო სქემა ასეთია:

კატალიზატორი თავდაპირველად ახდენს სპირტის დეჰიდრირებას და წარმოიქმნება აცეტალდეჰიდი, რომელიც შემდეგ განიცდის ალდოლურ კონდენსაციას და მიიღება ალდოლი (β-ოქსიერბოსალდეჰიდი). უკანასკნელი დეჰიდრატაციით გარდაიქმნება უნაჯერ ალდეჰიდად (კროტონალდეჰიდი), რომელიც ნაწილობრივი ალდგენით გადადის კროტილის სპირტში, იგი განიცდის დეჰიდრატაციისა და ორმაჯი ბმის გადაადგილებას (იზომერიზაცია) და წარმოიქმნება დივინილი:

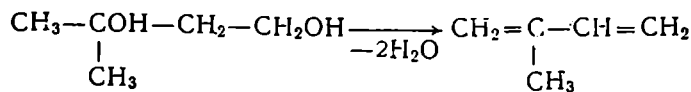
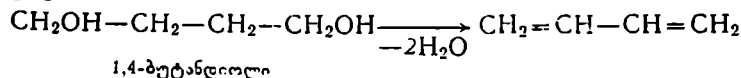


საყურადღებოა, რომ ს. ვ. ლებედევის მიერ შემუშავებული კატალიზატორი იწვევს: დეჰიდრირებას, კონდენსაციას, დეჰიდრატიციას, ჰიდრირებასა და იზომერიზაციას (მოცემულ შემთხვევაში ორმაგი ბმის გადაადგილებას).

ბ). დივინილი და იზოპრენი მიიღება ქრომის ალუმინისა და რკინის ჟანგთა შემცველი კატალიზატორის გავლენით, შესაბამისად, ბუტანისა და იზოპენტანის დეჰიდრირებით:

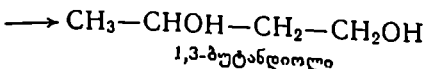
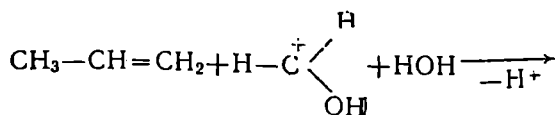
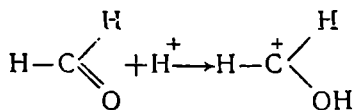


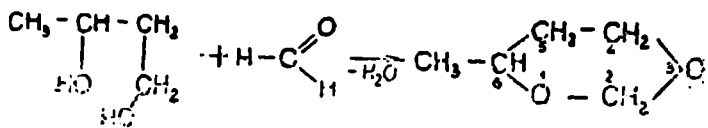
გ). ისინი აგრეთვე მიიღებიან შესაბამისი გლიკოლების დეჰიდრატიციით:



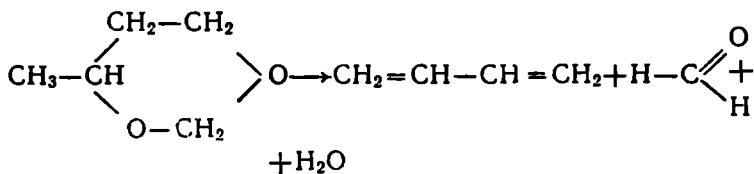
3-მეთილ-1,3-ბუტანდიოლი

დ). დივინილი მიიღება პროპილენის კონდენსაციით ფორმალდეჰიდთან მჟავური ბუნების კატალიზატორების გავლენით (პრინსის რეაქცია):

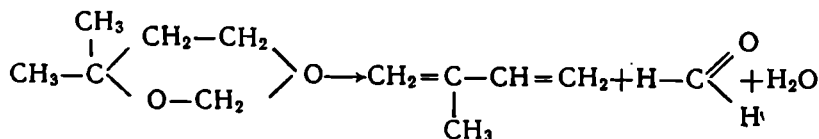
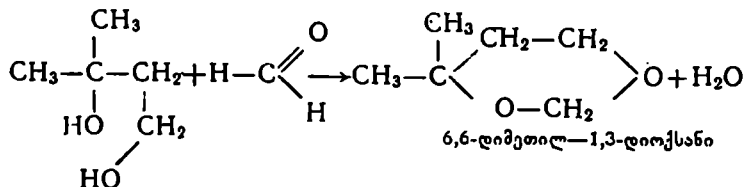
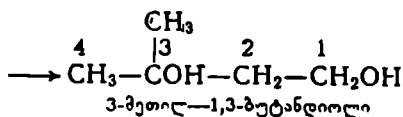
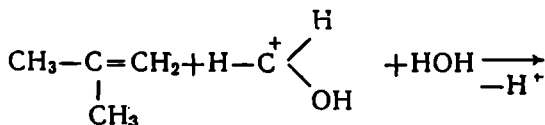
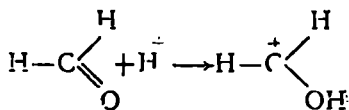




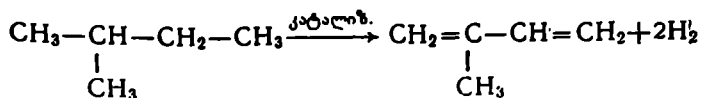
6-მეთილ-1,3-დიოქსანი



ამავე რეაქციით (პრინსის რეაქცია) იზობუტილენის ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციით საკმაო კარგი გამოსაყლიანობითღებულობენ იზობრენს:



ე) ქრომალუმინიან კატალიზატორზე იზოპენტანის ვატარებითა და გაცხელებით წარმოიქმნება იზოპრენი:

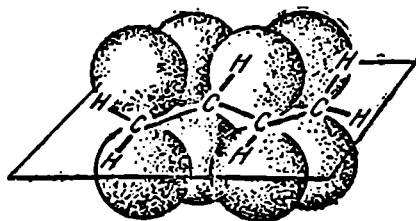


**ფიზიკური თვისებები.** პროპადიენი და ბუტადიენები წარმოადგენენ გაზებს. იზოპრენი კი სითხეა. ის კანონზომიერებანი, რომლებიც ახასიათებთ ნახშირწყალბადთა ჰომოლოგიურ რიგს, ალკადიენებისათვისაც დამახასიათებელია. კონუგირებული ალკადიენებისათვის დამახასიათებელია სხივტევხვის მაღალი მაჩვენებელი. მოლეკულური რეფრაქცია ( $MR_D$ ), რომელსაც საზღვრავენ ფიზიკური მეთოდით, უფრო მეტია, ვიდრე თეორიულად გამოთვლილი. ეს მოვლენა ცნობილია მოლეკულური ეგზალტაციის სახელწოდებით.

ალკადიენები ულტრაიისფერ გამოსხივებას ნთქავენ გაცილებით უფრო გრძელტალღოვან უბანში, ვიდრე ალკენები. მაგალითად, დივინილი ულტრაიისფერ გამოსხივებას ნთქავს 217.000 Å-თან.

**1,3-ბუტადიენის ელექტრონული აგებულება.** 1,3-ბუტადიენის ოთხივე ნახშირბადი იმყოფება  $SP^2$ -ჰიბრიდიზაციის მდგომარეობაში, ამიტომ  $\sigma$ -ბმებისაგან წარმოქმნილი ყველა კუთხე  $120^\circ$ -ის ტოლია. ოთხი  $2p_z$  — $dM$ -გვერდითი გადაფარვა წარმოშობს ოთხ  $\pi$ - $M$ -ს, ამის გამო  $\sigma$ -ბმების ჩონჩხი ღებულობს სიბრტყულ აგებულებას. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ნახშირბადატომების ჩონჩხი იმყოფება ერთ სიბრტყეში, ხოლო შეუღლებული ორი  $\pi$ -ბმა ქმნის საერთო ელექტრონულ ღრუბელს. (სურ. 36).

დივინილში ორი პირველი  $M$  წარმოადგენს დამაკავშირებელს, ხოლო დანარჩენი ორი  $M$  გაფარებულია. ოთხივე  $\pi$ - $M$  განაწილებულია ოთხ ნახშირბადატომთან და დელოკალიზებულია. საერთოდ, თუ ყველა  $M$  განაწილებულია ორზე მეტ ატომთან, მაშინ იგი დელოკალიზებულია. იზოლირებულ ორ ორმაგბმიან ნაერთებში  $\pi$ - $M$  ლოკალიზებულია. დელოკალიზებულ  $\pi$ - $M$ -ში  $\pi$  ელექტრონებს დელოკალიზებულს უწოდებენ.



სურ. 36. 1,3-ბუტადიენის მოლეკულაში  $P$ -ორბიტალების გადაფარვა.

დივინილში  $\pi$ -ელექტრონული ენერგია ( $E_\pi$ ) ტოლია:

$$E_\pi = 2(\alpha + 1,618 \beta) + 2(\alpha + 0,618\beta) = 4\alpha + 4,472\beta$$

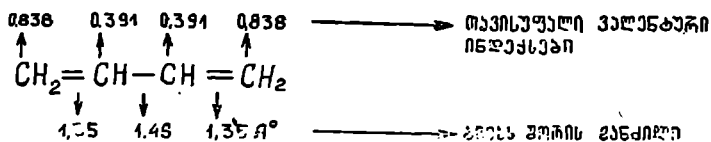
თუ დივინილის  $\pi$ -ელექტრონულ ენერგიას შევადარებთ იზოლირებულ ორ ორმაგბმიანი ნაერთების  $\pi$ -ელექტრონულ ენერგიას, მაშინ შეიძლება გამოვთვალოთ დელოკალიზაციის ენერგია  $\Delta E_{\pi}$ :

$\Delta E_{\pi} = 4\alpha + 4,472\beta - 4(\alpha + \beta) = 0,472\beta$ . როგორც მოცემული განტოლებიდან ჩანს, დივინილში შეუღლებული  $\pi$ -ბმის ენერგია ნაკლებია იზოლირებულ  $\pi$ -ბმის ენერგიაზე. ეს იმას ნიშნავს, რომ  $\pi$ -ელექტრონების დელოკალიზაციის დროს ადგილი აქვს ენერგიის გამოთავისუფლებას. საერთოდ, ასეთ დელოკალიზაციას ეწოდება რეზონანსი. ხოლო ამის შესაბამისად დელოკალიზაციის ენერგიას უწოდებენ რეზონანსის ენერგიას.

ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით ორგანულ ნაერთთა შესწავლის შედეგად მიღებული შედეგების მიხედვით ადგენენ მოლეკულის აგებულებას. ორგანული ნაერთის ჭეშმარიტი აგებულების დადგენაში ერთ-ერთი განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს მოლეკულაში ატომთა შორის „ბმის რიგის“ გარკვევას. აუცილებლობას წარმოადგენს განისაზღვროს ამა თუ იმ მოლეკულაში, რა სიდიდით გამოიხატება ნახშირბადატომთა შორის არსებული მარტივი ბმიდან გადახრა, ორმაგ, სამმაგ, ორ ორმაგბმიან და სხვა ნაერთებში. C—C ბმის რიგის მიხედვით ეთანში მიღებულია 1-ის, ეთილენში 2-ის, და აცეტილენში—3-ის ტოლად. ეს მონაცემები პროპორციულ დამოკიდებულებებშია ნახშირბადატომებს შორის მანძილსა და  $\pi$ -ელექტრონული დრუბლის სიმკვრივის განაწილებასთან.

გამოთვლით მიღებულია, რომ 1,3-ბუტადიენში C—2 და C—3 ნახშირბადატომები უფრო გაჭკვრებულია, ვიდრე C—1 და C—4. ამასთან C—2 და C—3 შორის მანძილი ეთანის C—C მარტივ ბმასთან შედარებით შემცირებულია 0,08Å., ხოლო C—1 და C—2 და C—4 შორის მანძილი 0,02Å მეტია ეთილენის ნახშირბადატომებს შორის მანძილთან შედარებით.

აღნიშნული მონაცემები ნაჩვენებია 1,3-ბუტადიენის მოლეკულურ დიაგრამაზე (ნახ. 37).

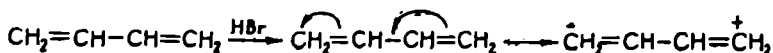


ნახ. 37.

ბუტადიენის კიდურა ნახშირბადატომების შუაში მდგომ ნახშირბადატომებთან შედარებითი გაუჭკვრელობის გამო გამოწვეულია 1,4 შეერთებისადმი მიდრეკილება.

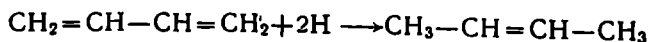


შეუღლებულ სისტემებში ადგილი აქვს ელექტრონების ურთიერთმოქმედებას, რომელსაც შეუღლების ეფექტს უწოდებენ. არჩევენ შეუღლების სტატიკურ და დინამიკურ ეფექტს. სტატიკური ეფექტით განპირობებულია მოლეკულის წარმოქმნის ენერგიის გადიდება. იმავე შედგენილობის არამეუღლებული ნივთიერების მოლეკულის წარმოქმნის ენერგიასთან შედარებით. ხოლო დინამიკური ეფექტის ქვეშ გულისხმობენ ეფექტს, რომელიც განპირობებულია ორი ორმაგი ბმის შეუღლებითა და ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის თავისებური განაწილებით, რაც საბოლოოდ განსაზღვრავს მსგავსი ნაერთების სპეციფიკურ თვისებებს. ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის განაწილება ხდება შემტევი რეაგენტის გავლენით. მაგალითად, დივინილზე ბრომწყალბადის მოქმედების დროს ადგილი აქვს დივინილის პოლარიზაციას:



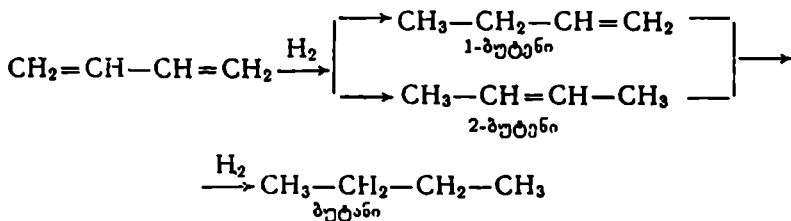
ქიმიური თვისებები. ორი შეუღლებული  $\pi$ -ბმის მიერ წარმოქმნილი საერთო ელექტრონული ღრუბელი იწვევს მარტივი ბმის დამოკლებას  $0,08\text{\AA}$ -ით, რითაც განპირობებულია მოლეკულის სტაბილიზაცია. როგორც აღვნიშნეთ, ორმაგი ბმების შეუღლება გამოხატულებას ღებულობს ენერგიის სიდიდეთა განსხვავებულებაშიც. მაგალითად, ალკენების კატალიზური ჰიდრირების დროს გამოიყოფა 126 კჯ/მოლი ენერგია. დივინილის იმავე პირობებში ჰიდრირებისას, ნაცვლად მოსალოდნელი 252 კჯ/მოლისა, გამოიყოფა 236,8 კჯ/მოლი ენერგია. მაშასადამე, ბმების შეუღლებამ ენერგიის გამოყოფა შეამცირა 15,1 კჯ/მოლით (შეუღლების ეფექტი, რეზონანსის ეფექტი). ამის შესაბამისად რამდენადმე შემცირებულია მე-2 და მე-3 ნახშირბადატომების ელექტროფილური შეერთების რეაქციისუნარიანობა, ხოლო 1 და 4 ნახშირბადატომებთან რეაქციისუნარიანობა შედარებით გადიდებულია.

1. ჰიდრირება. ახლად გამოყოფილი წყალბადის დივინილზე მოქმედებით მიიღება 2-ბუტენი:



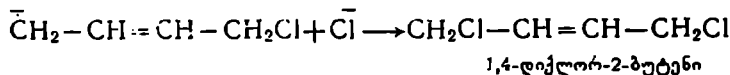
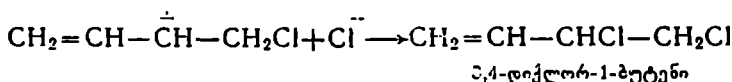
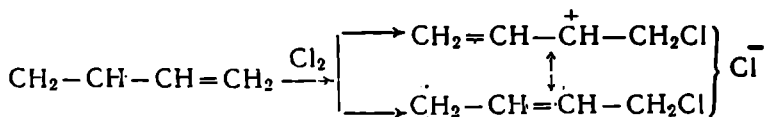
2-ბუტენი

კატალიზატორების (Ni ან Pt) თანაობით 1,3-ბუტადიენი წყალბადის მოქმედებით ჯერ გარდაიქმნება შესაბამის ოლეფინებად და შემდეგ ბუტანად:



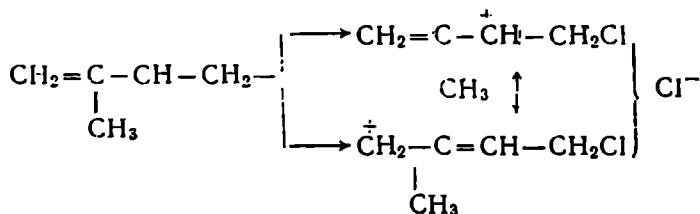
2. ჰალოგენირება. დივინილისა და ჰალოგენის ურთიერთქმედების დროს წარმოიქმნება 3,4-დიჰალოგენ-1-ბუტენისა და 1,4-დიჰალოგენ-2-ბუტენის ნარევი. ნარევის რაოდენობრივი შედგენილობა დამოკიდებულია რეაქციის პირობებზე (ტემპერატურა, გამხსნელი და სხვა). კინეტიკურად უფრო ადვილად წარმოიქმნება 1,2-ადუქტი, ხოლო თერმოდინამიკურად უფრო სტაბილურია 1,4-ადუქტი. იმის გამო, რომ 1,2-ადუქტები გადაჯგუფდებიან 1,4-ადუქტებში, უკანასკნელი ნარევი მეტი ოდენობით არის წარმოდგენილი.

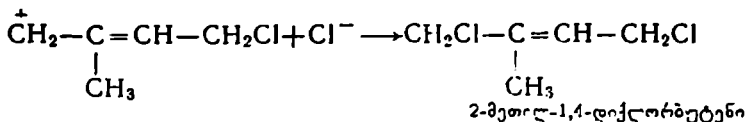
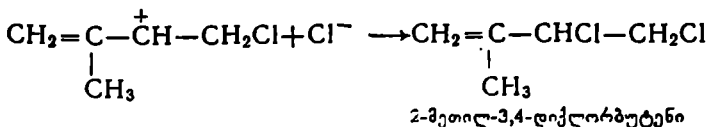
1,3-ბუტადიენზე ქლორის მოქმედებით წარმოიქმნება მეზომერული სტაბილური კატიონები, რომელიც შედის ქლორანიონთან რეაქციაში და მიიღება 3,4-დიქლორ-1-ბუტენი და 1,4-დიქლორ-2-ბუტენი:



დაკვირვებით დადგენილია, რომ ელექტროფილური აგენტი შეუღლებულ სისტემას ყოველთვის ეჯახება თავსა და ბოლოში. ამიტომ სხვა შესაძლებელი კატიონი მეზომერულად ლაბილურია.

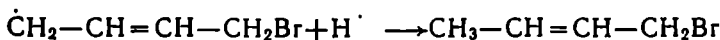
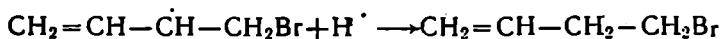
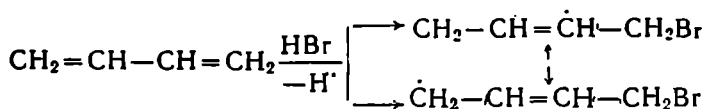
ანალოგიურად მიმდინარეობს ქლორის შეერთება იზოპრენთან:





ანალოგიურად მიმდინარეობს რეაქცია რადიკალური მექანიზმის შემთხვევაშიც.

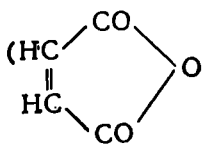
3. ზიდროჰალოგენირება. შეუღლებულ ორ ორმაგბმიან ნაერთებზე ჰალოგენწყალბადის მოქმედება ხდება იგივე კანონზომიერების მიხედვით, რასაც ადგილი აქვს ჰალოგენის მოქმედების დროს. რეაქცია მიმდინარეობს. როგორც იონური, ასევე რადიკალური მექანიზმის შესაბამისად. მაგალითად, დიენზე (ჩვეულებრივ, როცა ლაპარაკია დიენზე, იგულისხმება 1,3-დიენი) ბრომწყალბადის მოქმედებით, რადიკალური მექანიზმის მიხედვით წარმოიქმნება მეზომერულად სტაბილური რადიკალი:



4. დიენური სინთეზი. დიენური სინთეზის ქვეშ იგულისხმება დილსისა და ალდერის (დილს-ალდერის) რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს შეუღლებულ ორ ორმაგბმიან ნახშირწყალბადებზე დიენოფილის მოქმედებით. ყველაზე კარგ დიენოფილებს წარმოადგენენ

ოსეთი ნივთიერებები, როგორცაა: აკროლენი ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$ ),  
 $\text{H}$

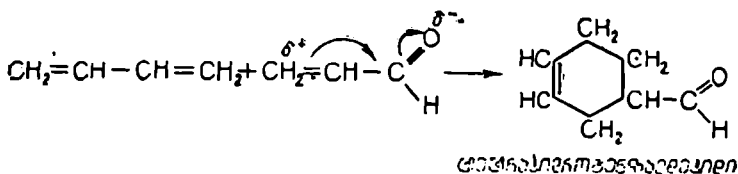
აკრილონიტრილი ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$ ), მალენის ანჰიდრიდი



და სხვა ზოგიერთი ორმაგი და სამმაგი ბმის შემც-

ველი ნაერთი.

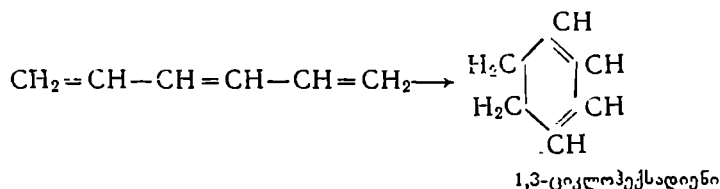
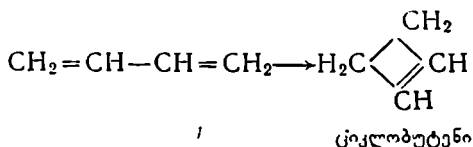
აღნიშნული დიენოფილების მოქმედებით რეაქცია მიმდინარეობს ადვილად. წარმოიქმნება ექვსწევრიანი ციკლური ნაერთი კარგი გამო-სავლიანობით. მაგალითად:



დილს-ალდერის რეაქციას იყენებენ 1,3-დიენების იდენტიფიკაციისათვის, ნარევეებში მათი რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის და საერთოდ, ორგანულ სინთეზში.

5. შიგამოლექულური ციკლიზაცია. თერმული ან ფოტოქიმიური აქტივაციით 1,3-ბუტადიენი და 1,3,5-ჰექსატრიენი და მათი ალკილ-ჩანაცვლებულები განიცდიან შიგამოლექულურ ციკლიზაციას.

მაგალითად, 1,3-ბუტადიენიდან მიიღება ციკლობუტენი, ხოლო 1,3,5-ჰექსატრიენიდან 1,3-ციკლოჰექსადიენი:

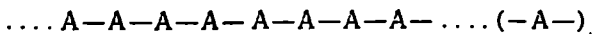


უდვორდისა და ჰოფმანის წესის თანახმად სინქრონულ (ერთ-დროულად მიმდინარე) რეაქციებში მონაწილე  $\sigma$  და  $\pi$ -მ.ზ. ბმები, რჩებიან სიმეტრიული ან ანტისიმეტრიული.

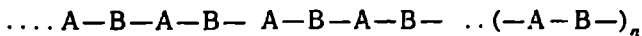
6. პოლიმერიზაცია. შეუღლებული დიენების ერთ-ერთ დიდი მნიშვნელობის ქიმიურ თვისებას წარმოადგენს პოლიმერიზაცია, რის შედეგადაც მიიღება სინთეზური კაუჩუკი. ამის გამო დიენების პოლიმერიზაციას ახორციელებენ სამრეწველო მასშტაბით, რომელსაც უადრესად დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს.

როგორც აღინიშნა, პოლიმერიზაციის შედეგად მიიღება მაკრო-მოლეკულა, რომელსაც პოლიმერი ეწოდება. პოლიმერი ისეთი მაკ-

რომოლეკულაა, რომელიც აგებულია ერთნაირი მონომერების ფრაგმენტებისაგან. სინთეზური კაუჩუკის ელასტიკური თვისებების გადიდების მიზნით, პოლიმერიზაციის პროცესში შეურევენ სხვა ნივთიერებებს (სტიროლი, აკრილონიტრილი და სხვა). ასეთ პროცესს თანაპოლიმერიზაცია ეწოდება, ხოლო მიღებულ ნაერთს თანაპოლიმერი. უკანასკნელი ისეთი მაკრომოლეკულაა, რომელშიაც მრავალჯერ მეორდება სხვადასხვა ტიპის სტრუქტურული ფრაგმენტი. ზოგადად პოლიმერი და თანაპოლიმერი გამოისახება შემდეგნაირად:



პოლიმერი

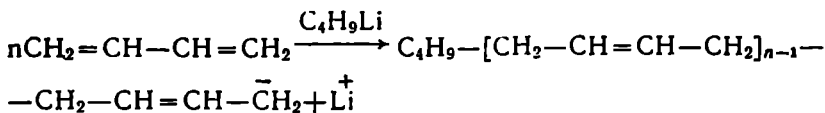


თანაპოლიმერი

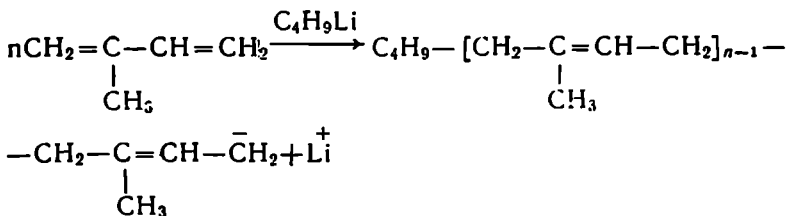
სადაც A და B სტრუქტურული ფრაგმენტებია.

1,3-ბუტადიენისა და იზოპრენის ანიონურ პოლიმერიზაციას ახდენენ კატალიზატორების — ტუტე მეტალების, მეტალორგანული ნაერთებისა და სხვათა თანაობით. პოლიმერიზაციის დროს მონომერები შეიძლება შეუერთდნენ ერთმანეთს, როგორც 1,2, აგრეთვე 1,4 მდებარეობაში. ადგილი აქვს იმასაც, რომ ერთი მონომერის მოლეკულა შედის რეაქციაში 1,2, მეორე კი — 1,4 მდებარეობაში.

დივინილისა და იზოპრენის ანიონური ჭაჭვეური პოლიმერიზაციის მექანიზმი შეჯამებულად შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



ბუტადიენური კაუჩუკი



იზოპრენული კაუჩუკი

ბუნებრივი (ნატურალური) კაუჩუკი. ბუნებრივი კაუჩუკს ლებულობენ კაუჩუკის შემცველი მცენარეებიდან — ბრაზილიური ჰევეა, ქოქსალიზი, ტაუ-სალიზი და სხვა. ჰევეას დასერვით ჩამოედინება სითხე, რომელსაც უწოდებენ ლატექსს (ამ მეთოდის მიხედ-

ვით მაიას უძველესი ტომის ენაზე მცენარის წვენს უწოდებდნენ კაუჩუქს). ლატექსი შეიცავს 20-60%-მდე კაუჩუქს. უკანასკნელის წვენში კაუჩუკი იხყოფება ემულსირებულ მდგომარეობაში. ლატექსზე ძმარმჟავას მოქმედებით კაუჩუკი განიცდის კოაგულაციას (შედგება). კოაგულირებულ კაუჩუქს რეცხავენ წყლით და შემდეგ აქცევენ ფურცლებად.

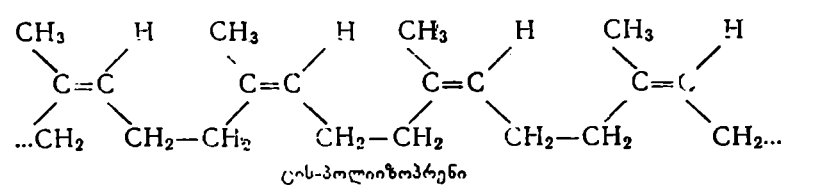
ნატურალური კაუჩუკის (ნა) დიდი მასშტაბით მწარმოებელი ქვეყნებია მალაიზია, ინდონეზია. ამჟამად აზიის სამხრეთ-აღმოსავლეთის ნაწილში ხარობს ორ მილიარდზე მეტი ჰეკტა, რომლიდანაც ყოველწლიურად დებულობენ 3,5 მილიონ ტონა კაუჩუქს, ნატურალური კაუჩუკის წარმოებაში დასაქმებულია 5 მილიონზე მეტი ადამიანი.

რომ მივიღოთ 3,5 მილიონი ტონა იზოპრენული კაუჩუკი; ამისათვის საკმარისია თანამედროვე ხუთი სინთეზური კაუჩუკის ქარხანა, რომლის მომსახურებისათვის საჭიროა მხოლოდ 10 ათასამდე ადამიანი.

ამისათვის, რომ კაუჩუქმა შეინარჩუნოს ელასტიკური ბუნება, რაც მის ძვირფას დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს, ჯერ უმატებენ შემავსებლებს და შემდეგ ახდენენ მის ვულკანიზაციას გოგირდთან გახურებით. ვულკანიზირებული კაუჩუკი არის რეზინი.

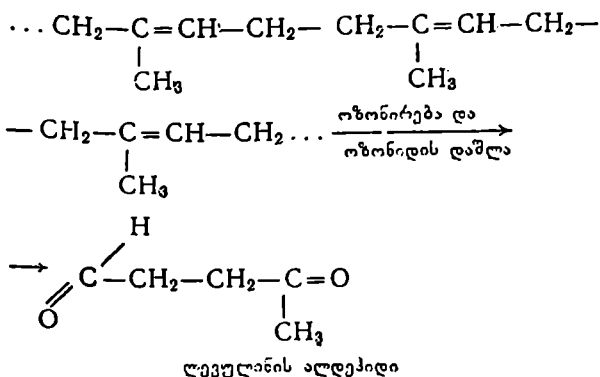
კაუჩუკი მეტ-ნაკლები ოდენობით გამოყენებულია სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში.

ბუნებრივი კაუჩუკის მოლეკულური მასა საშუალოდ 350.000 ტონია. იგი წარმოადგენს 1,4-პოლიიზოპრენის ცის-ფორმას:



ტრანს-1,4 პოლიიზოპრენი არის გუტაპერჩა, რომელსაც შეიცავს მცენარე *Paraquium gutte*-ს ლატექსი. ეს მცენარე ხარობს მალაიზიასა და ინდონეზიაში. გუტაპერჩა გაცილებით უფრო ნაკლებად ელასტიკურია, ვიდრე კაუჩუკი.

ბუნებრივი კაუჩუკის აგებულება დადგენილ იქნა ოზონირების რეაქციით (პარიესი). ოზონი უერთდება იქ, სადაც ორმაგი ბმებია და წარმოიქმნება ოზონიდი. ის წყლის მოქმედებით იშლება და მიიღება ლევულინის ალდეჰიდი:



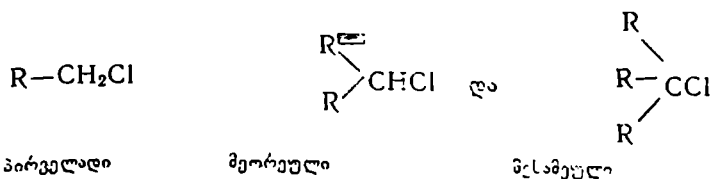
### თავი IX.

#### ნახშირწყალბალების მონომ- და პოლიმალომენაწარმები

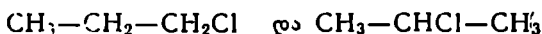
ნახშირწყალბადთა ჰალოგენწარმები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ჰალოგენატომებით. არჩევენ ნაჭერ და უნაჭერ მონო- და პოლიჰალოგენაერთებს. ჰალოგენაერთები, გამონაკლისის გარდა, ადვილად შედიან რეაქციებში სხვადასხვა ნივთიერებებთან. ამასთან მრავალი მათგანი ადვილხელმისაწვდომია და მათ ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა კლასის ორგანულ ნაერთთა მისაღებად.

#### 1. ალკანების მონოჰალოგენაწარმები (ჰალოგენალკილები)

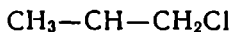
ჰალოგენალკილები შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც ალკანები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰალოგენატომით. ან ისინი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ჰალოგენწყალბადი, სადაც წყალბადატომი შეცვლილია ალკილით. მათი ზოგადი ფორმულაა  $C_nH_{2n+1}Hlg$ . იმის მიხედვით, თუ რომელად ნახშირწყალბადატომთან არის დაკავშირებული ჰალოგენის ატომი, შეიძლება გავარჩიოთ პირველადი, მეორეული და მესამეული ჰალოგენალკილი:



**იზომერია.** ჰალოგენალკილებში იზომერია განპირობებულია ორი გარემოებით — ჰალოგენატომის ადგილმდებარეობითა და ნახშირბადატომთა ჩონჩის აგებულებით. პირველ ორ წევრს  $\text{CH}_3\text{Cl}$  და  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  იზომერი არა აქვს. იზომერია იწყება მესამე წევრიდან და მას აქვს ორი იზომერი:

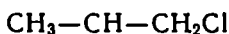
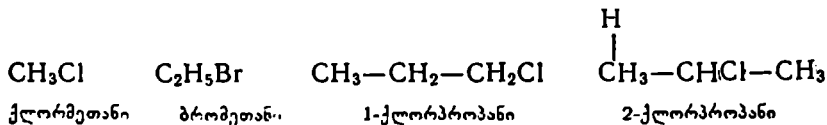


ბუტანი წარმოქმნის ოთხ მონოჰალოგენნაწარმს, აქედან ორი განეკუთვნება ნორმალურ ბუტანს და ორი იზობუტანს:



როგორც ვხედავთ, ჰალოგენალკილების იზომერთა რიცხვი უფრო მეტია, ვიდრე შესაბამისი ალკანებისა.

**ნომენკლატურა.** ენენეის ნომენკლატურითა და IUPAC წესის მიხედვით, ჯერ ჰალოგენის ატომი უნდა ვუჩვენოთ პრეფიქსში და შემდეგ კი იმ ნახშირწყალბადის სახელწოდება, რომლის ნაწარმსაც წარმოადგენს მოცემული ჰალოგენალკილი. ამასთან, საპირობების შემთხვევაში ჰალოგენის ადგილმდებარეობა უნდა ვუჩვენოთ ციფრით:



2-მეთილ-1-ქლორპროპანი

2-მეთილ-2-ქლორპროპანი

სისტემატურ ნომენკლატურასთან ერთად პირველი წევრებისათვის ხშირად მიმართავენ სახელწოდებას, რომლითაც ჰალოგენნახშირწყალბადებს იხილავენ, როგორც ჰალოგენიდებს. ამის მიხედვით ნაერთის სახელწოდება გამოჰყავთ ალკილის სახელწოდებიდან, რომელსაც ბოლო ნაწილში დაურთავენ ფტორიდი, ქლორიდი, ბრომიდი, იოდიდი. მაგალითად:



მეთილქლორიდი

ეთილბრომიდი და ა. შ.

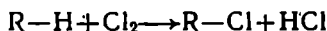
მიღების საშუალებანი. იმის გამო, რომ ორგანულ ნაერთთა ერთი და იგივე ქიმიური რეაქცია ერთ შემთხვევაში შეიძლება განვიხი-



ლოთ, როგორც ამა თუ იმ კლასის ნაერთების ქიმიურ თვისებათა დამახასიათებელი, ხოლო მეორე შემთხვევაში, როგორც სხვა კლასის ნივთიერებათა მიღების საშუალება, კურსის განხილვის მთელ მანძილზე აუცილებელია ერთი და იგივე ქიმიურ რეაქციათა განტოლებების მრავალჯერ გამოხატვა. სხვადასხვა კლასის ორგანულ ნივთიერებათა მიღების საშუალებანი და ქიმიური თვისებები ორგანულ კავშირში იმყოფებიან და ეს გარემოება, ვინც ორგანული ქიმიის კურსის შესწავლას იწყებს, მუდამ მხედველობაში უნდა იქონიოს, რაც მას გაუადვილებს ორგანული ქიმიის საფუძვლების შესწავლას.

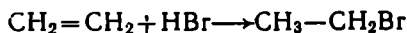
ჰალოგენალკილებს ძირითადად ღებულობენ ალკანების, ოლენფინებისა და სპირტებისაგან.

1. ალკანებზე ჰალოგენის მოქმედებით მიიღება ჰალოგენალკილი:



რეაქციის მექანიზმი დაწვრილებით იყო ნაჩვენები ალკანების ქიმიური თვისებების განხილვის დროს (გვ. 91, 92 და 93).

2. ოლენფინებზე ჰალოგენწყალბადის მოქმედებით წარმოიქმნება ჰალოგენალკილი:



ამ მეთოდის უპირატესობა მიღების სხვა საშუალებებთან შედარებით, იმაში გამოიხატება, რომ ამ დროს მიიღება მხოლოდ მონო-ჰალოგენნაერთები და ადგილი არა აქვს სხვა თანამდე პროდუქტების წარმოქმნას.

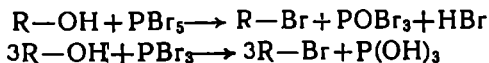
3. ჰალოგენალკილებს ღებულობენ ერთატომიან სპირტებზე ჰალოგენწყალბადის, ფოსფორის ჰალოგენიდებისა და ქლორთიონილის მოქმედებით.

ა) ჰალოგენწყალბადის მოქმედება:



რეაქცია შექცევადია და რომ იგი მარცხნიდან მარჯვნივ წარიმართოს, საჭიროა ავიღოთ აირადი ჰალოგენწყალბადი და ქარბი რაოდენობის სპირტი.

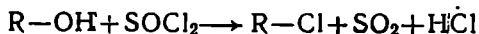
ბ) ფოსფორის ჰალოგენნაერთების მოქმედება:



$PBr_3$  მოქმედებისას ადგილი აქვს თანამდე პროდუქტის — რთული ეთერის —  $P(OR)_3$  წარმოქმნას. აუცილებელი არ არის სარეაქციოდ ავიღოთ მზა ფოსფორჰალოგენიდი. სპირტზე შეიძლება პირდაპირ ვი-

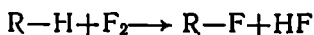
მოქმედოთ წითელი ფოსფორითა და ბრომით. ბრომის ნაცვლად შეიძლება რეაქციაში ჩავრთოთ იოდი, ფოსფორი და აღნიშნული ჰალოგენები, სპირტთან რეაქციაში შესვლამდე ფოსფორი და ჰალოგენი ურთიერთმოქმედებენ და წარმოიქმნება ფოსფორის შესაბამისი ჰალოგენიდი, რომელიც სპირტთან წარმოქმნის ჰალოგენალკილს.

გ) ქლორთიონილის მოქმედება:

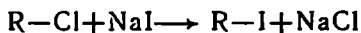


ყველაზე ადვილად რეაგირებს მესამეული, ძნელად კი — პირველადი, სპირტი.

დ) ფტორალკანებს ლებულობენ ალკანებზე ინერტულ გაზში (N<sub>2</sub>) განზავებული ფტორის მოქმედებით. მაგრამ უმჯობესია პარაფინული ნახშირწყალბადი გავატაროთ 200°C-მდე გახურებულ CoF<sub>3</sub>-ზე. უკანასკნელი გამოყოფს ფტორს და აღდგება CoF<sub>2</sub>-ად. გამოყოფილი ფტორი მოქმედებს ნახშირწყალბადზე და მიიღება ალკილ-ფტორიდი:



ე) იოდალკანები უშუალოდ ალკანებზე იოდის მოქმედებით არ მიიღებიან. მათი მიღების კარგ საშუალებას წარმოადგენს ქლორალკილებზე NaI მოქმედება აცეტონის (როგორც გამხსნელი) გარემოში. (ფინკელშტეინი):



ფიზიკური თვისებები. ჰალოგენალკილების ფიზიკური თვისებები განპირობებულია ჰალოგენის ბუნებით, ალკილის შედგენილობითა და აგებულებით.

ზოგიერთი მათგანის ფიზიკური თვისებები მოცემულია 24-ე ცხრილში.

ცხრილი 24

ზოგიერთი ჰალოგენალკილის ფიზიკური თვისებები

ალკილი	ალკილის ფორმულა	ფტორიდი		ქლორიდი		ბრომიდი		იოდიდი	
		დ.უ. ტემპ. °C	სიმკვრივე 20°C	დ.უ. ტემპ. °C	სიმკვრივე 20°C	დ.უ. ტემპ. °C	სიმკვრივე 20°C	დ.უ. ტემპ. °C	სიმკვრივე 20°C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
მეთილი	CH <sub>3</sub> -	-78,4	0,682°	-24,22	0,992°	+3,56	1,732°	42,5	2,279
ეთილი	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -	-37,7	0,818°	+12,2	0,92(d <sub>4</sub> <sup>20</sup> )	38,0	1,430	72,2	1,993
პროპილი	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -	-3,2	0,782°	47,2	0,890	70,9	1,353	102,5	1,747

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
იზობროპილი	$\text{CH}_3-\text{CH}-$   $\text{CH}_3$	-9,4	0,769	34,9	0,862	59,4	1,314	89,5	1,704
ნ-ბუტილი	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-$	32,0	0,776	78,0	0,884	101,6	1,299	131,0	1,617
მეორეული ბუტილი	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-$   $\text{CH}_3$	25,1	0,764	68,3	0,873	91,2	1,261	120,0	1,595
იზობუტილი	$\text{CH}_3\text{CHCH}_2-$   $\text{CH}_3$	25,5	0,756	68,9	0,877	91,4	1,265	121,0	1,604
ნ-ამილი	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-$	62,8	0,786	108,2	0,883	127,9	1,218	156,0	1,517

ა — დუდილის ტემპერატურის დროს.

როგორც 24-ე ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე დაბალი დუდილის ტემპერატურა აქვთ ფტორიდებს და ყველაზე მაღალი იოდიდებს. მეთილ-, ეთილ-, პროპილ- და იზოპროპილფტორიდები, მეთილ-, ეთილ-ქლორიდი და მეთილბრომიდი გაზია, დანარჩენები სითხეებია. მაღალი წვევები წარმოადგენენ მყარ ნივთიერებებს. იზომერული ნაერთებიდან ყველაზე მაღალ ტემპერატურაზე დუდს პირველადი ჰალოგენალკილები და ყველაზე დაბალზე — მესამეული ნაერთები.

სიმკვრივე ფტორიდებიდან იოდიდებისაკენ გადასვლით მატულობს. ისინი წყალში არ იხსნებიან. იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში (ეთერი, სპირტი და სხვა). თვითონ წარმოადგენენ ზოგიერთ ნივთიერებათა კარგ გამხსნელებს. დაბალი წვევები ხასიათდებიან ნარკოტიკული თვისებებით. ახასიათებთ პოლარობა. ინფრაწითელ სპექტრში C—F ბმის ვალენტური რხევის ზოლი იმყოფება 1000—1350 სმ<sup>-1</sup>, ხოლო C—Cl ბმისა 600—800 სმ<sup>-1</sup> უბანში.

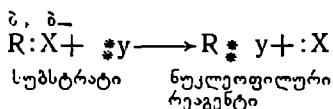
ქიმიური თვისებები. ალკილჰალოგენიდები წარმოადგენენ რეაქციისუნარიან ორგანულ ნაერთებს, ამიტომ მათ უაღრესად დიდი გამოყენება აქვთ ორგანულ სინთეზში. მათი მეშვეობით, როგორც საწარმოო, ასევე ლაბორატორული მასშტაბით, ახორციელებენ ალკილირების რეაქციებს.

მათთვის განსაკუთრებით დამახასიათებელია ნუკლეოფილური ჩანაცვლების (S<sub>N</sub>) რეაქციები. აგრეთვე მათ ახასიათებთ ელიმინირების — მოხლეჩის (E) რეაქციები.

ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები საკმაოდ საფუძვლიანა-

და შესწავლილი. ამ მხრივ განსაკუთრებული დამსახურება მიუძღვის კ. ინგოლდსა და მის სკოლას.

ამ ტიპის რეაქცია ზოგადი სახით შეიძლება გამოიხატოს შემდეგნაირად:



ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია იონური ხასიათისაა. ამიტომ სუბსტრატის მოლეკულა პოლარიზებული უნდა იყოს. სუბსტრატის პოლარიზაციას იწვევს ელექტროაქცეპტორული თვისების მქონე ჩანაცვლებლები, მოცემული განტოლების შემთხვევაში  $y$  ნუკლეოფილური რეაგენტია ( $:y$ ), რომელსაც აქვს გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი. იგი ეჯახება მოლეკულის დადებითად დამუხტულ ცენტრს და იწვევს  $\sigma$ -ბმის ჰეტეროლიტურ გახლეჩას. ჩანაცვლებული სუბსტრატს შორდება და მიაქვს წყვილი ელექტრონი. ახალი კოვალენტური ბმა წარმოიქმნება ნუკლეოფილური რეაგენტის წყვილი ელექტრონების ხარჯზე (ნუკლეოფილური რეაგენტის ელექტრონული წყვილი გამოხატული გვაქვს ვარსკვლავებით).

ნუკლეოფილური რეაგენტები მრავალგვარია და მათ აქვთ გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი. ასეთებია:  $\text{HO}^-$ ,  $\text{RO}^-$ ,  $\text{H}_2\text{N}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,

$\text{R}-\text{CH}_2^-$  და ნეიტრალური მოლეკულები, რომელთაც აქვთ გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონები— $\text{H}\ddot{\text{O}}\text{H}$ ,  $\text{R}\ddot{\text{O}}\text{H}$ ,  $\text{N}\ddot{\text{H}}_3$ ,  $\text{R}-\ddot{\text{N}}\text{H}_2$ ,  $\text{H}\ddot{\text{S}}\text{H}$ ,

$\text{R}-\ddot{\text{S}}-\text{R}$  და სხვა.

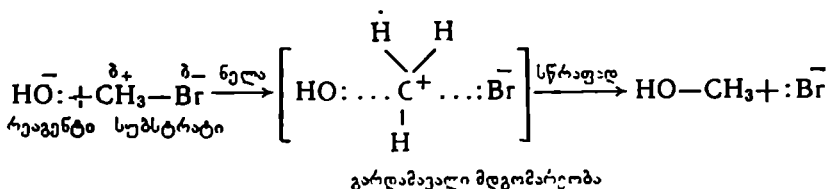
სუბსტრატები არიან ისეთი მოლეკულები, რომელთაც აქვთ დადებითად დამუხტული რეაქციის უნარის მქონე ცენტრი. ასეთებია—ჰალოგენალკილები, სპირტები, მეტათა ჰალოგენანჰიდრიდები და სხვა.

ჩვეულებრივ, ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები მიმდინარეობს თხევად ფაზაში (გამხსნელების თანაობით). გაზურ ფაზაში რეაქცია არ მიდის, რადგან ბმის დისოციაცია თხოულობს დიდ ენერჯიას. მაგალითად,  $\text{C}-\text{Cl}$  ბმის დისოციაცია მოითხოვს 924 კჯ/მოლი ენერჯიის დანარჯევას, მაშინ, როცა ამისათვის თხევად ფაზაში საჭიროა დაინარჯოს მხოლოდ 252 კჯ/მოლი ენერჯია.

როგორც აღინიშნა, ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები სხვადასხვა ტიპისაა და ეს დამოკიდებულია რეაქციის სიჩქარეზე. მაგალითად, თუ რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია ორი მორეაგირე ნივთიერების კონცენტრაციაზე, მაშინ რეაქცია ატარებს ბიმოლეკუ-

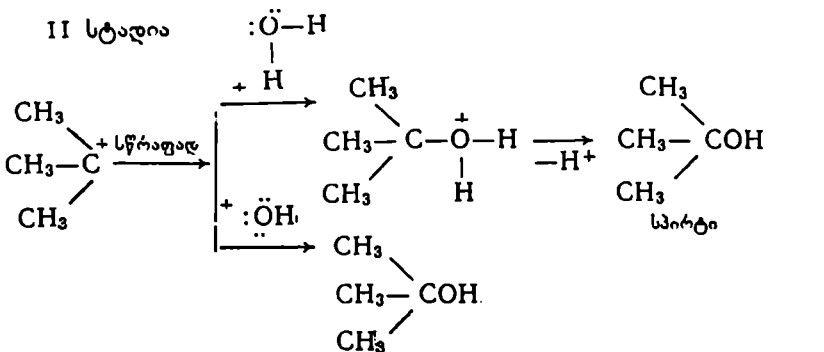
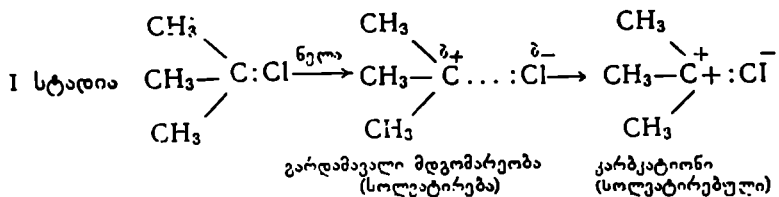
ლურ ხასიათს და ინგოლდის მიხედვით მას გამოხატავენ სიმბოლო-  
თი —  $S_N2$ , ხოლო თუ რეაქციის სიჩქარეს განაპირობებს მარტო  
ერთი მორეაგირე ნივთიერების კონცენტრაცია, მაშინ იგი არის მო-  
ნომოლეკულური ჩანაცვლების რეაქცია და გამოიხატება სიმბოლო-  
თი —  $S_N1$ . ვხვდებით აგრეთვე პოლიმომოლეკულური ჩანაცვლების  
რეაქციებსაც, რომლებიც შედარებით იშვიათია.

ბიმოლეკულური ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმის ტიპურ მაგა-  
ლითს წარმოადგენს მეთილბრომიდის ჰიდროლიზი ტუტის წყალ-  
ხსნარში:



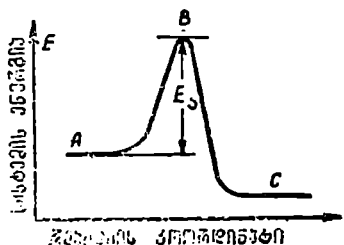
$S_N2$  ტიპის რეაქცია სინქრონულია, რადგან სუბსტრატში არსე-  
ბული  $\sigma$ -ბმის გაწყვეტა და ახალი  $\sigma$ -ბმის წარმოქმნა ხდება ერთდრო-  
ულად.

მონომოლეკულური ჩანაცვლების რეაქციის ( $S_N1$ ) მექანიზმი შე-  
იძლება განვიხილოთ მესამეული ბუტილქლორიდის ჰიდროლიზის მა-  
გალითზე ტუტე არეში:



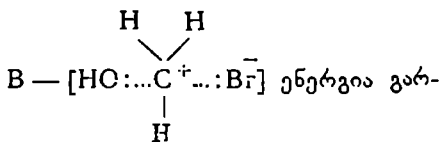
მორე სტადიაში მესამეული კარბკატიონი, რომელსაც რეაქციის დიდი უნარი აქვს სწრაფად შედის რეაქციაში ნუკლეოფილთან.

$S_N1$  რეაქცია ასინქრონულია, რადგან ალკილჰალოგენიდში  $\sigma$ -ბმის გაწყვეტა და ახალი  $\sigma$  ბმის წარმოქმნა ხდება არაერთდროულად. ტემპერატურული რეჟიმი ძალიან დიდ გავლენას ახდენს რეაქციის მიმდინარეობაზე. მაგალითად, მეთილბრომიდისა და ნატრიუმპიდროქსიდის ურთიერთქმედებისას გარდამავალი მდგომარეობის წარმოქმნისათვის საჭიროა ენერგიის დახარჯვა. მორეაგირე ნივთიერებათა გარდამავალ მდგომარეობას შეესაბამება მაქსიმალური ენერგია, ხოლო საბოლოო პროდუქტის, მოცემულ შემთხვევაში, მეთილის სპირტის წარმოქმნა ხდება შედარებით შემცირებული ენერგიის დროს, რაც რელიეფურად ჩანს  $S_N2$  ტიპის ენერგეტულ დიაგრამაზე (ნახ. 38).



ნახ. 38.

A —  $[HO^- + CH_3Br]$  ენერგია დასაწყის მდგომარეობაში;



ენერგია გარდამავალ მდგომარეობაში;  
 $E_a$  — აქტივაციის ენერგია;

C —  $[CH_3OH + Br^-]$  ენერგია საბოლოო მდგომარეობაში.

ექსპერიმენტული მონაცემებით დადასტურებულია, რომ ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციების  $[R:X + y \rightarrow R-y + X]$  მექანიზმი და სიჩქარე დამოკიდებულია: ალკილის აგებულებაზე. ჰალოგენის ბუნებაზე, გამხსნელზე, ნუკლეოფილსა და ტემპერატურაზე.

$S_N2$  ტიპის რეაქციის შეფარდებითი სიჩქარის დამოკიდებულება ალკილის აგებულებაზე მოცემულია 25-ე ცხრილში.

ცხრილი 25

$S_N2$  ტიპის რეაქციის შეფარდებითი სიჩქარის დამოკიდებულება ალკილის აგებულებაზე

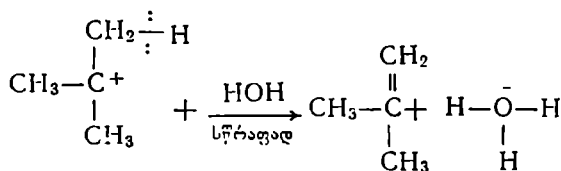
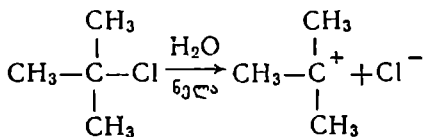
რადიკალი R-Br-ში	რეაქციის შეფარდებითი სიჩქარე
$CH_3$	17.6
$C_2H_5$	1
$n-C_3H_7$	0,028
$o-C_3H_7$	0,0030
მესამეული $C_3H_7$	0,000042

როგორც 25-ე ცხრილიდან ჩანს, მოცემული ალკილებიდან ყველაზე მეტი შეფარდებითი სიჩქარე ახასიათებს მეთილს და ყველაზე მცირე მესამეულ ბუტილს.

გამხსნელს იმდენად დიდი მნიშვნელობა აქვს, რომ ნებისმიერი ალკილჰალოგენიდი შეიძლება შევიდეს ბი- და მონომოლეკულური ჩანაცვლების რეაქციებში. მაგალითად, თუ ავიღებთ სუსტ იონიზირებულ გამხსნელს (მაგ. სპირტი), მაშინ არათუ მეორეული, მესამეული ჰალოგენალკილიც არ განიცდის იონიზაციასა და ამ გარემოში რეაქცია მიმდინარეობს მხოლოდ  $S_N2$  ტიპის მექანიზმის მიხედვით. ამის საწინააღმდეგოდ, თუ ვიხმართ ძლიერ იონიზირებულ გამხსნელს, მაგალითად, ჰიანჰველმჟავასა და სუსტ ნუკლეოფილურ რეაგენტს, მაშინ პირველადი ალკილჰალოგენიდები გარდაიქმნებიან მონომოლეკულური ჩანაცვლების რეაქციის ( $S_N1$ ) მექანიზმის მიხედვით.

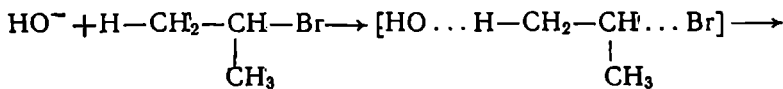
$S_N1$  და  $S_N2$  ტიპის რეაქციებთან ერთად ადვილი აქვს ჰალოგენალკილიდან ჰალოგენის მოწყვეტას — ელიმინირებას. ელიმინირების რეაქცია შეიძლება წარიმართოს როგორც მონომოლეკულური (E1), ასევე ბიმოლეკულური მექანიზმით (E2).

E1 ტიპის რეაქცია საჭიროებს მხოლოდ იონიზირებულ გამხსნელს. რეაქციის სიჩქარე განპირობებულია კარბკაციონის წარმოქმნით, რომელიც პროტონის მოწყვეტით გადადის ოლეფინში:

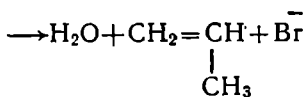


ელიმინირების ეს რეაქცია თან ახლავს  $S_N1$  ტიპის რეაქციას, რაც ჰალოგენალკილებიდან სპირტების მიღებას ამცირებს.

E2 ტიპის რეაქციის მიმდინარეობისათვის საჭიროა ტუტე გარემო. პროტონი წყდება გარდამავალ მდგომარეობაში მყოფ სისტემას და წარმოიქმნება ოლეფინი:

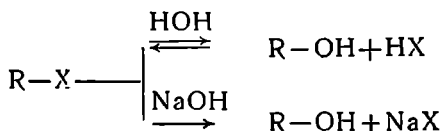


გარდამავალი მდგომარეობა



პროტონისა და ჰალოგენის მოწყვეტა ხდება ერთდროულად. E2 ტიპის რეაქცია მიმდინარეობს S<sub>N</sub>2 ტიპის ძირითად რეაქციასთან ერთად. ალკილჰალოგენიდების ქიმიური გარდაქმნიდან უურადლებას იპყრობს:

1. **ჰიდროლიზი.** სპირტების მიღების დროს ხშირად მიმართავენ ალკილჰალოგენიდების ჰიდროლიზს წყლის, ტუტეების ან სოდის მოქმედებით:

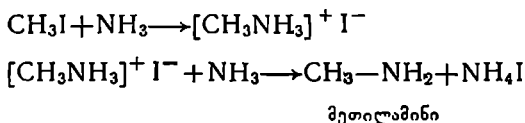


წყალთან ურთიერთქმედებისას რეაქცია შექცევადია. იმისათვის, რომ რეაქცია წარიმართოს მარცხნიდან მარჯვნივ — სპირტის წარმოქმნისაკენ, საჭიროა წყალი ავიღოთ დიდი ოდენობით ან რეაქციის სფეროდან გამოვიყვანოთ წარმოქმნილი ჰალოგენწყალბადმეჯავა, რასაც აღწევენ ტუტეების ან სოდის დამატებით.

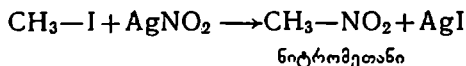
2. **ალკოჰოლატის მოქმედება.** ჰალოგენალკილებზე ალკოჰოლატის მოქმედებით მიიღება მარტივი ეთერები:



3. **ამიაკის მოქმედება.** ჰალოგენალკილზე ამიაკის მოქმედებით მიიღება ამინები:

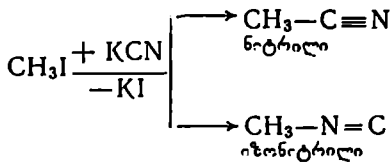


4. **ვერცხლის ნიტრიტის მოქმედება.** ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება ნიტრონაერთი:

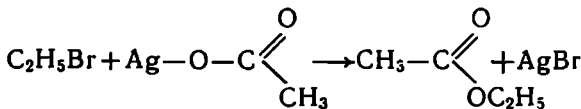


5. **ციანწყალბადმეჯავა მარილების მოქმედება.** მოცემულ შემთხვევაში მიიღება ნიტრილები და იზონიტრილები:





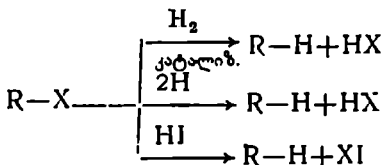
6. ორგანული მჟავების მარილების მოქმედება. პალოგენალკილებზე ორგანული მჟავების მარილების მოქმედებით წარმოიქმნება რთული ეთერები:



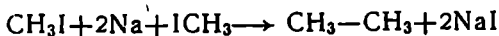
ძმარმჟავათილის ეთერი

ალკილპალოგენიდების განხილული რეაქციები მიეკუთვნებიან ალკილირების რეაქციებს, რომელთაც უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანულ სინთეზში.

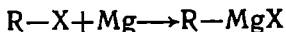
7. აღდგენა. კატალიზური აღდგენით, ან ახლად გამოყოფილი წყალბადის ან იოდწყალბადის მოქმედებით ალკილპალოგენიდები გარდაიქმნებიან ალკანებად:



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



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



ამ რეაქციას აქვს განსაკუთრებული დიდი მნიშვნელობა, რადგან გრინიარის რეაქციით მიღებულ რეაქტივს ფართო მასშტაბით იყენებენ ორგანულ სინთეზში.

ცალკეული წევრები. კერძო წევრებიდან ყველაზე დიდ გამოყენებას პოულობს მეთილ- და ეთილქლორიდი, რომლებსაც სამრეწველო მასშტაბით ლეზლობენ შესაბამისად მეთანისა და ეთანის ქლორიდებით. ისინი დიდი ოდენობით გამოიყენებიან მეთილირებისა და

ეთილირების რეაქციებისათვის. ეთილქლორიდის დიდი რაოდენობა იხარჯება ტეტრაეთილტყვიის  $(C_2H_5)_4Pb$  მისაღებად. გარდა ამისა, ეთილქლორიდი გამოყენებულია, როგორც ადგილობრივი ანესთეზიის გამომწვევი საშუალება.

## 2. ალკანების დი- და პოლიჰალოგენაზარეზი

დი- და პოლიჰალოგენაერთები შეიძლება გავარჩიოთ იმის მიხედვით, თუ რომელი ჰალოგენის ატომებს შეიცავს მოლეკულა და როგორ არიან ჰალოგენის ატომები განაწილებული მასში. თუ ერთ და იმავე ნახშირბადატომთან დგას ჰალოგენის ორივე ატომი, მაშინ მათ უწოდებენ ჰემინალურ ჰალოგენაერთებს, ხოლო თუ ჰალოგენის ატომები იმყოფებიან მეზობელ ნახშირბადატომებთან, მაშინ მათ უწოდებენ ვიცინალურს.

ჰალოგენალკილების იზომერია დამოკიდებულია ნახშირბადატომთა ჩონჩხის აგებულებასა და ჰალოგენების ადგილმდებარეობაზე მოლეკულაში. მათ სახელწოდება შეიძლება მიეცეთ სხვადასხვა წესით. ენევის ნომენკლატურით სახელწოდება გამოყავთ ალკილჰალოგენიდების სახელწოდების მსგავსად. მათ სახელს არქმევენ ნახშირწყალბადრადიკალის სახელწოდების მიხედვითაც. ამასთან, თუ დიჰალოგენაერთებში ჰალოგენის ორივე ატომი დგას ჯაჭვის განაპირა ნახშირბადატომთან, მაშინ მათი სახელწოდება ბოლოვდება ილმენ-ით. თქმულის საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ რამდენიმე მაგალითს:

$CH_2Cl_2$  დიქლორმეთანი, ქლორმეთილენი

$CHCl_3$  ტრიქლორმეთანი, ქლოროფორმი

$CCl_4$  ტეტრაქლორმეთანი, ოთხქლორიანი ნახშირბადი

$CH_3-CHCl_2$  1,1-დიქლორეთანი, ქლორეთილიდენი

$CH_2Cl-CH_2Cl$  1,2-დიქლორეთანი, ქლორეთილენი

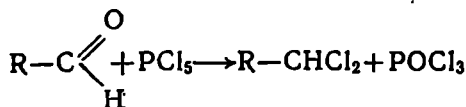
$CH_2Cl_2-CH_2Cl$  1,2-ტრიქლორეთანი

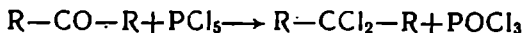
$CCl_3-CCl_3$  ჰექსაქლორეთანი

$CH_2Cl-CH_2-CH_2Cl$  1,3-დიქლორპროპანი, ქლორტრიმეთილენი

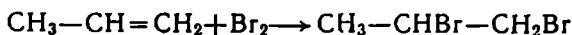
მიღების საშუალებანი. 1. დი- და პოლიჰალოგენაერთები მიიღებიან ალკანების ჰალოგენირებით. ასე მაგალითად, დი- ტრი- და პოლიქლორმეთანის მიღებისათვის მეთანის პოლიქლორირება წარმოადგენს იაფ და ეფექტურ საშუალებას (გვ. 92).

2. ჰემინალური დიჰალოგენაერთები მიიღებიან ალდეჰიდებსა და და კეტონებზე ფოსფორის პენტაჰალოგენიდის მოქმედებით:

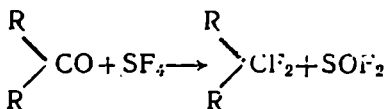




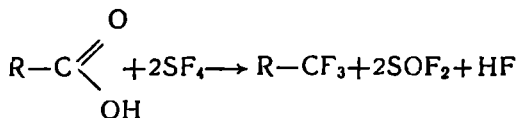
3. ვიცინალური დიჰალოგენნაწარმები მიიღებიან ოლეფინებზე ჰალოგენის მოქმედებით:



4. ჰემინალურ დიეტორნაწარმებს დებულაობენ კეტონებზე ოთხ-ეტორიანი გოგირდის მოქმედებით:



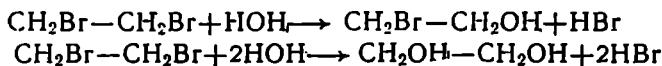
თუ ტეტრაეტორგოგირდით ვიმოქმედებთ კარბონმჟავებზე, მაშინ მიიღება 1,1,1-ტრიეტორნაწარმი:



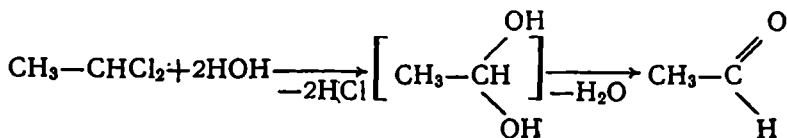
**ფიზიკური თვისებები.** დი- და პოლიჰალოგენნაერთები არიან მძიმე ზეთისებური სითხეები ან მყარი ნივთიერებები, რომლებიც წყალში არ იხსნებიან. ზოგიერთი მათგანი არის კარგი ორგანული გამხსნელი.

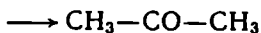
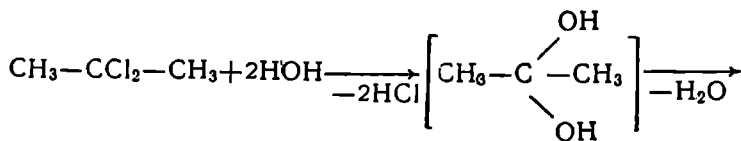
**ქიმიური თვისებები.** დი- და პოლიჰალოგენნაერთები, მსგავსად ალკილჰალოგენიდებისა, შედიან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებში ნუკლეოფილურ რეაგენტებთან.

ვიცინალურ და ჰემინალურ დიჰალოგენნაერთებში ჩანაცვლების რეაქციები მიმდინარეობს განსხვავებულად. პირველ შემთხვევაში (ვიცინალური) ჰალოგენის ატომები სხვადასხვა ატომთა ჯგუფებით იცვლებიან ცალ-ცალკე ან ორივე ერთად:

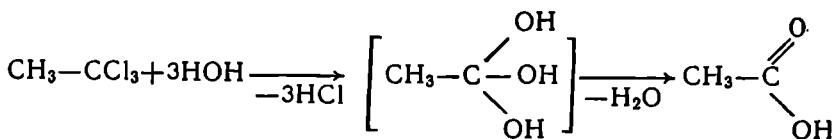


მეორე შემთხვევაში (ჰემინალური), ჰალოგენის ორივე ატომი ჩანაცვლება ერთდროულად. მაგალითად, წყლის მოქმედებით გვაძლევს ალდეჰიდებსა და კეტონებს:





თუ ჰალოგენის სამი ატომი დაკავშირებულია ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან, მაშინ ასეთი ნაერთები წყლის მოქმედებით გარდაიქმნებიან მჟავებად:



ცალკეული წარმომადგენლები. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვთ მეთანის დაქლორების პროდუქტებს:  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ . ეს ნივთიერებები არიან არაპოლარულ და სუსტპოლარულ ნივთიერებათა ძვირფასი გამხსნელები.

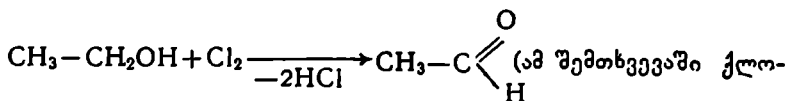
ქლორმეთილენი ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) სითხეა, დუღს  $41^\circ\text{C}$ -ზე. იყენებენ როგორც კარგ ორგანულ გამხსნელს. გამოყენებულია აგრეთვე ორგანულ სინთეზში.

იოდმეთილენი ( $\text{CH}_2\text{I}_2$ ) ყვითელი ფერის სითხეა, აქვს დიდი ფარდობითი სიმკვრივე ( $3,333$   $15^\circ\text{C}$ -ზე). დიდი სიმკვრივის გამო მას, იყენებენ მინერალების დასაყოფად. იგი გამოყენებულია აგრეთვე სინთეზური მიზნებისათვის.

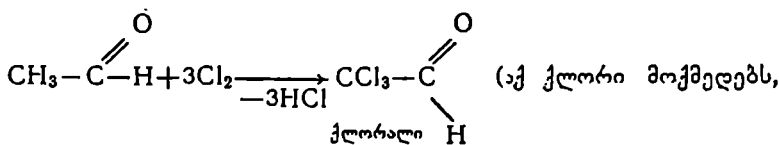
ეთილენქლორიდს ( $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ ) სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ ეთილენზე ქლორის მოქმედებით. სითხეა (დუღ. ტემპ.  $84^\circ\text{C}$ ). არის ფისებისა და ცხიმების იაფფასიანი გამხსნელი. ამ მიმართულებით მის გამოყენებას ზღუდავს ის, რომ იგი საწამლაია. ძირითადად იგი გამოყენებულია ვინილქლორიდის მისაღებად.

ქლოროფორმი ( $\text{CHCl}_3$ ). ქლოროფორმს გარდა მეთანის ქლორირებისა, სამრეწველო გზითაც ღებულობენ ეთილის სპირტის ან კიდევ აცეტონისაგან მათზე ქლორის, მათეთრებელი კირის და ტუტის მოქმედებით.

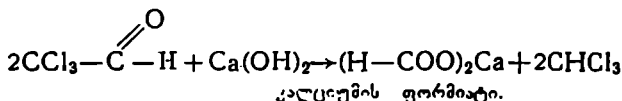
ა) სპირტიდან:



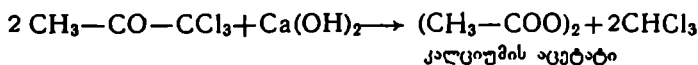
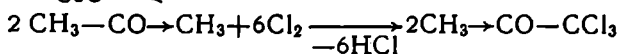
რი მოქმედებს, როგორც დამჟანგავი)



როგორც მაქლორირებელი



ბ) აცეტონიდან:



ქლოროფორმი დამახასიათებელი სუნის სითხეა, რომელიც დღეს 61°C-ზე. იგი წინათ ფართოდ იყო გამოყენებული, როგორც სრული ანესტეზიის გამომწვევი საშუალება. იმის გამო, რომ იგი აზიანებს გულს, მას აღნიშნული მიმართულებით აღარ იყენებენ. ქლოროფორმი ჰაერის უანგბადის გავლენით ნელა იჟანგება. დაჟანგვისას მისგან წარმოიქმნება ძლიერ მომწამლავი ნივთიერება ფოსგენი (COCl<sub>2</sub>). ქლოროფორმის სტაბილიზაციისათვის და იმისათვის, რომ დაიშალოს წარმოქმნილი ფოსგენი, უმატებენ 1%-მდე ეთილის სპირტს. ქლოროფორმი შენახულ უნდა იქნეს სინათლისათვის გაუვალ, ჰერმეტიკულად დახშულ კურჭელში. ქლოროფორმს იყენებენ როგორც ორგანულ გამხსნელსა და საწყის ნივთიერებას ორგანულ სინთეზში.

ქლოროფორმი უნდა ვიხმართ დიდი სიფრთხილით, უსაფრთხოების წესების სრული დაცვით.

იოდოფორმი (CHI<sub>3</sub>). იოდოფორმი მიიღება სპირტის ან აცეტონისაგან (საერთოდ სპირტებისაგან საერთო ფორმულით CH<sub>3</sub>-CHOH-R ან კეტონებისაგან საერთო ფორმულით CH<sub>3</sub>-CO-R) მათზე იოდისა და ტუტის მოქმედებით (იოდოფორმული რეაქცია).

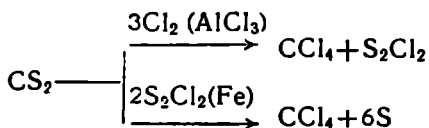
იოდოფორმის წარმოქმნა ეთილის სპირტიდან მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



იოდოფორმი წარმოადგენს ყვითელი ფერის, დამახასიათებელი ცუდი სუნის კრისტალებს, რომელიც ღლვება 119°C-ზე. გამოყენებულია, როგორც ანტისეპტიკი ჰრილობების მკურნალობის დროს.

ტეტრაქლორმეთანი (CCl<sub>4</sub>). ტეტრაქლორმეთანს, როგორც აღნიშ-

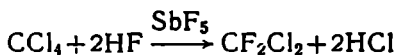
ნული იყო, ლებულობენ მეთანის ქლორირებით, მას ლებულობენ აგრეთვე გოგირდნახშირბადის ქლორირებითაც:



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

$\text{CCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{COCl}_2 + 2\text{HCl}$ . განსაკუთრებით დიდი სიფრთხილვა საჭირო მაშინ, როცა ხანძარს აქრობენ ტეტრაქლორმეთანით დახშულ შენობაში. ასევე საჭიროა სიფრთხილით გამოვიყენოთ იგი, როგორც გამხსნელი. ტეტრაქლორმეთანი, გარდა აღნიშნულისა, გამოიყენება ორგანულ სინთეზში, როგორც საწყისი ნივთიერება.

პოლიფტორნახშირწყალბადებიდან (ფრეონები) ყურადღებას იპყრობს დიფტორდიქლორმეთანი  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (ფრეონი-12), რომელიც მიიღება ტეტრაქლორმეთანზე ფტორწყალბადის მოქმედებით,  $\text{SbF}_5$ -ის თანაობისას:



ფრეონების ბევრი წარმომადგენელი ხასიათდება სიმტკიცით. ისინი ჰიდროლისს არ განიცდიან, რის გამოც არ იწვევენ მეტალთა კოროზიას. აქვთ დაბალი დუღილის ტემპერატურა. ადვილად გადადიან გაზური მდგომარეობიდან სითხის მდგომარეობაში და, პირიქით. ამასთან ფრეონი-12 და ნაჯერი ფტორნახშირწყალბადები არატოქსიკურნი არიან. ამ თვისებების გამო დიფტორდიქლორმეთანი გამოყენებულია მაციკრებში, როგორც გამაციკვებელი აგენტი. საინტერესოა, რომ თუ ფრეონი-12 და ნაჯერი ფტორნახშირწყალბადები არატოქსიკურნი არიან, პერფტორიზობუტილენი ( $\text{CF}_3-\text{C}=\text{CF}-\text{CF}_3$ ) გამოირ-



ჩვეა განსაკუთრებული ტოქსიკური თვისებით და იგი გაცილებით უფრო ტოქსიკურია, ვიდრე ფოსგენი.

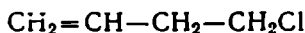
ტრიფტორქლორბრომმეთანი, რომელსაც სხვაგვარად ფტოროტანი ეწოდება, ანესთეზიის გამომწვევი ეფექტური საშუალებაა.

ამ რიგის ჰალოგენნაერთებიდან განხილულ იქნება ოლეფინური ჰალოგენნაერთები. იზომერია ამ რიგის ნაერთებში განპირობებულია ნახშირბადატომთა ჩონჩხის სტრუქტურით, მოლეკულაში ჰალოგენებისა და ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობით. იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობა უჭირავს ორმაგი ბმის მიმართ ჰალოგენის ატომს, არჩევენ სამი ტიპის ნაერთებს:

ა) ნაერთები, როცა ჰალოგენატომი იმყოფება ორმაგბმიან ერთ-ერთ ნახშირბადატომთან. მაგ.,  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$  (ასეთ სისტემებს ეწოდებათ ვინილის ტიპის ჰალოგენნაერთები).

ბ) ნაერთები, როცა ჰალოგენატომი დაკავშირებულია იმ ნახშირბადატომთან, რომელიც იმყოფება ორმაგბმიანი ნახშირბადატომის მეზობლად. მაგ.,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$  (ასეთ სისტემებს, ეწოდებათ ალილის ტიპის ჰალოგენნაერთები).

გ) ნაერთები, როცა ჰალოგენატომი დგას ორმაგბმიან ნახშირბადატომისაგან უფრო მეტად დაშორებულ ნახშირბადატომთან. მაგ.,



ნომენკლატურის მხრივ არ არსებობს პრინციპული განსხვავება ალკილჰალოგენიდებსა და უნაჯერ ჰალოგენნაერთებს შორის:

$\text{CH}_2=\text{CHCl}$  ქლორეთენი, ვინილქლორიდი

$\text{CH}_2=\text{CCl}_2$  1,1-დიქლორეთენი, ქლორვინილიდენი

$\text{CHCl}=\text{CHCl}$  1,2-დიქლორეთენი

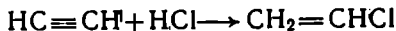
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$  3-ქლორ-1-პროპენი, ალილქლორიდი

$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCl}$  1-ქლორ-1-პროპენი

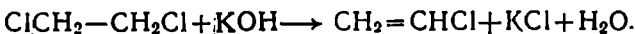
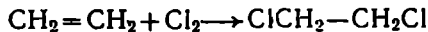
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$  4-ქლორ-1-ბუტენი

მიღების საშუალებანი. ვინილჰალოგენიდებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ვინილქლორიდი, რომელსაც მრეწველობაში ლებულობენ:

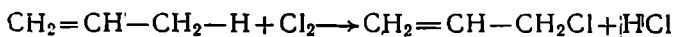
ა) აცეტილენზე ქლორწყალბადის მოქმედებით:



ბ) ჯერ ეთილენზე ქლორის მოქმედებით ლებულობენ დიქლორეთანს, რომელზეც კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტიანი ხსნარის მოქმედებით მიიღება ვინილქლორიდი:



ალილქლორიდს სამრეწველო მასშტაბით დებულობენ პროპილენის ქლორირებით (400°C):

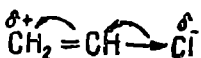


ამ დროს 1,2-დიქლორპროპანი  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{CH}_3$  წარმოიქმნება უმნიშვნელო ოდენობით.

ფიზიკური თვისებების მხრივ აქ ვხვდებით იგივე კანონზომიერებას, რაც საერთოდ დამახასიათებელია ჰომოლოგიური რიგისათვის.

ქიმიური თვისებები. ქიმიური თვისებების მხრივ ზემოთ აღნიშნულ ნაერთთა ტიპებს ახასიათებთ ერთმანეთისაგან განსხვავებული თვისებებურებანი.

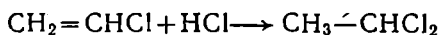
ვინილის ტიპის ჰალოგენნაერთების თვისებებურებაა  $S_N1$  და  $S_N2$  ტიპის რეაქციებისადმი ინერტულობა. ვინილქლორიდში ჰალოგენი ძნელად მოძრავია. ისინი არ რეაგირებენ წყალთან, ტუტესთან, ვერცხლის ნიტრიტთან, ციანწყალბადმქავის მარილებთან და სხვა. ამასთან ორმაგ ზმასთან შეერთების რეაქციები მიმდინარეობს ძალიან ნელა. ყველაფერი ეს აიხსნება იმით, რომ ამ ნაერთებში ქლორის ატომის თავისუფალი ელექტრონები შეუღლებულია ორმაგ ზმასთან:



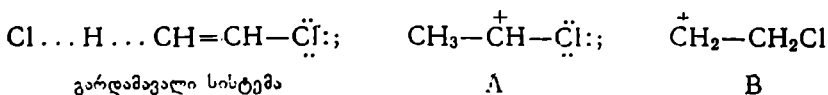
ასეთ შეუღლებას თან ახლავს ნახშირბადასა და ქლორის შორის მანძილის შემცირება  $0,07\text{\AA}$ -ით:



ჰალოგენატომის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტი ძლიერ ამცირებს ორმაგი ბმის ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს. ამიტომაც რომ ელექტროფილური შეერთება მიმდინარეობს ნელა და ქლორწყალბადის მიერთება ხდება მარკოვნიკოვის წესით:



ამ რეაქციის დროს შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს გარდამავალი სისტემებისა და ორი სხვადასხვა კატიონის (A და B) წარმოქმნას:

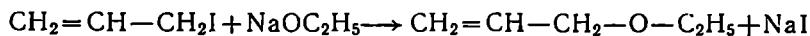
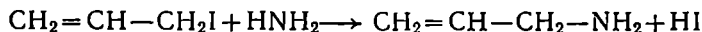


თერმოდინამიკურად კატიონი A უფრო სტაბილურია, ვიდრე კა-

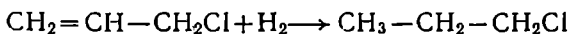


ტიონი B. ამიტომ ცხადია, რეაქცია უნდა მიმდინარეობდეს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად.

ალილჰალოგენიდები, განსხვავებით ვინილჰალოგენიდებისაგან, ძალიან ადვილად შედიან  $S_N1$  და  $S_N2$  ტიპის ჩანაცვლების რეაქციებში.



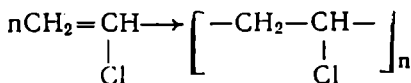
ალილის ტიპის ჰალოგენნაერთები ადვილად მონაწილეობენ აგრეთვე შეერთების რეაქციებში:



მესამე (გ) ტიპის ჰალოგენნაწარმები ძირითადად ისეთივე თვისებებს იჩენენ, რაც დამახასიათებელია ჰალოგენალკილებისა და ოლეფინებისათვის.

კერძო წევრებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს ვინილქლორიდს, ალილქლორიდს, ქლოროპრენსა და ტეტრაფტორეთილენს.

ვინილქლორიდი გაზია. იგი უმთავრესად გამოყენებულია პოლივინილქლორიდის მისაღებად:



პოლივინილქლორიდი

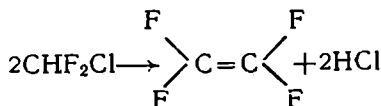
პოლივინილქლორიდს იყენებენ საიზოლაციო მასალების, წყალგაუვალი ლაბადების, საკრაფი ფირფიტებისა და სხვათა დასამზადებლად. მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ პოლივინილქლორიდი საკმაოდ დიდი კანცეროგენული თვისებისაა.

ალილქლორიდი წარმოადგენს უფერო სითხეს, რომელიც დუღს  $45^\circ C$ -ზე. გამოყენებულია, როგორც საწყისი ნივთიერება, გლიცერინის მისაღებად.

ქლოროპრენი სითხეა. დუღს  $59^\circ C$ -ზე. მიიღება ვინილაცეტილენზე ქლორწყალბადის მოქმედებით (გვ. 129). გამოყენებულია ძვირფასი თვისების მქონე კაუჩუკის მისაღებად.

ქლოროპრენიდან მიღებული კაუჩუკი ცვეთის ძალებისადმი მდგრადია.

ტეტრაფტორეთილენი მიიღება ქლორდიფტორმეთანის პიროლიზით ( $600 - 800^\circ C$ ):



ტეტრაფტორეთილენი წარმოადგენს გაზს, რომელიც დუღს  $-76,3^{\circ}\text{C}$ -ზე.

ტეტრაფტორეთილენი უნდადის ან პეროქსიდული ნაერთების თანაობით მაღალი წნევის ქვეშ განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება პოლიფტორეთილენი ანუ ტეფლონი, რომელიც იჩენს დიდ ქიმიურ ინერტულობას. მასზე არ მოქმედებს ტუტეები (გარდა გამლღვლი ტუტეებისა), კონცენტრირებული  $\text{HNO}_3$  და  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ორგანული გამსხნელები და სხვა. მისგან ამზადებენ ქიმიურად მდგრად დეტალებს აპარატურებისათვის, იყენებენ შემამჭიდროებელ მასალად და სხვა. მისი გამოყენება შეიძლება  $-70^{\circ}\text{C}$ -დან  $+250^{\circ}\text{C}$ -მდე ფარგლებში.

## თ ა ვ ი X

### ს პ ი რ ტ ე ბ ი

სპირტები შეიცავენ ერთ ან რამდენიმე ჰიდროქსილის ჯგუფს. ჰიდროქსილის ჯგუფების რაოდენობის მიხედვით შეიძლება გავარჩიოთ ერთატომიანი, ორატომიანი, სამატომიანი და უფრო მრავალატომიანი სპირტები.

#### 1. ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები (ალკანოლები)

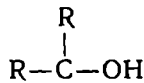
ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ნაჯერი ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. მათი ზოგადი ფორმულაა  $\text{C}_n\text{H}_{n+1}\text{OH}$ . იმის მიხედვით, თუ რომელად ნახშირბადატომთან იმყოფება ჰიდროქსილის ჯგუფი, არჩევენ პირველად, მეორეულ და მესამეულ სპირტებს:



პირველად სპირტი

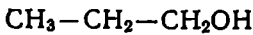


მეორეული სპირტი

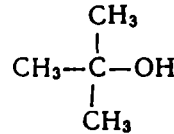
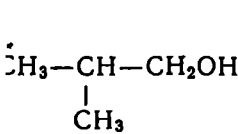
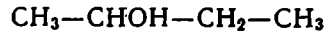
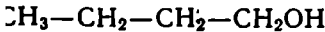


მესამეული სპირტი

**იზომერია.** იზომერია სპირტებში განპირობებულია ნახშირბადატომების ჩონჩხის აგებულებითა და ჰიდროქსილის ადგილმდებარეობით მოლეკულაში. პირველ ორ წევრს ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) იზომერი არა აქვს. იზომერია იწყება მესამე წევრიდან და აქვს ორი იზომერი:



$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  შედგენილობის სპირტს აქვს შემდეგი იზომერები:



ნომენკლატურა. ერთატომიან ნაჭერი რიგის სპირტებს (ალკანოლები) სახელწოდებას აძლევენ ტრივიალური, რაციონალური, ვენესისა და IUPAC ნომენკლატურით. უკანასკნელი ორი ნომენკლატურის შემთხვევაში გრძელ ჯაჭვში განლაგებული ნახშირბადატომები ენდა დაინომროს ჯაჭვის იმ ბოლოდან, სადაც უფრო ახლოა ჰიდროსილის ჯგუფი. შესაბამისი ალკანის სახელწოდების დაბოლოება—ი ენდა შევცვალოთ **ოლ**-ით.

ზოგიერთი ალკანოლის სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურით მოცემულია 26-ცხრილში.

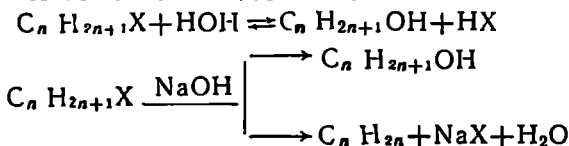
ც ხ რ ი ლ ი 26

ალკანოლების სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურის მიხედვით

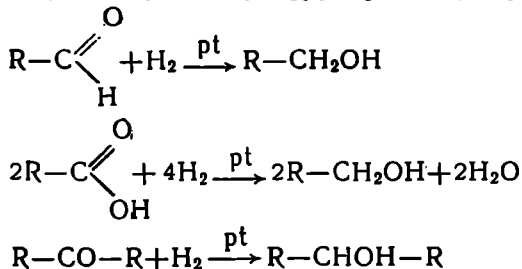
ფორმულა	ტრივიალური	რაციონალური	ვენესის	IUPAC-ის
$\text{H}_3\text{OH}$	მეთილის ანუ ხის სპირტი	კარბინოლი	მეთანოლი	მეთანოლი
$\text{H}_3-\text{CH}_2\text{OH}$	ეთილის ანუ ღვინის სპირტი	მეთილკარბინოლი	ეთანოლი	ეთანოლი
$\begin{array}{c} 2 \quad 1 \\ \text{H}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \\ \text{H}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3 \end{array}$	პროპილის სპირტი იზოპროპილის ანუ მეორეული პროპილის სპირტი	ეთილკარბინოლი დიმეთილკარბინოლი	პროპანოლ-1 პროპანოლ-2	1-პროპანოლი 2-პროპანოლი
$\begin{array}{c} 3 \quad 2 \quad 1 \\ \text{H}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH} \\ \text{H}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$	ბუტილის სპირტი მეორეული ბუტილის სპირტი	პროპილკარბინოლი მეთილეთილკარბინოლი	ბუტანოლ-1 ბუტანოლ-2	1-ბუტანოლი 2-ბუტანოლი
$\begin{array}{c} 2 \quad 1 \\ \text{H}_3-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 \\ \text{H}_3-\text{COH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	პირველადი იზობუტილის სპირტი მესამეული იზობუტილის სპირტი	იზოპროპილკარბინოლი ტრიმეთილკარბინოლი	2-მეთილპროპანოლ-1 2-მეთილპროპანოლ-2	2-მეთილ-1-პროპანოლი 2-მეთილ-2-პროპანოლი

მიღების საშუალებანი. 1. სპირტები მიიღებიან ჰალოგენალკილების ჰიდროლიზით.

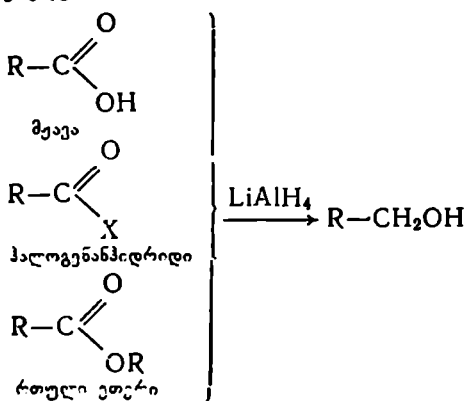
ჰალოგენალკილისა და წყლის ურთიერთმოქმედება მაღალ ტემპერატურაზედაც კი ძალიან ნელა მიმდინარეობს და თანაც რეაქცია შეეცევა. ტუტეების მოქმედებით ჰალოგენატომის შეცვლა ჰიდროქსილით სწრაფად მიმდინარეობს, მაგრამ ამავე დროს ადგილი აქვს ოლეფინების მცირე რაოდენობით წარმოქმნასაც. ჰალოგენალკილიდან ჰალოგენწყალბადის მოწყვეტის გამო:



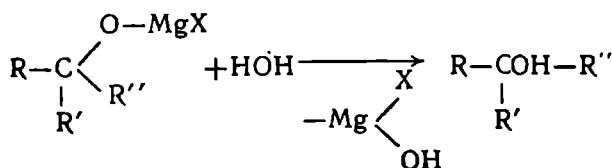
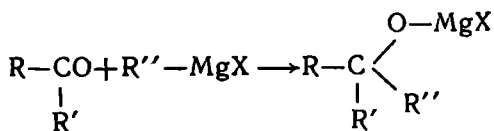
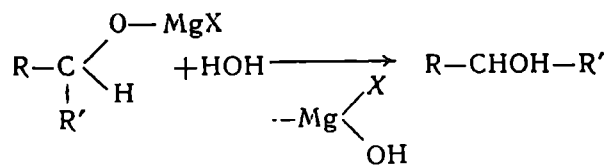
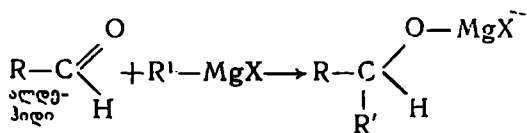
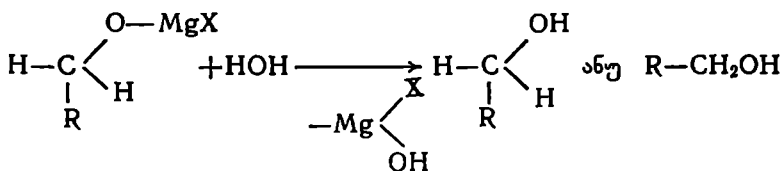
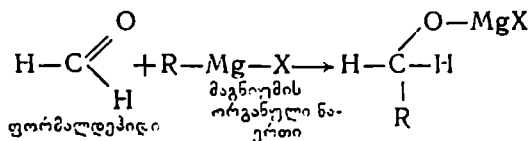
2. სპირტები მიიღებიან ალდეჰიდების, კეტონებისა და მჟავების კატალიზური აღდგენით. ალდეჰიდები და მჟავები აღდგენით იძლევიან პირველად სპირტებს, ხოლო კეტონები — მეორეულ სპირტებს:



ლითიუმალუმინჰიდრიდის (LiAlH<sub>4</sub>) ან ნატრიუმბორჰიდრიდის (NaBH<sub>4</sub>), როგორც აღმდგენლების მჟავებთან, მჟავების ანჰიდრიდებთან, მჟავათა ჰალოგენანჰიდრიდებთან და მჟავათა რთულ ეთერებთან მოქმედებით მიიღებიან შესაბამისი პირველადი სპირტები:

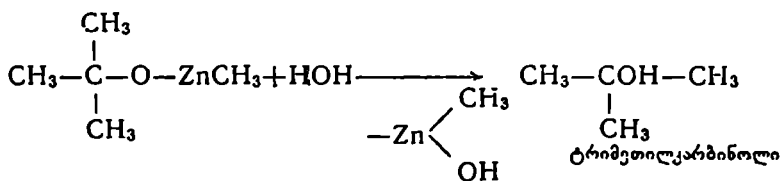
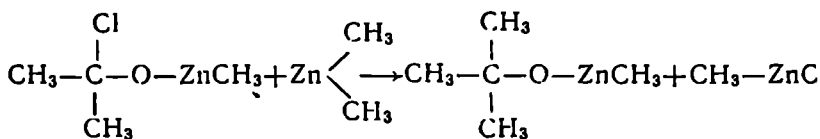
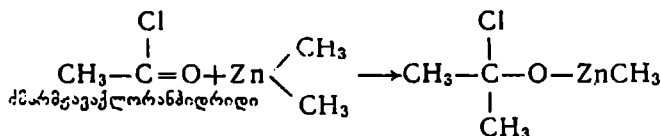


3. სპირტები მიიღებიან ალდეჰიდებზე, ასევე კეტონებზე მაგნიუმისა ან თუთიის ორგანული ნაერთების მოქმედებით. ფორმალდეჰიდიდან მიიღება პირველადი სპირტი, დანარჩენი ალდეჰიდებიდან მეორეული, ხოლო კეტონებიდან — მესამეული სპირტი:

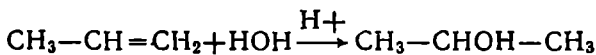


სადაც R, R' და R'' შეიძლება იყოს ერთი და იგივე ან სხვადასხვა ალკილი.

ისტორიული თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს თუთიის ორგანული ნაერთის გამოყენებით მესამეული სპირტის — ტრიმეთილკარბინოლის სინთეზს, რომლის არსებობა ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის ფუძემდებელმა ა. მ. ბუტლეროვმა იწინასწარ მეტყველა და თვითონ განახორციელა მისი მიღება ძმარმეაქლორანჰიდრიდზე დიმეთილთუთიის მოქმედებით:

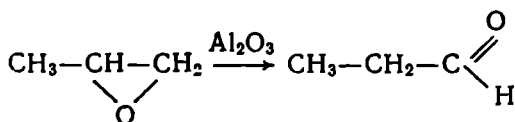


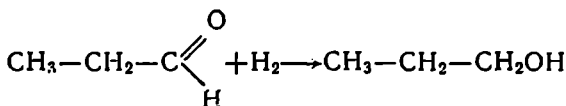
4. სპირტები წარმოიქმნებიან ალკენების ჰიდრატაციით, კატალიზატორების ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$  და სხვა) თანაობით.



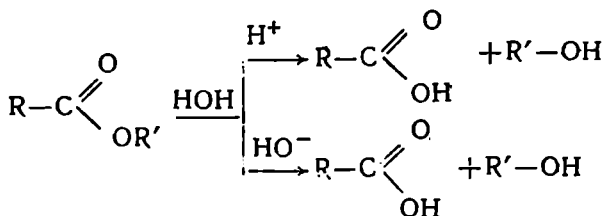
რეაქციის მექანიზმი (იხ. გვ. 113).

5. ალკენების ოქსიდები  $300-400^\circ\text{C}$ -ზე გახურებით კატალიზატორების ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  და სხვა) თანაობით განიცდიან იზომერიზაციას და გადადიან ალდეჰიდებში, რომელთა ალდგენით მიიღებიან სპირტები:



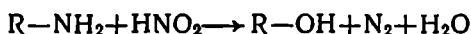


6. ორგანული მკავეების რთული ეთერები მკავე ან ტუტე გარემოში განიცდიან ჰიდროლიზს და წარმოიქმნება მკავეები და სპირტები:

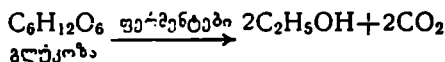


ორგანულ მკავეათა რთული ეთერები ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში და მათი ჰიდროლიზით ღებულობენ მრავალ სხვადასხვა მკავესა და სპირტს.

7. პირველადი ამინები და აზოტოვანი მკავე ურთიერთმოქმედებენ და წარმოიქმნება სპირტები:



8. ზოგიერთი შაქარი — გლუკოზა, ფრუქტოზა, ჩვეულებრივი შაქარი (საქაროზა) და სხვა შაქარი — სპირტული ღუღილის გამომწვევი ფერმენტების გავლენით გარდაიქმნება ღვინის სპირტად და ნახშირორჟანგად. მაგალითად, გლუკოზის სპირტული ღუღილი ზოგადად შეიძლება გამოისახოს ტოლობით:

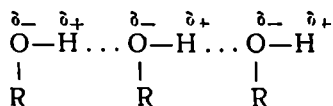


ფიზიკური თვისებები. სპირტები პირველი წევრიდან თერთმეტამდე ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა წარმოადგენენ სითხეებს, რომლიდანაც პირველი სამი წევრი ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში. შემდეგ ხსნადობა თანდათან მცირდება და მყარი სპირტები თითქმის სრულებით აღარ იხსნებიან წყალში. პირველ სამ წევრს აქვს ღვინის სპირტის სუნი. დანარჩენ სპირტებს, რომლებიც სითხეებს წარმოადგენენ, არასასიამოვნო სუნი აქვთ, ხოლო მყარ სპირტებს სუნი არა აქვთ. მათი სიმკვრივე 1-ზე ნაკლებია. სპირტების ფიზიკური თვისებიდან განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს მათი ანომალურად მაღალი ღუღილის ტემპერა-

ტურა შესაბამის ნახშირწყალბადებთან და ჰალოგენალკილებთან შედარებით.

სპირტების წყალში ხსნადობა და ლლობის ტემპერატურა თანდათან მცირდება მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად.

სპირტების ეს თვისებები აიხსნება ჰიდროქსილის ჯგუფის მაღალი პოლარული თვისებებით. როცა სპირტი თხევად ან მყარ მდგომარეობაშია, მაშინ ჰიდროქსილის ჯგუფის მაღალი პოლარობის გამო მოლეკულები არიან ასოცირებულ მდგომარეობაში. სპირტის მოლეკულათა შორის ასოცირება ხდება ერთი მოლეკულა სპირტის ჰიდროქსილის დადებითი წყალბადატომისა და მეორე მოლეკულა სპირტის ჰიდროქსილის უანგბადის უარყოფითი მუხტის ხარჯზე. ასეთი ხასიათის ასოცირების დროს სპირტის მოლეკულათა შორის წარმოიქმნება წყალბადური ბმა:



წყალბადური ბმა გაცილებით უფრო სუსტი ბმაა, ვიდრე ჩვეულებრივი ქიმიური ბმები, მაგრამ მიუხედავად ამისა, იგი დიდ როლს თამაშობს იმ ნაერთების თვისებების ჩამოყალიბებაში, რომლებშიაც იმყოფება წყალბადური ბმა.

სპირტების ფიზიკური თვისებებიდან ყურადღებას იპყრობს მათი სპეციფიკური თვისებები, რომელთა ჩამოყალიბებაზე არსებით გავლენას ახდენს წყალბადური ბმა. მაგალითად, ეთილის სპირტისათვის გაზურ ფაზაში, სადაც პრაქტიკულად აღარ არსებობს წყალბადური ბმა, ინფრაწითელი სპექტრის 3700 სმ<sup>-1</sup> უბანში არის შთანთქმის მკვეთრი ზოლი, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მოცემულ შემთხვევაში ჰიდროქსილის ჯგუფი იმყოფება თავისუფალ მდგომარეობაში. იმავე სპექტრში, როცა აღებულია ეთილის სპირტის (10%-ნი) ოთხქლორიანნახშირბადიანი ხსნარი, 3640 სმ<sup>-1</sup> უბანში შთანთქმის ზოლი ძნელი გასარჩევია, ხოლო 3350 სმ<sup>-1</sup> უბანში ჩნდება შთანთქმის ფართო ზოლი, რაც დამახასიათებელია ჰიდროქსილისათვის წყალბადურ ბმაში.

სპირტების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები მოცემულია 27-ე ცხრილში.

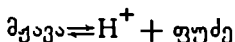


სპირტების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები

ფორმულა	სახელწოდება	ფულ-ტემპ. °C	ღვობის ტემპ. °C	სიმკვრივე $d_4^{20}$
CH <sub>3</sub> OH	მეთანოლი	64,7	-97,7	0,7924
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> OH	ეთანოლი	78,3	-114,5	0,789
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> OH	1-პროპანოლი	97,2	-127,0	0,804
CH <sub>3</sub> -CHOH-CH <sub>3</sub>	2-პროპანოლი	82,3	-83,5	0,785
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> OH	1-ბუტანოლი	117,7	-89,5	0,8097
CH <sub>3</sub> -CHOH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	2-ბუტანოლი	100	-114,7	0,808
CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>2</sub> OH	2-მეთილ-1-პროპანოლი	108,4	-108	0,801
$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 \\ \text{OH}_3-\text{COH}-\text{CH}_3 \end{array}$	2-მეთილ-2-პროპანოლი	83	+25,5	0,788
$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{CH}_2\text{OH} \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	1-დეკანოლი	231,0	+7,0	0,8287
	1-დოდეკანოლი	257,0	+24	0,831

ქიმიური თვისებები. სპირტების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია ჰიდროქსილის ჯგუფით. საერთოდ სპირტები ნეიტრალურ ნივთიერებებად ითვლებიან, მაგრამ ამასთან წყლის მსგავსად ამჟღავნებენ ამფოტერულობას. გარკვეულ წილად ახასიათებთ მჟავისა და ფუძის თვისებები. მჟავური დისოციაციის კონსტანტა (Ka) ეთანოლისათვის დაახლოებით შეადგენს 10<sup>-18</sup>, რაც წყლის დისოციაციის კონსტანტასთან შედარებით ნაკლებია. სპირტები, როგორც ფუძე, უტოლდებიან წყლის ფუძის სიძლიერეს.

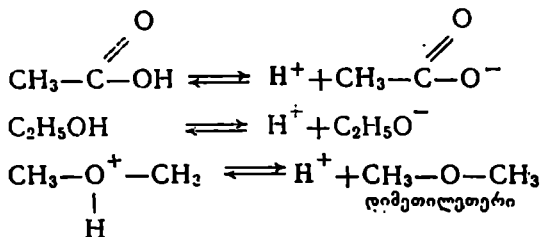
ცნებების — მჟავა და ფუძე — განზოგადება მოცემულია თეორიაში, რომელიც წამოყენებულია ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ბრენსტედისა და ლოურის მიერ. ამ თეორიის მიხედვით, მჟავა ისეთი ნივთიერებაა, რომლისგანაც შეიძლება პროტონის მოწყვეტა, ხოლო მოლეკულის ის ნაწილი, რომელიც გაჩნდა პროტონის მოწყვეტის შედეგად, არის ფუძე. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, მჟავა ის ნივთიერებაა, რომელიც ცდილობს გასცეს პროტონი, ხოლო ფუძე — რომელიც ცდილობს შეიერთოს პროტონი:



ფუძე მიიზიდავს პროტონს და გარდაიქმნება მჟავად, რომელსაც ეწოდება მოცემული ფუძის შეუღლებული მჟავა და პირიქით, წარმოქმნილი ფუძე არის მოცემული მჟავის შეუღლებული ფუძე. მაგალითად:

მეავეა

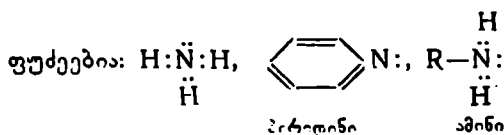
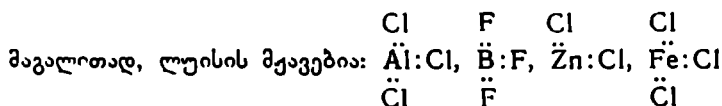
ფუძე



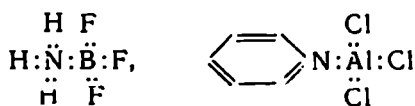
დიმეთილპიროქსონიუმი

აღნიშნული ნაერთები არიან ერთმანეთთან შეუღლებული მეავეები და ფუძეები.

გ. ლუისმა კიდევ უფრო განაზოგადა ცნებები — მეავეა და ფუძე. ლუისის მახედვით მეავეა შეიძლება ეწოდოს ის ნივთიერებას, რომელსაც შეუძლია შეიერთოს წყვილი ელექტრონი, ხოლო ფუძეა ის, რომელსაც აქვს გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი.



მეავეებისა და ფუძეების ურთიერთმოქმედებით ელექტრონული წყვილი საერთო ხდება, რის შედეგადაც მიიღება მარილის მსგავსი ნივთიერებები:



პირსონმა შემოიტანა ტერმინები — მაგარი და რბილი, მეავეები და ფუძეები. რბილ მეავეებს იგი უწოდებს იმას, რომლის აქცეპტორულ ატომს აქვს ერთი ან მეტი ქვემოთ ჩამოთვლილი მახასიათებლები: მცირე დადებითი ან ნულოვანი მუხტი, დიდი მოცულობა და რამდენიმე ადვილად აღგზნებადი გარე შრის ელექტრონები. ასეთებია:  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{I}^+$ ,  $\text{HO}^+$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{Br}_2$ , ტრინიტრობენზოლი, ქლორანილინი, კარბენი ( $:\text{CH}_2$ ) და სხვა.

მაგარი ის მკვებია, რომელთა აქცეპტორულ ატომს აქვს მცირე მოცულობა, მაღალი დადებითი დაჯანგვის ხარისხი და მაღალ ელექტრონულ დონეზე არა აქვთ ადვილად აღზნებადი გარე შრის ელექტრონები. ასეთებს მიეკუთვნება:  $H^+$ ,  $Li^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Be^{2+}$ ,  $Al(CH_3)_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $AlH_3$ ,  $R-PO_2^+$ ,  $R-O-PO_2^-$ ,  $I^{7+}$ ,  $Cl^{7+}$ ,  $R-CO^-$ ,  $CO_2$ ,  $NC^+$  და სხვა.

რბილ ფუძეებს პირსონი უწოდებს იმათ, რომლებიც ხასიათდებიან დიდი პოლარიზებულობით, მცირე ელექტროუარყოფითობით, დონორული ატომის ადვილად დაჯანგვით და აქვთ მცირე ენერჯის მქონე ვაკანტური ორბიტალი.

ასეთებია:  $R_2S$ ,  $RSH$ ,  $R-S^-$ ,  $I^-$ ;  $CN^-$ ,  $C_2H_4$ ,  $H^-$ ,  $R^-$  და სხვა.

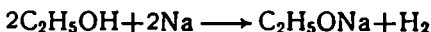
მაგარი ფუძეებია ისინი, რომელთა დონორული ატომი ხასიათდება მცირე პოლარიზებულობით, დიდი ელექტროუარყოფითობით, ძნელად აღიზნებიან და აქვთ დიდი ენერჯის ვაკანტური ორბიტალი. მაგალითად, ასეთებია:

$H_2O$ ,  $OH^-$ ,  $F^-$ ,  $CH_3-COO^-$ ,  $Cl^-$ ,  $R-OH$ ,  $NH_3$ ,  $R-NH_2$  და სხვა.

სპირტების ყველა იმ ქიმიურ გარდაქმნებში, რომლებიც მიმდინარეობს ჰიდროქსილის ჯგუფის მონაწილეობით, ადგილი აქვს  $O-H$  და  $C-O$  ბმის გაწყვეტას.

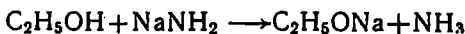
### ალკოჰოლატების წარმოქმნა

1. სპირტები, როგორც მკვება ბუნების ნაერთი, რეაქციაში შედის ისეთ ძლიერ ელექტროდადებით მეტალებთან, როგორც არის  $Na$ ,  $K$ ,  $Mg$ ,  $Al$  და წარმოიქმნება შესაბამისი ალკოჰოლატი:

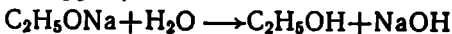


ნატრიუმეთილატი

ალკოჰოლატის წარმოქმნის რეაქცია მიმდინარეობს აგრეთვე ნატრიუმამიდთან და ნატრიუმჰიდრიდთან სპირტების მოქმედების დროს:



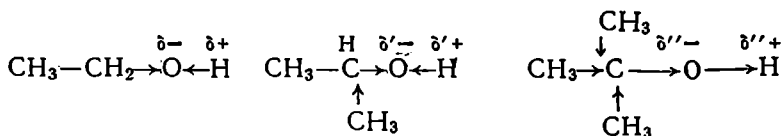
ალკოჰოლატები ოდნავ შემკვებული წყლის მოქმედებით გარდაიქმნებიან სპირტებად:



ეს მოვლენა ადასტურებს იმას, რომ წყალი უფრო მეტი მჟავური ბუნებით ხასიათდება, ვიდრე სპირტები.

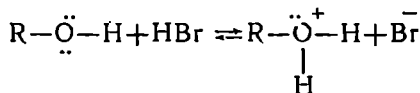
სპირტების მჟავური ბუნება პროგრესულად მცირდება პირველადი სპირტიდან მესამეულისაკენ, ეს აიხსნება იმით, რომ ალკილების დადებითი ინდუქციური ეფექტის (+I) გამო ჟანგბადის ატომთან ყველაზე მეტი სიდიდის მუხტის არის მესამეულ სპირტში და ყველაზე ნაკლები პირველადში, და ცხადია, რაც უფრო მეტი სიდიდის მუხტი იქნება ჟანგბადატომთან, მით უფრო მეტი ძალით მიიზიდავს წყალბადის ატომს, რომელიც ნაკლებად იქნება დადებითად დამუხტული და ასეთ შემთხვევაში სპირტი ნაკლებმჟავურ თვისებას გამოაჩვენებს.

თქმულის ნათელსაყოფად ერთმანეთს შევეუდაროთ სამი სხვადასხვა აგებულების სპირტის ფორმულა:

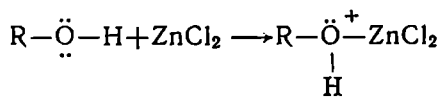
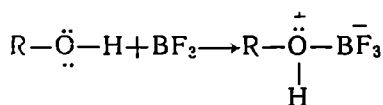


სადაც  $\delta'' > \delta' > \delta$

სპირტები, როგორც აღვნიშნეთ, წყლის მსგავსად იჩენენ სუსტი ფუძის თვისებებს. ისინი ძლიერი მჟავების მოქმედებით იძლევიან ალკილოქსონიუმის მარილებს:



ამის ანალოგიურად რეაგირებენ ლუისის ისეთ მჟავებთან, როგორცაა ტრიფტორბორი და თუთიის ქლორიდი:

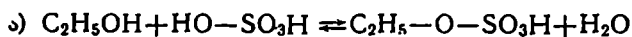


სპირტების ფუძე ბუნება თანდათან მცირდება მესამეული სპირტიდან პირველადისაკენ:

მესამეული > მეორეული > პირველადი.

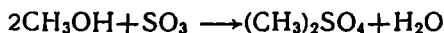
2. ეთერიფიკაცია. სპირტები შედიან რეაქციაში, როგორც მინე-

რალურ მჟავებთან, ასევე ორგანულ მჟავებთან და მიიღება რთული ეთერი:



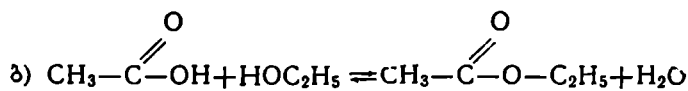
გოგირდმჟავას მონოეთილის  
ეთერი (მჟავე ეთერი)

სრული ეთერები (დიალკილსულფატები) მიიღებიან სპირტებზე ოლეუმის მოქმედებით:



დიმეთილსულფატი  
(გოგირდმჟავე ეთილის სრული ეთერი)

დიალკილსულფატები გამოიყენებიან ორგანულ სინთეზში, როგორც ხელმისაწვდომი მაალკილირებელი საშუალებანი.



მარმეაქეთილის ეთერი

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

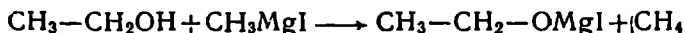
სპირტებისა და მჟავების ურთიერთქმედების რეაქციას, რომელიც მიმდინარეობს მარცხნიდან მარჯვნივ, ეწოდება ეთერიფიკაციის რეაქცია, ხოლო შექცევადს კი — ჰიდროლიზის ანუ გასაპვნის რეაქცია. იმისათვის, რომ რეაქცია წარემართოთ მარცხნიდან მარჯვნივ, საჭიროა რეაქციის სფეროდან ჩამოვაცილოთ წყალი ან გავზარდოთ სარეაქციოდ აღებული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

ორგანული მჟავებისა და სპირტების ურთიერთმოქმედებისათვის საჭიროა კატალიზატორი, რისთვისაც ხშირად იყენებენ გოგირდმჟავას, ქლორწყალბადსა და სხვა ნივთიერებას.

ნ. ა. მენშუტკინმა შეისწავლა ეთერიფიკაციის რეაქციის სიჩქარე და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ რთული ეთერების წარმოქმნის რეაქციის სიჩქარე ერთი და იგივე მჟავასთან პირველადი სპირტების შემთხვევაში დაახლოებით ორჯერ უფრო მეტია, ვიდრე მეორეულის და ოცჯერ უფრო მეტი მესამეულთან შედარებით.

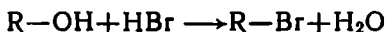
3. მაგნიუმორგანული ნაერთების მოქმედება. სპირტებზე მაგნიუმ-ორგანული ნაერთების მოქმედებით მიიღება მაგნიუმჰალოგენ-ალკოჰოლატი და ნაჯერი ნახშირწყალბადი. ნახშირწყალბადის წარმოქმნა ხდება მაგნიუმორგანული ნაერთის ალკლისა და სპირტის

ჰიდროქსილის წყალბადის ხარჯზე, მაგ. ეთილის სპირტზე მეთილმაგნიუმოიდის მოქმედებისას გამოიყოფა მეთანი:



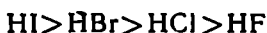
წარმოქმნილი მეთანის რაოდენობის განსაზღვრით ადვილად შეიძლება დავადგინოთ სპირტებში აქტიური წყალბადის რაოდენობა და საერთოდ ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობა. სპირტებში აქტიური წყალბადის რაოდენობის განსაზღვრის აღნიშნული მეთოდი თავდაპირველად შეიმუშავა ჩუგაევე-ცერევიტინოვმა.

4. ჰალოგენიდების წარმოქმნა. სპირტის ჰიდროქსილის ჯგუფის შეცვლას ჰალოგენებით ახორციელებენ ჰალოგენწყალბადმქაევას, ფოსფორის ჰალოგენიდების ( $\text{PCl}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{PBr}_3$ ) და თიონილქლორიდის ( $\text{SOCl}_2$ ) მოქმედებით სპირტებზე (გვ. 145):



მინერალურ მქაევებთან რეაქციაში ხველაზე უფრო ადვილად შედინან მესამეული და შედარებით უფრო ძნელად — პირველადი სპირტები.

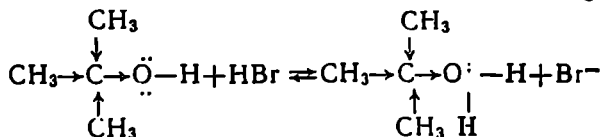
ჰალოგენწყალბადმქაევას რეაქციის უნარიანობას განსაზღვრავს ჰალოგენანიონის ნუკლეოფილური ძალა. ეს უკანასკნელი მცირდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

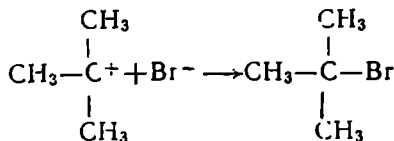
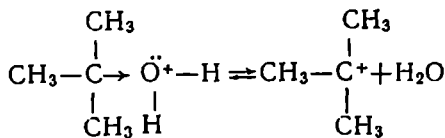


სპირტებისა და ჰალოგენწყალბადმქაევების ურთიერთმოქმედების რეაქცია შექცევადია. ამიტომ ხშირად რეაქციის პროცესში ჩართვენ ლუისის მქაევას ( $\text{ZnCl}_2$ ) ან კონცენტრირებულ გოგირდმქაევას, რომლებიც ასრულებენ კატალიზატორის როლს. კატალიზატორები აადვილებენ  $\text{C—O}$  ბმის გაწყვეტას და ამასთან რეაქციის სფეროდან გამოყავთ წყალი. ჩვეულებრივ ამ რეაქციების დროს იყენებენ გაზობრივ  $\text{HBr}$  და  $\text{HCl}$ -ს.

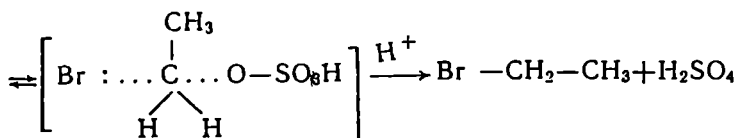
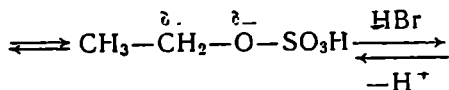
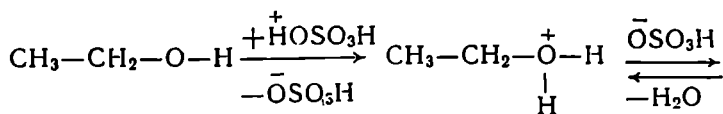
სპირტში ჰიდროქსილის შეცვლა ჰალოგენით (ჰალოგენწყალბადმქაევას მოქმედების შემთხვევაში) მიმდინარეობს მესამეული სპირტებისათვის  $\text{S}_{\text{N}}1$  პირველადი და მეორეულისათვის კი —  $\text{S}_{\text{N}}2$  მექანიზმით:

ა)  $\text{S}_{\text{N}}1$  მექანიზმი:





ბ) S<sub>N</sub>2 მექანიზმი:



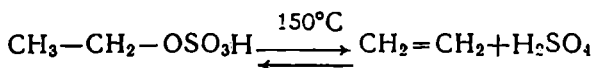
გარდამავალი მდგომარეობა

5. დეჰიდრატაცია. სპირტებზე წყალწამრთმევი ნივთიერებების (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; COOH, CuSO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ThO<sub>2</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, და სხვა)



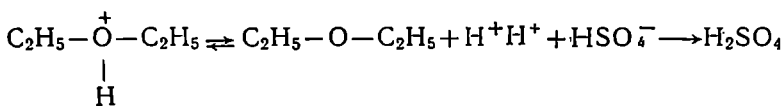
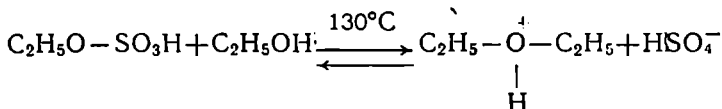
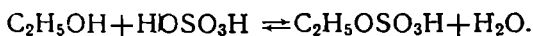
მოქმედებით, იმის მიხედვით თუ როგორ პირობებში ჩავატარებთ რეაქციას, შეიძლება სპირტიდან წყლის გამოყოფა მოხდეს მოლეკულიდან ან მოლეკულათა შორის.

მოლეკულიდან წყლის გამოყოფისას მიიღება ოლეფინი. თუ კატალიზატორად ვიხმართ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> მაშინ ჯერ წარმოიქმნება მკავე ალკილსულფატი, რომელსაც გაცხელებით ჩამოშორდება გოგირდმკავე და მიიღება ოლეფინი:



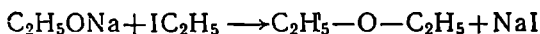
ეს რეაქცია შექცევადია და საჭიროა წარმოქმნილი ოლეფინი მოვაშოროთ რეაქციის სფეროს, რომ პროცესი ბოლომდე მივიყვანოთ.

უფრო დაბალ ტემპერატურაზე თუ ჩავატარებთ სპირტისა და გოგირდმჟავას ურთიერთმოქმედების რეაქციას და ჰარბი ოდენობით ავიღებთ სპირტს, მაშინ წყლის გამოყოფა მოხდება სპირტის მოლეკულათა შორის და მიიღება მარტივი ეთერი:



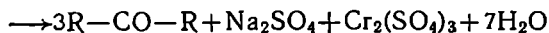
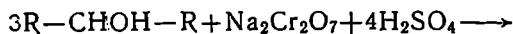
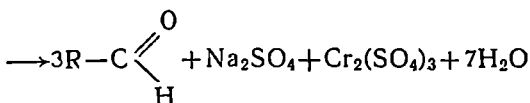
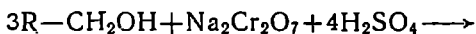
იმის გამო, რომ აღნიშნული რეაქციები არ იყოს შექცევადი, დიეთილეთერს გამოხდით განუწყვეტლივ აცილებენ რეაქციის ნარევს. ამ მეთოდით აწარმოებენ დიეთილ ეთერს ტექნიკაში.

6. სპირტების ალკილირება. ალკოჰოლატებზე ჰალოგენალკილის მოქმედებით წარმოიქმნება მარტივი ეთერები (ვილიამსონის რეაქცია):



ამ რეაქციის დროს ზოგჯერ მიიღება ოლეფინებიც.

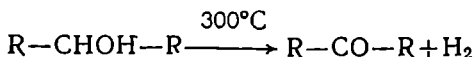
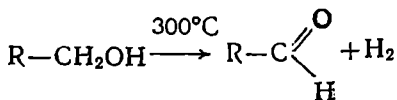
7. დაჟანგვა. პირველადი და მეორეული სპირტების დაჟანგვით შესაბამისად მიიღებიან ალდეჰიდები და კეტონები:



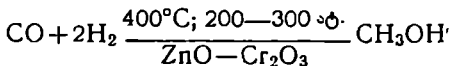
მესამეული სპირტები იყანგებიან ძნელად, რასაც თან სდევს მოლეკულის დესტრუქცია C-C ბმის გაწყვეტით.

პირველადი და მეორეული სპირტები შეიძლება დავეჯანგოთ სპილენძის, როგორც კატალიზატორის თანაობით დამჟანგავის გარეშე. კატალიზატორის გავლენით სპირტები განიცდიან დეჰიდრირებას:





ცალკეული წევრები. მეთილის სპირტი, ხის სპირტი, მეთანოლი  $\text{CH}_3\text{OH}$  სამრეწველო მასშტაბით მიიღება ნახშირბადის კატალიზური ჰიდრირებით, მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში:



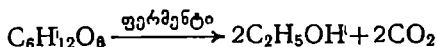
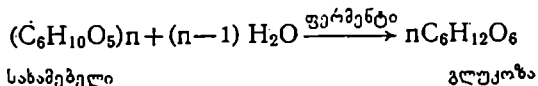
წინათ მას ღებულობდნენ მერქნის მშრალი გამოხდით. 100 წონითი ნაწილი მერქანი იძლევა 1 წონით ნაწილ მეთილის სპირტს.

იგი წარმოადგენს ეთილის სპირტის სუნის მქონე გამჭვირვალე სითხეს, რომელიც დუღს  $64,7^\circ\text{C}$ -ზე. იგი არის კარგი ორგანული გამხსნელი. არის ძლიერი მომწამვლელი ნივთიერება, მისი მცირე დოზით (10 მლ) მიღება იწვევს დაბრმავებას, ხოლო დიდი დოზა კი — სიკვდილს.

მეთილის სპირტი გამოყენებულია მრავალი მიმართულებით. მისგან ღებულობენ ფორმალდეჰიდს, იყენებენ დამამეთილრებელ საშუალებად სამრეწველო ორგანულ სინთეზში.

ეთილის სპირტი, ეთანოლი, ღვინის სპირტი  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  მას სამრეწველო გზით ღებულობენ ძირითადად ოთხი სხვადასხვა მეთოდით:

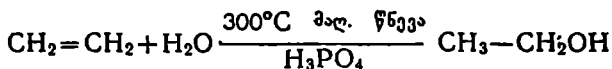
1. მიიღება სახამებლის შემცველი პროდუქტებიდან (კარტოფილი, სიმინდი, ხორბალი და სხვა). აღნიშნულ პროდუქტებში არსებულ სახამებელს სპეციალური ფერმენტების გავლენით გარდაქმნიან შაქრად, რომელიც შემდეგ შესაბამისი ფერმენტების მოქმედებით განიცდის სპირტულ დუღილს და მიიღება ეთილის სპირტი:



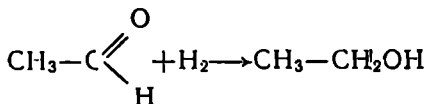
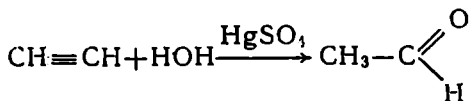
ამ გზით მიღებული ეთანოლი გამოიყენება სპირტიანი სასმელების წარმოებაში.

2. მას დიდი ოდენობით ღებულობენ ეთილენის კატალიზური ჰიდრატაციით:

12. დ. გაბრიაძე



3. მას ლებულობენ აგრეთვე აცეტილენიდან, რომელიც კუჩეროვის რეაქციით გადაყავთ აცეტალდეჰიდში და შემდეგ ალადგენენ სპირტად:



4. ეთანოლს დიდი ოდენობით ლებულობენ მერქნის ნარჩენებიდან. მერქანში არსებული ცელულოზა სპეციალური ქიმიური დამუშავებით გარდაიქმნება გლუკოზად. ეს უკანასკნელი კი სპირტული დუღილით გვაძლევს ეთილის სპირტს.

ქარხნებს, რომლებიც ღვინის სპირტს აწარმოებენ ხის ნარჩენებისაგან, ეწოდებათ ჰიდროლიზური ქარხნები, ხოლო ამ გზით მიღებული სპირტი ცნობილია ჰიდროლიზური სპირტის სახელწოდებით. ამ გზით სპირტის მიღებას რომ უადრესად დიდი ეკონომიკური ეფექტი ზოაქვს, ჩანს ქვემოთ მოყვანილი მონაცემებიდან.

ეთანოლს სხვა მრავალმხრივ დანიშნულებასთან ერთად იყენებენ ლებედვეის მეთოდით კაუჩუკის მიღებისათვის. ორი წყვილი კალოშის დამზადებისათვის საჭიროა 1 ლ სპირტი, აცტომანქანის ერთი საბურავი საჭიროებს 50 ლიტრს. იმისათვის, რომ 1 ლ სპირტი მივიღოთ, საჭიროა 10 კგ კარტოფილი ან 4 კგ ხორბალი. ეს იმას ნიშნავს, რომ ერთი საბურავისათვის უნდა დაიხარჯოს 0,5 ტონა კარტოფილი ან 200 კგ ხორბალი. 1 მ<sup>3</sup> მერქნის ნახერხი იძლევა 70 ლ სპირტს. ე. ი. 1 მ<sup>3</sup> ნახერხს შეუძლია შეცვალოს 275 კგ ხორბალი ან 700 კგ კარტოფილი. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ერთი საშუალო წარმადობის ჰიდროლიზურ ქარხანას შეუძლია ყოველწლიურად დაზოგოს 2,5 მილიონი ფუთი ხორბალი ან 10 ათასი ტონა კარტოფილი. იმისათვის, რომ მივიღოთ აღნიშნული რაოდენობის ხორბალი, საჭიროა დაითესოს 20 ათასი ჰექტარი მიწის ფართობი და თითოეული ჰექტრიდან უნდა ავიღოთ არანაკლები 120 ფუთი ხორბალი.

ეთანოლი პირველად მიიღეს ღვინის გამოხდით და ამიტომ მას ეწოდება ღვინის სპირტი.

არასაკვები პროდუქტებიდან მიღებული ღვინის სპირტი გამოიყენება მხოლოდ ტექნიკური მიზნებისათვის.

ეთანოლი წარმოადგენს უფერო სპირტისათვის დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეს, რომელიც დუღს  $78,3^{\circ}\text{C}$ -ზე. წყალს შეერევა ნებისმიერი პროპორციით და წარმოქმნის აზეოტროპულ ნარევეს (აზეოტროპული ნარევეები ეწოდებათ ისეთ ხსნარებს, რომლებიც გამოიხდებიან შედგენილობისა და დუღილის ტემპერატურის შეუცვლელად. ხშირად მათ უწოდებენ განუყოფელს ანუ უცვლელმდულარეს). ღვინის სპირტის ასეთ აზეოტროპულ წყალხსნარს წარმოადგენს 95,57% სპირტისა და 4,43% წყლის ნარევი. უწყლო სპირტს (აბსოლუტური სპირტი) ღებულობენ 96%-ანი სპირტის კალციუმის ოქსიდთან ან უწყლო შაბიამანთან დუღილით ან წყლიან სპირტს უმატებენ ბენზოლს და შემდეგ ახდენენ მის ფრაქციულ გამოხდას.

ეთანოლის დიდი რაოდენობა იხარჯება დივინილის მისაღებად (კაუჩუკის წარმოება), გარდა ამისა, იგი გამოყენებულია, როგორც კარგი ორგანული გამხსნელი. იგი დიდი რაოდენობით იხარჯება აგრეთვე ფარმაცევტულ, სამღებრო და მრეწველობის სხვა დარგებში. იგი არის კარგი ანტისეპტიკური თვისების ნივთიერება.

პროპილისა და იზოპროპილის სპირტი და მათი რთული ეთერები გამოიყენებიან, როგორც კარგი გამხსნელები. იზოპროპილის სპირტიდან ღებულობენ აცეტონს.

ნ-ბუტილის სპირტს ( $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ ) დიდი რაოდენობით ღებულობენ ერომოქავას ალდეჰიდის კატალიზური აღდგენით (ერომოქავაალდეჰიდს ღებულობენ ოქსოსინთეზით პროპილენიდან). გარდა ამისა, ნ-ბუტილის სპირტს ღებულობენ სახამებლის, გლუკოზისა და ზოგიერთი სხვა შაქრის დუღილით, რომელსაც იწვევს სპეციალური ბაქტერიები (*Bacillus butylicum* და ზოგიერთი სხვა).

ნ-ბუტილის სპირტი გამოყენებულია რთული ეთერების მისაღებად და აგრეთვე, როგორც ლაქებისა და ფისების კარგი გამხსნელი.

იზობუტილის სპირტი ( $\text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{OH}$ ) წარმოადგენს ზე-



თის მავგარ სითხეს, რომელიც წყალში მცირე ოდენობით იხსნება. იგი იმყოფება რახის ზეთში (რახის ზეთი, როგორც დამატებითი პროდუქტი წარმოიქმნება კარტოფილიდან ღვინის სპირტის მიღების დროს). რახის ზეთიდან მას ღებულობენ ფრაქციული გამოხდით. გარდა ამისა, იგი მიიღება ნახშირჟანგისა და წყალბადისაგან.

იზობუტილის სპირტიდან ღებულობენ იზობუტილენს, იზოერბოქავას ალდეჰიდს, იზოერბოქავას. იყენებენ აგრეთვე გამხსნელად.

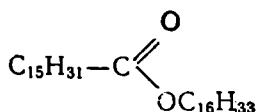


მესამეულ ბუტილის სპირტს ( $\text{CH}_3\text{—COH—CH}_3$ ) მრეწველობა-

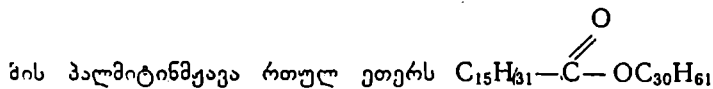
ში ღებულობენ იზობუტილენის ჰიდრატაციით. გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში ალკილირებისათვის.

ამილის სპირტები ( $C_5H_{11}OH$ ). ამ სპირტებიდან ცნობილია რვა იზომერი. აქედან 3-მეთილ-1-ბუტანოლი და 2-მეთილ-1-ბუტანოლი არის რახის ზეთის მთავარი შემადგენელი ნაწილი, საიდანაც მათ ღებულობენ ფრაქციული გამოხდით. საერთოდ ამილის სპირტებს ღებულობენ პენტანებისაგან და ამილენებისაგან მათი შესაბამისი ქიმიური გარდაქმნებით. ამილის სპირტები და მათი ეთერები გამოყენებული არიან გამხსნელებად და ორგანულ სინთეზში.

უმადლესი მყარი სპირტები. ზღვის ცხოველის — კაშალოტის თავის ტვინში არსებული ცხიმისმაგვარი ნივთიერების — სპერმაცეტის მთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ცეტილის სპირტი  $C_{16}H_{33}OH$  და მისი პალმიტინმჟავა რთული ეთერი:



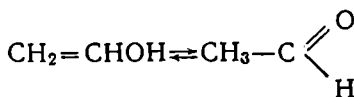
ფუტკრის ცვილი შეიცავს მირიცილის სპირტსა  $C_{30}H_{61}OH$  და



ცეტილის, მირიცილის და სხვა ზოგიერთი უმადლესი სპირტი უკანასკნელ ხანებში გამოიყენება სინთეზური გამრეცხი საშუალებების მისაღებად. ამის გამო ამჟამად აღნიშნულ სპირტებს სხვადასხვა მეთოდით ღებულობენ სამრეწველო მასშტაბით.

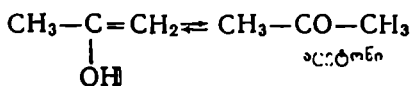
## 2. ერთატომიანი უნაჯარი სპირტები

უნაჯერი სპირტები ხასიათდებიან ერთი ან რამდენიმე ორმაგი, სამმაგი და ერთდროულად ორმაგი და სამმაგი ბმით. ერთი ორმაგბმიანი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია ვინილის სპირტი  $CH_2=CHOH$ , რომელიც გამოყოფის მომენტში განიცდის შიგამოლეკულურ გადაჯგუფებას (ელტეკოვისა და ერლენმეიერის წესი) და გარდაიქმნება ძმრის ალდეჰიდად:



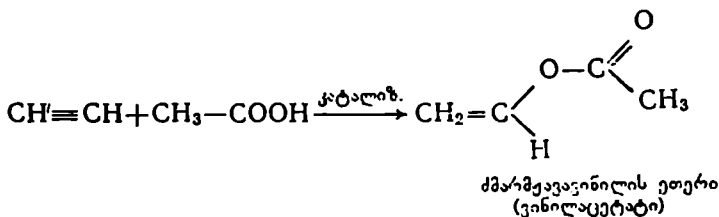
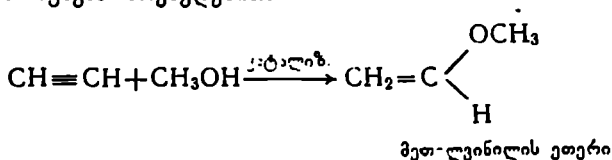
ძმრის ალდეჰიდი

ვინილის ტიპის სხვა სპირტებიც განიცდიან შიგამოლეკულურ გადაჯგუფებას კარბონილ ნაერთებში გადასვლით:

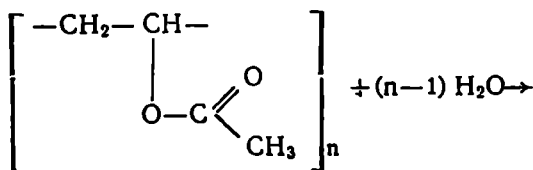
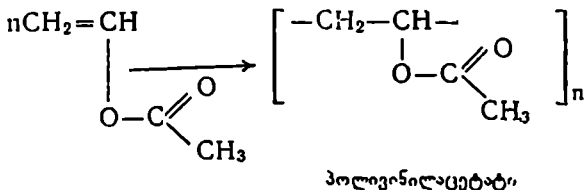


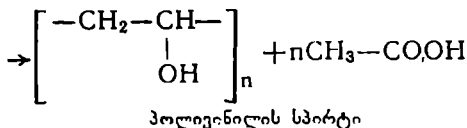
ორივე შემთხვევაში მყარდება წონასწორობა სპირტსა და კარბონილნაერთს შორის და საქმე გვაქვს ტაუტომერულ იზომერიასთან.

ცნობილია ვინილის ტიპის სპირტების მარტივი და რთული ეთერები, რომელთაც ძალიან დიდი გამოყენება აქვთ სამრეწველო მნიშვნელობის პოლიმერების მიღებისათვის. ასეთი პოლიმერების წარმოებისათვის საჭირო მონომერებს ლებულობენ აცეტილენზე სპირტისა და მყავას მოქმედებით:



ვინილაკეტატის პოლიმერიზაციით მიიღება პოლივინილაკეტატი, რომელიც მყავე ან ტუტე გარემოში ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს და მიიღება პოლივინილის სპირტი:



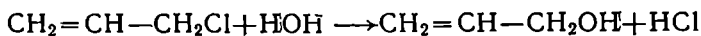


პოლივინილის სპირტი არის წყალში ხსნადი თეთრი ფხვნილი. მისგან ამზადებენ სინთეზურ ბოჭკოს, წებოსა და სხვა მასალებს.

ალკილვინილის მარტივი ეთერები ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მიღებულია ა. ე. ფავორსკის, მ. ფ. შოსტაკოვსკისა და ვ. რეპეს მიერ.

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

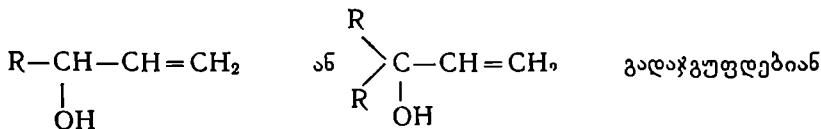
ალილის სპირტს დიდი ოდენობით ღებულობენ ალილქლორიდის ჰიდროლიზით:



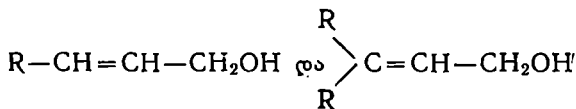
იგი წარმოადგენს უფერო, არასასიამოვნო სუნის სითხეს, დუღილის ტემპერატურაა  $96,9^\circ\text{C}$ .

ალილის სპირტის ქიმიური თვისებები განპირობებულია ორმაგი ბმითა და ჰიდროქსილის ჯგუფით. იერთებს წყალბადს, ჰალოგენებს, ჰალოგენწყალბადებს. გვაძლევს მარტივ, რთულ ეთერებსა და სხვა.

უნაჯერი სპირტები ზოგადი ფორმულით



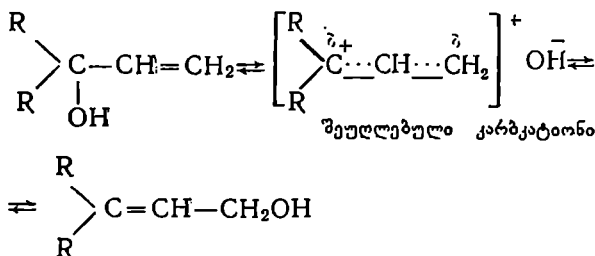
სპირტებში:



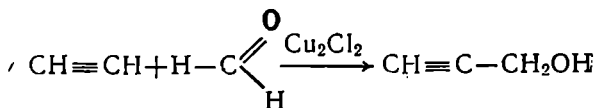
ასეთი შიგამოლეკულური გადაჯგუფება ცნობილია ალილური გადაჯგუფების სახელწოდებით. ამგვარ გადაჯგუფებას განიცდის აგრეთვე სხვა ალილწარმოებულებიც:  $\text{R}-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow \text{R}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{X}$

სადაც X არის ისეთი ადვილმომძრავი ატომები და ატომთა ფრაგმენტები, როგორცაა Cl, OH, CN და სხვა.

ალილური ანუ სხვაგვარად ანიონოტროპული გადაჯგუფების მექანიზმს საფუძვლად უდევს შეუღლებული კარბკაციონის წარმოქმნა:

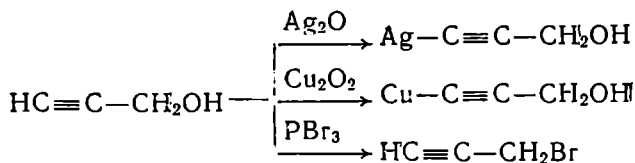


პროპარგილის სპირტი.  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$ . პროპარგილის სპირტი არის აცეტილენური სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელი. იგი მიიღება აცეტილენზე ფორმალდეჰიდის მოქმედებით კატალიზატორის თანობით (ვ. რეპე):



პროპარგილის სპირტი არის არასასიამოვნო სუნის წყალში ხსნადი სითხე, დუდილის ტემპერატურა  $114,7^\circ\text{C}$ .

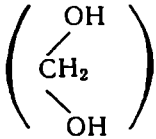
პროპარგილის სპირტი ამჟღავნებს მონოჩანაცვლებული აცეტილენისა და პირველადი სპირტის ქიმიურ თვისებებს. მაგალითად, ვერცხლის ჟანგისა და სპილენძის ქვეყანგის მარილების ხსნართან მოქმედებით პროპარგილის სპირტი იძლევა შესაბამის აცეტილენიდებს, ხოლო ფოსფორის ჰალოგენნაერთის მოქმედებით იგი გარდაიქმნება ჰალოგენპროპარგილად:



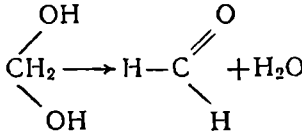
ალიფატურ ნახშირწყალბადებში ორი ან რამდენიმე წყალბად-ატომის ჰიდროქსილის ჩვეუთ შეცვლისას წარმოიქმნება მრავალ-ატომიანი სპირტები. იმის მიხედვით, თუ ნახშირწყალბადში რამდენი ატომი წყალბადია შეცვლილი ჰიდროქსილის ჩვეუთ, არჩევენ ორსამ — და სხვა მრავალატომიან სპირტებს.

### 3. ორატომიანი სპირტები (გლიკოლები)

ა. შ. ბუტლეროვის ორგანულ ნაერთთა სტრუქტურების თეორიიდან გამომდინარე ორატომიანი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელი უნდა იყოს დიოქსიმეთანი  $\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$  ანუ მეთილენგლიკოლი



, მაგრამ იგი წარმოქმნისთანავე იშლება წყლის გამოყოფით და გადადის ფორმალდეჰიდში:



ფორმალდეჰიდი

ორატომიანი სპირტები, რომლებშიც ჰიდროქსილის ჯგუფები სხვადასხვა ნახშირბადატომთან არის დაკავშირებული, მდგრადი ნაერთებია,

იზომერია ნაჯერ გლიკოლებში განპირობებულია ნახშირბადატომთა ჩონჩხის აგებულებითა და ჰიდროქსილის ჯგუფების ადგილმდებარეობით.

ჰიდროქსილის ჯგუფების ადგილმდებარეობის მიხედვით არჩევენ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და ა. შ. გლიკოლებს. მაგალითად, თუ ჰიდროქსილის ორი ჯგუფი დაკავშირებულია მეზობელ ნახშირბადატომებთან, მაშინ ისინი მიეკუთვნებიან  $\alpha$ -გლიკოლებს, თუ ჰიდროქსილის ჯგუფები ერთმანეთისაგან დაშორებული არიან ერთი ნახშირბადით, მაშინ ისინი არიან  $\beta$ -გლიკოლები და ა. შ.

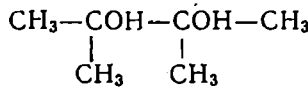
IUPAC-ის ნომენკლატურით ნაჯერ გლიკოლებს იხილავენ, როგორც ნაჯერ ნახშირწყალბადს, სადაც ორი წყალბადატომი შეეცვლილია ორი ჰიდროქსილის ჯგუფით. საჭიროა მიუთითოთ რომელ ნახშირბადატომებთან დგანან ჰიდროქსილის ჯგუფები და ნახშირწყალბადის სახელწოდების დაბოლოება-ი — შეეცვალოს — დიოლ-ით. მაგალითად:

- $\alpha$ -გლიკოლი  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$  — ეთილენგლიკოლი, ეთანდიოლი
- $\beta$ -გლიკოლი  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$  — პროპილენგლიკოლი, 1,2-პროპანდიოლი
- $\gamma$ -გლიკოლი  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$  — ბუტილენგლიკოლი, 1,4-ბუტანდიოლი



გლიკოლებში ჰიდროქსილი შეიძლება დაკავშირებული იყოს პირველად, მეორეულ და მესამეულ ნახშირბადატომებთან. ამის მიხედვით, არჩევენ ორ პირველად, პირველად-მეორეულ გლიკოლებს და ა. შ.

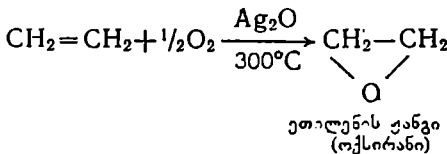
თუ ჰიდროქსილის ორი ჯგუფი დგას მეზობელ ორ მესამეულ ნახშირბადატომებთან, მაშინ მათ ეწოდებათ პინაკონები. მაგალითად, 2,3-დიმეთილ-2,3-ბუტანდიოლი არის პინაკონების უმარტივესი წარმომადგენელი:



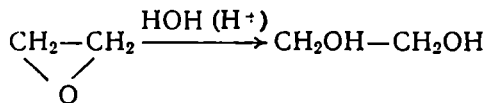
პინაკონი

მიღების საშუალებანი. გლიკოლები მიიღებიან ყველა იმ მეთოდებით, რომლებითაც ლებულობენ ერთატომიან სპირტებს.

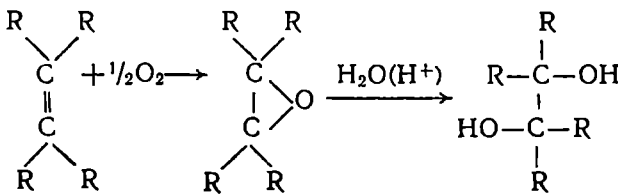
1. 1,2-დიოლებს ჩვეულებრივ ლებულობენ ოლეფინებიდან მათი დაქანგვით. დამქანგავებად იყენებენ  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ -სა და სხვა. ეთილენგლიკოლს სამრეწველო მასშტაბით ლებულობენ ეთილენის ქანგიდან (ოქსირანი). ეთილენის ქანგი მიიღება ეთილენიდან ჰაერის ქანგბადით დაქანგვის დროს კატალიზატორ  $\text{Ag}_2\text{O}$  თანაობით მალალ ტემპერატურაზე:



ოქსირანზე შემყავებული წყლის მოქმედებით მიიღება ეთილენგლიკოლი:

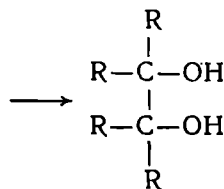
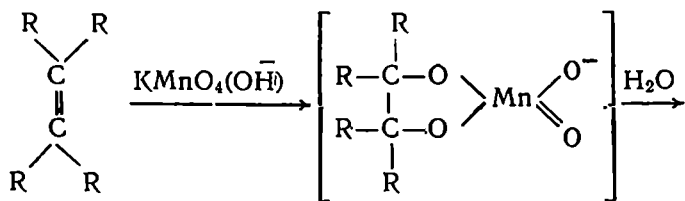


ოქსირანების მყავური ჰიდროლიზით წარმოიქმნება ტრანს-გლიკოლები:



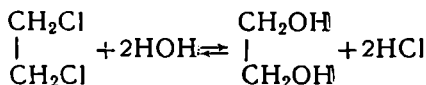
ტრანს-გლიკოლი

ოლეფინების კალიუმპერმანგანატის განზავებული ტუტესნარით დამუშავების დროს შუალედური ციკლური ნაერთის წარმოქმნის გავლით მიიღება ცის-გლიკოლები (ვაგნერი):

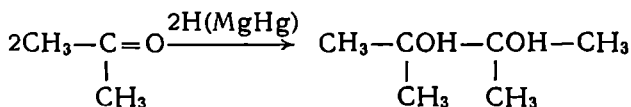


ცის-გლიკოლი

2. ლაბორატორიული მასშტაბით გლიკოლებს ღებულობენ შესაბამისი დიჰალოგენნაერთების ჰიდროლიზით:



3. პინაკონი (2,3-დიმეთილ-2,3-ბუტანდიოლი) მიიღება აცეტონის მაგნიუმის ამალგამით ბიმოლეკულური აღდგენის დროს (გამხსნელად იყენებენ ბენზოლს):

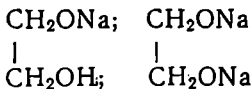


ფიზიკური თვისებები. გლიკოლების პირველი წევრები არიან უსუნო სქელი სითხეები. აქვთ ტკბილი გემო (ბერძ. გლიკუს — ტკბილი). მაღალი წევრები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს. დაბალი წევრები კარგად იხსნებიან წყალში, მაღალი წევრები კი — მცირედ.

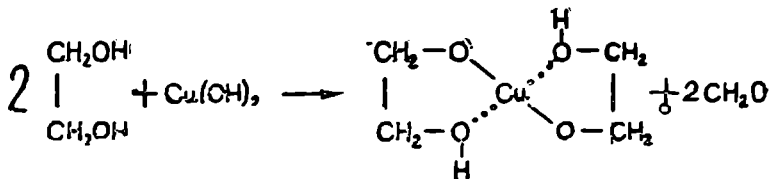
მოლეკულაში ორი ჰიდროქსილის არსებობა ერთატომიან სპირტებთან შედარებით ძლიერ ზრდის დუღილის ტემპერატურას. მაგალითად, ეთილენგლიკოლი დუღს 197,2°C-ზე, ხოლო ეთანოლი 78,3°C-ზე. პირველი წევრების სიმკვრივე 1-ზე მეტია.

ქიმიური თვისებები. გლიკოლების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია ორი ჰიდროქსილის ჯგუფით. ისინი იჩენენ ერთათომიანი სპირტების ანალოგიურ ქიმიურ თვისებებს იმ განსხვავებით, რომ გლიკოლის ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი შეიძლება შევიდეს სხვადასხვა ნივთიერებებთან რეაქციებში ერთდროულად ან ცალცალკე.

1. გლიკოლები ტუტე მეტალებთან იძლევიან არასრულ და სრულ გლიკოლატებს:

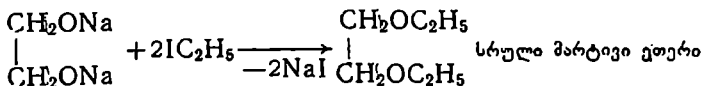
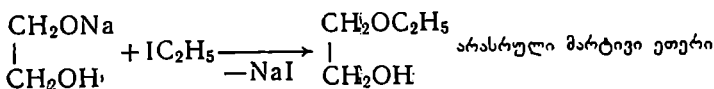
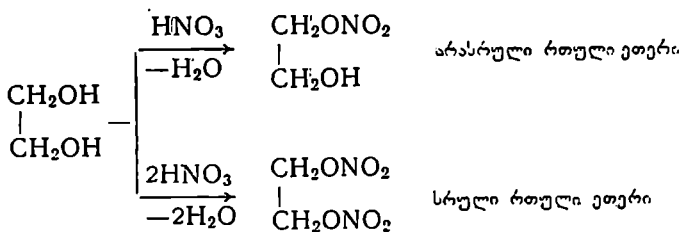


ისინი, განსხვავებით ერთათომიანი სპირტებისაგან, რეაქციაში შედიან ზოგიერთი მეტალის ჰიდროქსიდთან კომპლექსური გლიკოლატის წარმოქმნით:



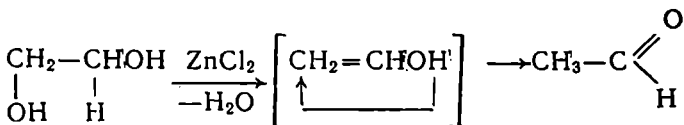
სპილენძის კომპლექსური გლიკოლატი

2. გლიკოლებიდან სათანადო გარდაქმნებით მიიღებიან არასრულ, სრული მარტივი და რთული ეთერები:

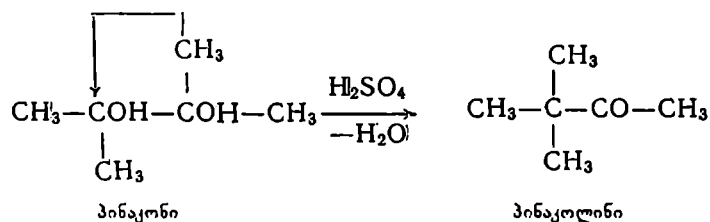


ეთილენგლიკოლის არასრული ეთილის ეთერი არის ნიტროლაქების, პიროქსილინის, აცეტატური ბოჭკოსა და საერთოდ ცელულოზის სხვა ნაწარმთა კარგი გამსხნელი.

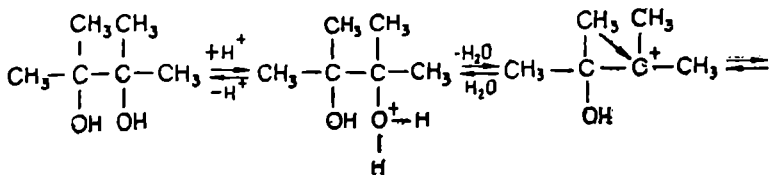
8. დეჰიდრატაცია. რეაქციის პირობების მიხედვით გლიკოლების დეჰიდრატაცია შეიძლება მოხდეს მოლეკულაში ან მოლეკულათა შორის:

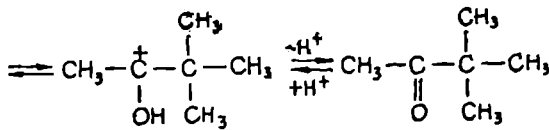


პინაკონები გოგირდმჟავას ან  $\text{ZnCl}_2$ -სა და სხვა წყალწარმოებულ ნივთიერებების გავლენით განიცდიან, შიგამოლეკულურ გადაჯგუფებას და მიიღებიან კეტონები:



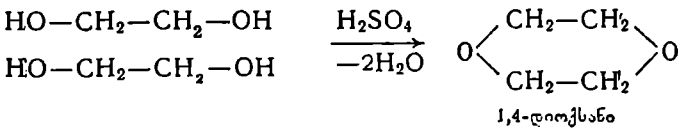
მიღებულ კეტონს ეწოდება პინაკოლინი, შიგამოლეკულურ გადაჯგუფებას კი უწოდებენ პინაკოლინურ გადაჯგუფებას. პინაკოლინური გადაჯგუფების მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, რომ თავდაპირველად მჟავას მოქმედებით პროტონირდება ერთი ჰიდროქსილის ჯგუფი. შემდეგ სტადიაზე, რომელიც განსაზღვრავს რეაქციის სიჩქარეს, ხდება დეჰიდრატაცია და წარმოიქმნება კარბკატიონი, რომელიც სტაბილირდება მეთილის ჯგუფის ერთი ნახშირბადიდან მეორე ნახშირბადზე გადაჯგუფებით (1,2-გადაჯგუფება), ამას თან სდევს უანგბადიდან პროტონის მოწყვეტა:



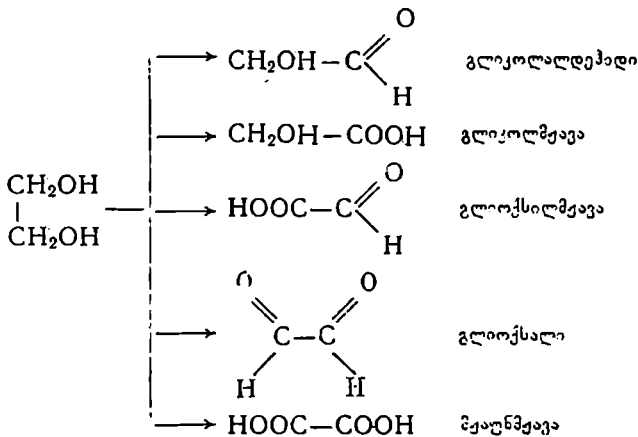


პინაკოლინი

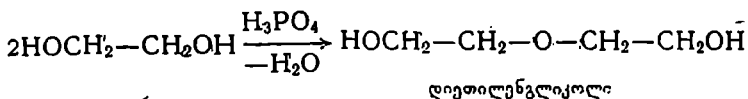
მცირე რაოდენობის გოგირდმჟავასთან ეთილენგლიკოლის გაცხელებით დეჰიდრატაცია ხდება მოლეკულათა შორის და წარმოიქმნება 1,4-დიოქსანი (ა. ე. ფავორსკი):

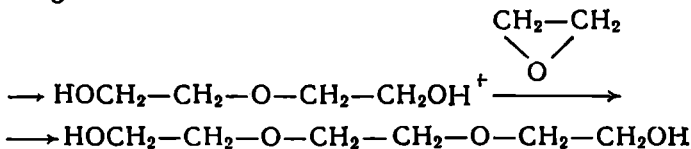
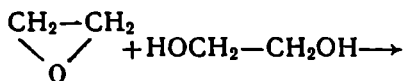


4. დაჟანგვა. ეთილენგლიკოლი, და საერთოდ, ორატომიანი სპირტები დამჟანგავების მოქმედებით ადვილად იჟანგებიან და გვაძლევენ დაჟანგვის მრავალ სხვადასხვა პროდუქტს:



**პოლიგლიკოლები.** პოლიგლიკოლები მიიღებიან გლიკოლებზე წყალწამრთმევი ნივთიერებების ( $\text{H}_3\text{PO}_4$  და სხვა) მოქმედებით და აგრეთვე ეთილენის ჟანგზე გლიკოლის მოქმედებით:

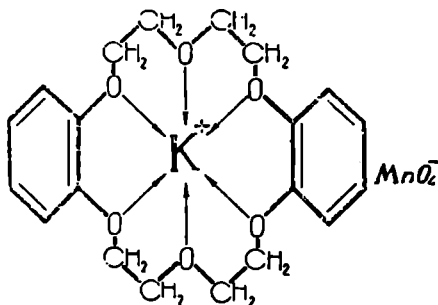




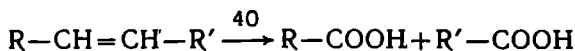
ტრიეთილენგლიკოლი

პოლიგლიკოლები გამოყენებული არიან სინთეზური გამრეცხი საშუალებების მისაღებად.

კრაუნეთერები. ეთილენგლიკოლის პოლიციკლურ ეთერებს უწოდებენ კრაუნეთერებს. მათი ბირთვების წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს ჟანგბადატომები. მათ უნარი აქვთ შეაკაონ (დაიჭირონ) ტუტე მეტალები. მაგალითად, პოლიციკლური ეთერის კალიუმპერმანგანატთან ურთიერთმოქმედებით ბენზოლის გარემოში წარმოიქმნება შემდეგი შედგენილობის კომპლექსური ნაერთი:



ეს ნაერთი გამოყენებულია ბენზოლში ხსნადი ორგანული ნაერთების დასაუენგად:



მათ (კრაუნეთერებს), როგორც აღვნიშნეთ, შეუძლიათ შეაკაონ (დაიჭირონ) ტუტე მეტალები და ამ მხრივაც ფართოდ გამოყენებას პოულობენ.

გლიკოლების კერძო წევრებიდან ყველაზე უფრო დიდ ყურადღებას იპყრობს ეთილენგლიკოლი. იგი წარმოადგენს სიროფისებურ სითხეს, (დუღილის ტემპერატურაა 197,2°C). წყალთან მისი შერევიით ძლიერ ეცემა წყლის გაყინვის ტემპერატურა. მაგალითად, ეთილენ-

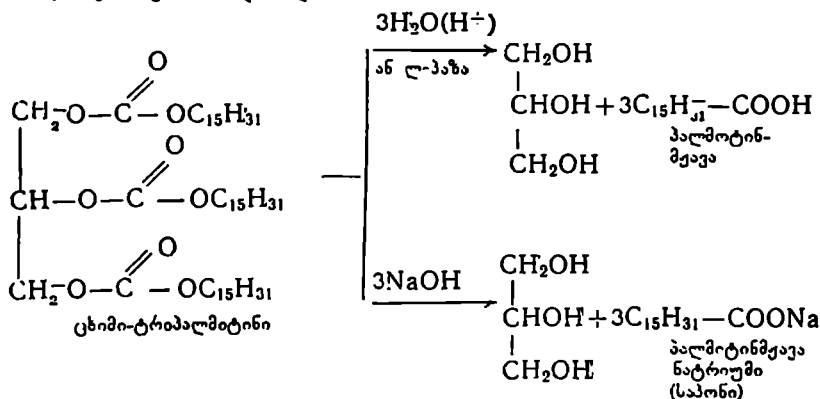
გლიკოლის 60%-ანი წყალხსნარი იყინება—49°C-ზე. ამიტომ მას იყენებენ, როგორც ანტიფრიზს (ისეთი სითხეებია, რომლებიც იყინებიან დაბალ ტემპერატურაზე).

ანტიფრიზებს იყენებენ დაბალ ტემპერატურაზე მომუშავე ძრავებისა და დანადგარების გასაცივებლად. ეთილენგლიკოლი ჰიგროსკოპულია და ამ თვისების გამო იყენებენ სასტამბო და მოსაჩითი საღებავების დამზადებისათვის. გამოყენებულია ლავსანის ბოქვოს მისაღებად და სხვა. ეთილენგლიკოლაზოტმქავა სრული ეთერი ძლიერ ფეთქებადი ნივთიერებაა და ზოგ შემთხვევაში მისგან ამზადებენ სპეციალურ დინამიტს. ეთილენგლიკოლი საწამლაია და არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება კოსმეტიკურ ნაწარმთა დამზადებისას გლიცერინის მაგივრად მისი გამოყენება. მით უმეტეს არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს იგი ალკოჰოლური სასმელების (ლიქიორები) დამზადების საქმეში გლიცერინის ნაცვლად.

#### 4. სამატომიანი სპირტები

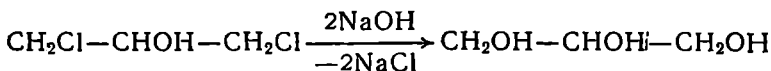
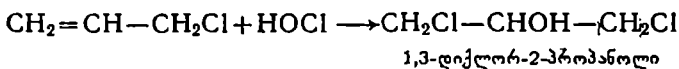
სამატომიანი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია გლიცერინი  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$  1, 2, 3-პროპანტრიოლი. იგი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში, როგორც ცხიმებისა და ზეთების მოლეკულის ერთ-ერთი უცვლელი წარმომქმნელი კომპონენტი.

მიღების საშუალებანი. 1. გლიცერინი მიიღება ცხიმებზე გოგირდმეყვას ან ტუტეების ან ფერმენტ ლიპაზას მოქმედებით წყალთან ერთად (გასაპენა, ჰიდროლიზი):



მრეწველობაში ცხიმებისაგან გლიცერინს ლებულობენ კატალიზატორების გარეშე. ამ მიზნით ცხიმებზე მოქმედებენ წყლის ორთქლით 200°C ტემპერატურაზე წნევის ქვეშ.

2. ამჟამად სამრეწველო მასშტაბით გლიცერინს აწარმოებენ სინ-თეზური გზით ალილქლორიდიდან:



გლიცერინი არის უფერო, სიროფისებური, მოტკბო გემოს, წყალ-სა და სპირტში ნებისმიერი პროპორციით ხსნადი სითხე. იგი დღულს  $290^\circ\text{C}$ -ზე. ლღვება  $17,9^\circ\text{C}$ .

ჩვეულებრივ წნევაზე გამოხდისას გლიცერინი ნაწილობრივ იშლება და ამიტომ უმჯობესია მისი გამოხდა მოვახდინოთ ვაკუუმში.

ქიმიური თვისებები. გლიცერინის ქიმიური თვისებები განპირობებულია ორი პირველადი და ერთი მეორეული სპირტოჯგუფების არსებობით. იგი უფრო მეტ მჟავურ ბუნებას ამჟღავნებს, ვიდრე ერთატომიანი სპირტები.

1. გლიცერინში ჰიდროქსილის წყალბადატომები იცვლებიან მეტალეზით, როგორც ტუტე მეტალეზის მოქმედებით, ასევე სპილენძის, ბარიუმის, რკინის, კალციუმისა და სხვა მეტალთა ჰიდროქსიდების მოქმედებით. მიღებულ ნივთიერებებს ეწოდებათ გლიცერატები. ტუტე მეტალეზის გლიცერატებიდან შეიძლება გავარჩიოთ ორი არასრული და ერთი სრული გლიცერატი:



მონონატრიუმგლიცერატი

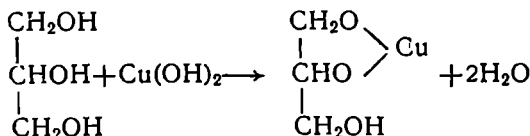


დინატრიუმგლიცერატი



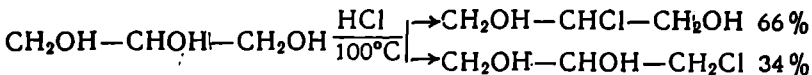
ტრინატრიუმგლიცერატი

გლიცერინისა და სპილენძის ჰიდროქსიდის ურთიერთმოქმედებით მიიღება ლურჯი ხსნარი სპილენძის გლიცერატი (ეს არის თვისებითი რეაქცია მრავალატომიანი სპირტებისათვის):



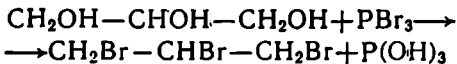
2. გლიცერინზე ერთი ეკვივალენტი ქლორწყალბადის  $100^\circ\text{C}$  მოქმედებით მიიღება 2-ქლორ-1,3-პროპანდიოლი და 3-ქლორ-1,2-პროპანდიოლი პირველის სიჭარბით:





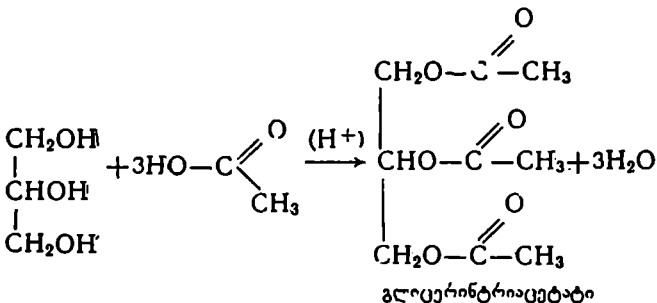
მიღებულ ნაერთებზე, იმავე პირობებში, ქლორწყალბადის მოქმედებით მიიღება 1,3-დიქლორ-2-პროპანოლისა და 2,3 დიქლორ-1-პროპანოლის ნარევი, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ გლიცერინზე ქლორწყალბადის მოქმედებით სამივე ჰიდროქსილის ჯგუფის ჰალოგენით შეცვლა არ ხდება.

3. ფოსფორის ჰალოგენიდების მოქმედებით გლიცერინზე ჰალოგენით იცვლება სამივე ჰიდროქსილის ჯგუფი:



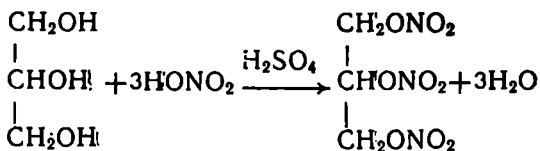
1, 2, 3 — ტრიბრომპროპანი

4. გლიცერინზე მინერალური და ორგანული მჟავების მოქმედებით პირობების მიხედვით მიიღება შესაბამისი არასრული და სრული, მარტივი და რთული ეთერები. თუ გლიცერინის ეთერიფიკაციის რეაქციას მონოკარბონმჟავებთან განვახორციელებთ მაღალ ტემპერატურასა და მუქავს ჰარბი ოდენობით გამოყენების შემთხვევაში, მაშინ უპირატესად წარმოიქმნება სრული ეთერი:



დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს გლიცერინფტალმჟავა ეთერს, რომელიც გამოიყენება ლაქების მიღებისათვის.

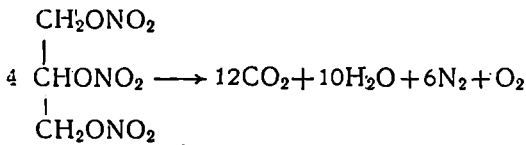
ცივ პირობებში მანიტრებელი ნარევის (კონცენტრირებული გოგირდმჟავასა და აზოტმჟავას ნარევი) მოქმედებით მიიღება ნიტრო-გლიცერინი:



ნიტროგლიცერინი

ტრივიალური სახელწოდება — ნიტროგლიცერინი ან ძენატყვისება აღნიშნულ ნაერთს, რადგან იგი — აზოტმქავავალიცერინი რთული ეთერია და არა ნიტრონაერთი. მიუხედავად ამისა, ქიმიურ ლიტერატურაში დამკვიდრებულია სახელწოდება — ნიტროგლიცერინი.

ნიტროგლიცერინი არის მოყვითალო ფერის სქელი სითხე, რომელიც გასურვებით ან დარტყმით ძლიერ ფეთქდება, რასაც თან სდევს დიდი რაოდენობით გაზების გამოყოფა:

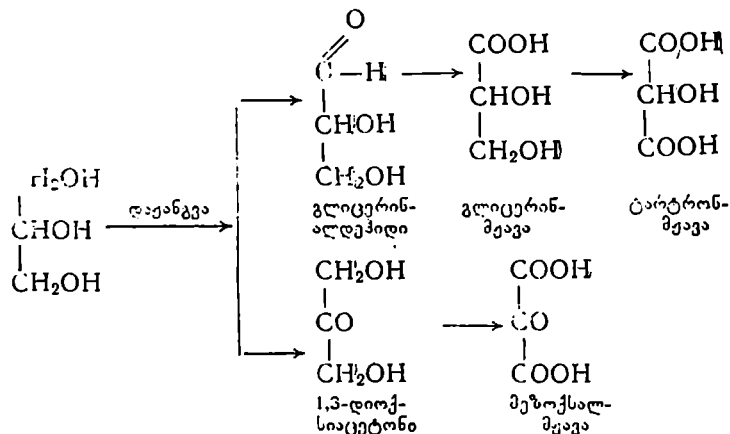


350 გ ნიტროგლიცერინის აფეთქების დროს გამოიყოფა 650 ლ გაზი (გადაანგარიშებული ნორმალურ პირობებზე). ნიტროგლიცერინთან მუშაობის დროს ზედმიწევნით უნდა დავიცვათ უსაფრთხოების წესები.

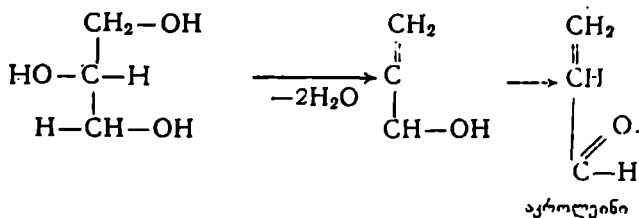
მსუბუქი ფორვანი ქანის — კიზელგურის ნიტროგლიცერინით გაღვნიტით ნობელმა მიიღო ცომისებური, სტაბილური მასა, რომელსაც დინამიტი ეწოდება. დინამიტი წარმოადგენს 75% ნიტროგლიცერინსა და 25% კიზელგურის ნარევს. იგი ფეთქდება დეტონაციით.

ამჟამად, დინამიტის წარმოებაში კიზელგურის ნაცვლად გამოყენებულია კოლოქსილინი,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  და ნახერხი. ნიტროგლიცერინს ხმარობენ გულის ანგინით დაავადებულთა მკურნალობისათვის.

5. გლიცერინის დაქანგვით მიიღება დაქანგვის მრავალი პროდუქტი, რომლიდანაც მოვიყვანთ ზოგიერთ მათგანს გამარტივებული სქემის სახით:



6. გლიცერინის კალიუმჰიდროსულფატთან და ზოგიერთ სხვა წყალწამრთმევი ნივთიერებებთან გაცხელებით მიიღება უნაჯერი ალდეჰიდების უმარტივესი წარმომადგენელი აკროლენი:



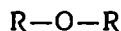
გლიცერინი დიდი რაოდენობით გამოიყენება კვების მრეწველობაში სხვადასხვა სახის ლიქიორების, საკონდიტრო ნამცხვრებისა და სხვათა დამზადებისათვის. მისგან ამზადებენ სხვადასხვა სახის კანზე საცხებ მალამოებსა და მედიკამენტებს, პლასტიკურ მასებს, ფეთქებად ნივთიერებებს, ლაქებს, იყენებენ, როგორც ანტიფორისა და სხვა.

### თ ა ზ ი X I

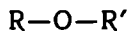
#### მარტივი ეთერები

მარტივი ეთერები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც წყლის მოლეკულა HOH, სადაც ორივე წყალბადატომი შეცვლილია ალკილით.

თუ ორივე წყალბადატომი შეცვლილია ერთი და იგივე ალკილით, მაშინ მათ ეწოდებათ სიმეტრიული მარტივი ეთერები; თუ რადიკალები სხვადასხვაა, მაშინ მათ ეწოდებენ არასიმეტრიულ მარტივ ეთერებს:



სიმეტრიული



არასიმეტრიული

იზომერია და ნომენკლატურა. ერთატომიანი ნაჯერი სპირტები და მარტივი ეთერები ერთმანეთის იზომერებს წარმოადგენენ. მათი საერთო ფორმულა ზოგადი სახით გამოიხატება:  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}$ . აქედან შეიძლება გამოვიყვანოთ, როგორც სპირტების, ასევე მარტივი ეთერების ცალკეული წარმომადგენლის ფორმულა. მაგალითად, თუ  $n=2$ , მაშინ ერთ შემთხვევაში შეიძლება საქმე გვქონდეს სპირტთან

$C_2H_5OH$  და მეორე შემთხვევაში — ეთერთან  $CH_3-O-CH_3$ . ორივე ამ ნაერთის შედგენილობა ერთნაირია:  $C_2H_6O$ .

მარტივ ეთერებში იზომერიას და ნომენკლატურას განსახილველავს ალკილები.

IUPAC ნომენკლატურით სიმეტრიული მარტივი ეთერები განიხილება, როგორც დიალკილეთერები, ხოლო არასიმეტრიული, როგორც ნახშირწყალბადების ალკოქსინაწარმება. თანაც ნახშირწყალბადის ნაშთად უნდა მივიღოთ ის, რომელიც უფრო დიდი რადიკალია. ისირად მათ სახელწოდებებს აძლევენ ალკილების სახელის მიხედვით სიტყვა ეთერის შერწყმით:

$CH_3-O-CH_3$  დიმეთილეთერი, მეთილეთერი

$CH_3-CH_2-O-CH_3$  მეთილეთილეთერი, მეთოქსიეთანი

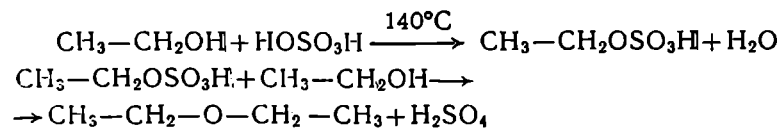
$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$  დიეთილეთერი, ეთილეთერი

$\overset{3}{CH_3}-\overset{2}{CH_2}-\overset{1}{CH_2}-O-CH_2-CH_3$  ეთილპროპილეთერი, 1-ეთოქსიპროპანი

$\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}}-O-CH_2-CH_3$  ეთილიზოპროპილეთერი, 2-ეთოქსიპროპანი

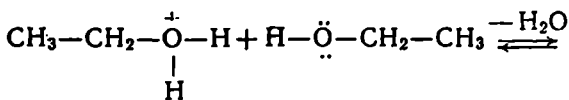
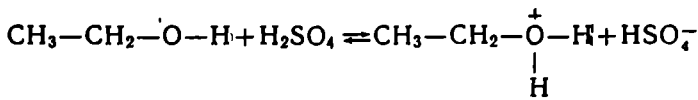
მიღების საშუალებანია: მარტივი ეთერები მიიღებიან პირველადი და მეორეული სპირტების წყლის ისეთ წამრთმევე ნივთიერებებთან გაცხელებით, როგორცაა გოგირდმჟავა ან ალუმინის ჟანგი.

1. პირველად სპირტს უმატებენ ჰარბი ოდენობით გოგირდმჟავას და წარმოიქმნება ალკილსულფომჟავა. ეთანოლის შემთხვევაში მიიღება ეთილსულფომჟავა, რომელსაც აცხელებენ  $140^{\circ}C$ -მდე და უმატებენ სპირტის ახალ ულუფას და წარმოქმნილ ეთერს გამოხდის საშუალებით მოაშორებენ სარეაქციო ნარევეს:



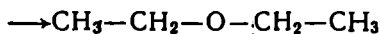
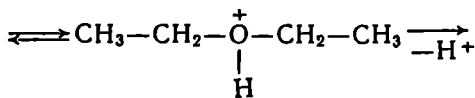
ამ პროცესში სპირტი გვევლინება, როგორც ელექტროფილური სუბსტრატის და ნუკლეოფილური რეაგენტი. სპირტის ნუკლეოფილური თვისება ვლინდება ჟანგბადის გაუზიარებელი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე, ხოლო სპირტის ელექტროფილურ თვისებას აძლიერებს მჟავით გამოწვეული პროტონირება.

სპირტიდან გოგირდმჟავას მოქმედებით მარტივი ეთერის წარმოშობის მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ სქემით:



ელექტროფილური  
სუბსტრატი

ნუკლეოფილური  
რეაგენტი



2. მარტივი ეთერები მიიღებიან ალკოჰოლატებზე იოდალკილების მოქმედებით (ვილიამსონის რეაქცია):



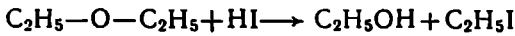
**ფიზიკური თვისებები.** ეთერების პირველი ორი წევრი (მეთილეთერი და მეთილეთილეთერი) გაზია, დანარჩენები სითხეებია, რომლებიც დულს უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე შესაბამისი სპირტები. მაგალითად, ეთილის ეთერი დულს +34,6°C-ზე, ეთილის სპირტი კი 78,3°C-ზე. ეს აიხსნება იმით, რომ ეთერში არ არსებობს წყალბადური ბმა და ისინი იმყოფებიან არაასოცირებულ მდგომარეობაში. ამას ადასტურებს ისიც, რომ მარტივი ეთერების მოლეკულური მასა შეესატყვისება მონომერულ მოლეკულებს.

ეთერები მცირე ოდენობით იხსნებიან წყალში, სიმკვრივე ერთზე ნაკლები აქვთ. ხასიათდებიან სპეციფიკური სუნით.

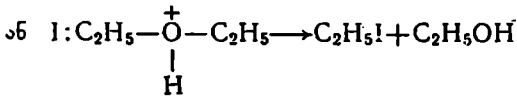
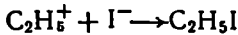
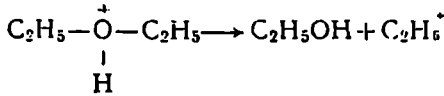
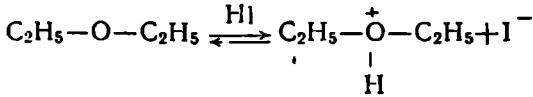
**ქიმიური თვისებები.** მარტივი ეთერები რეაქციის მცირე უნარიანი ნაერთებია. ისინი არ შედიან რეაქციაში განზავებულ მინერალურ მჟავებთან და ტუტეებთან. ამის გამო მათ ხშირად იყენებენ სხვადასხვა ქიმიური რეაქციების დროს გამხსნელებად.

ისინი ზოგიერთ ნივთიერებასთან ამჟღავნებენ ნუკლეოფილურ და ფუძის თვისებებს.

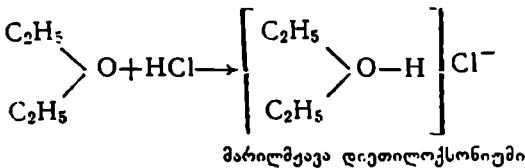
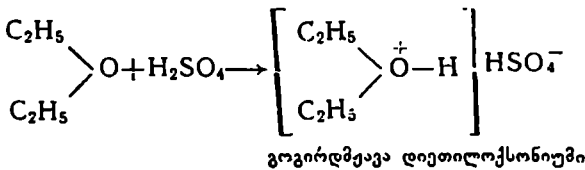
კონცენტრირებული იოდწყალბადმჟავას მოქმედებით ეთერები იშლებიან და წარმოქმნიან სპირტსა და ალკილიოდს:



მარტივი ეთერის გახლეჩის მექანიზმი აღნიშნული მკავეს მოქმედებით შეიძლება წარმოვიდგინოთ სქემით:

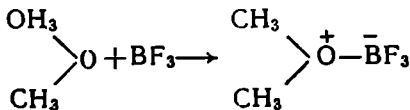


2. მარტივ ეთერებზე კონცენტრირებულ მარილმკავესა და გოგირდ-მკავეს მოქმედებით წარმოიქმნებიან ოქსონიუმის მარილები:



ეს მარილები წყლის მოქმედებით ჰიდროლიზს განიცდიან.

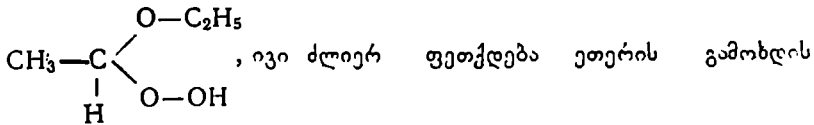
მარტივი ეთერები ლუისის მკავების მოქმედებით გარდაიქმნებიან კომპლექსნაერთებად:



დიმეთილტრიფტორბოროქსონიუმი

ბორტოროქსონიუმის ნაერთებია უკანასკნელ ხანებში დიდი გამოყენება პოვა ალკირების რეაქციებისათვის ორგანულ სინთეზში.

**ცალკეული წევრები.** დიეთილის ეთერს ჩვეულებრივ უწოდებენ ეთილის ეთერს, ან კიდევ უფრო მარტივად, ეთერს. იგი პირველად მიიღეს მე-16 საუკუნეში ღვინის სპირტისა და გოგირდმჟავას ურთიერთმოქმედებით. ეგონათ, რომ იგი შეიცავდა გოგირდს და ჯწოდეს გოგირდის ეთერი. დიეთილის ეთერი არის ადვილად აქროლადი, აალებადი, უფერო, სპეციფიკური სუნის სითხე, რომელიც 6.5% (20°C) რაოდენობით იხსნება წყალში. სპირტს შეერევა ნებისმიერი პროპორციით. იგი არის ძვირფასი ორგანული გამხსნელი, რის გამოც მას ხშირად იყენებენ ლაბორატორიული მუშაობის დროს. ეთერისა და ჰაერის ნარევი ფეთქებადია, ამიტომ მისი გამოხდა სრულ ამოშრობამდე არ უნდა ვაწარმოოთ. შენახვისას, თუ მას ეხება ჰაერი, წარმოიქმნება ჰიდროზეჟანგი:

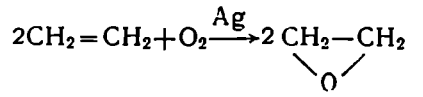


დროს. ამიტომ აუცილებელია შემოწმდეს, ეთერში არის თუ არა ჰიდროზეჟანგი. ამისათვის მას უმატებენ KI სახამებლის თანაობიან. თუ სახამებელი შეიფერა, ეს იმის ნიშანია, რომ ეთერი შეიცავს ჰიდროზეჟანგს. ასეთი ეთერი უნდა დამუშავდეს ორვალენტიანი რკინის მარილით და ჩაირეცხოს წყლით.

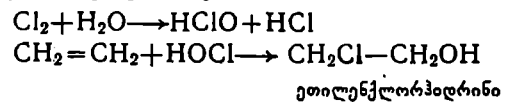
ეთერი მედიცინაში გამოყენებულია როგორც ნარკოზის გამომწვევი საშუალება. აბსოლუტურ (უწყლო) ეთერს ხმარობენ მაგნიუმის ორგანული ნაერთების მისაღებად (გამხსნელად და კატალიზატორად).

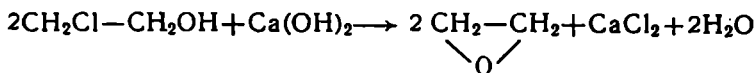
**ციკლური მარტივი ეთერები.** ციკლური მარტივი ეთერებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია ეთილენის ჟანგი ანუ ოქსირანი, რომელსაც სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ ორი ძირითადი გზით:

1. ეთილენის ჰაერის ჟანგბადთან (250°C) ურთიერთმოქმედებით, კატალიზატორ ვერცხლის თანაობით:



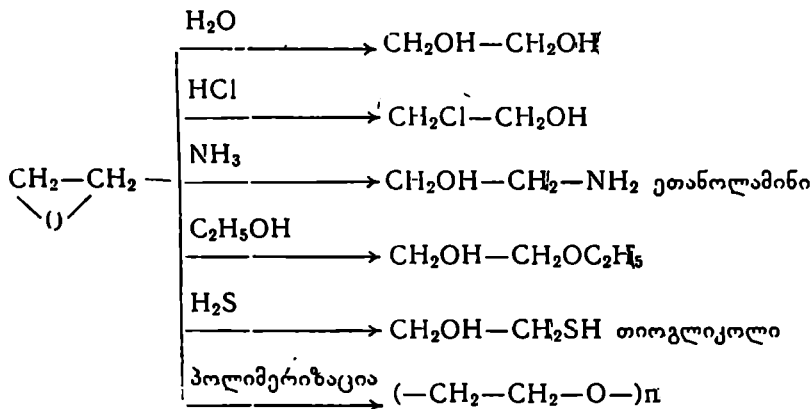
2. ეთილენი წყალში გახსნილი ქლორის მოქმედებით ჯერ გადაყავთ ეთილენქლორჰიდრიდში და შემდეგ მას უმატებენ ჩამქრალ კირს და წარმოიქმნება ოქსირანი:



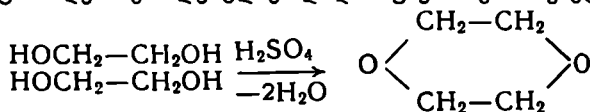


ოქსირანი წარმოადგენს უფერო გაზს (დულ. ტემპ. +10,5°C), რომელიც უაღრესად ძლიერი საწამლაეია.

ოქსირანი ქიმიური თვისებების მხრივ იპყრობს ძალიან დიდ ყურადღებას, როგორც რეაქციის უნარის მქონე ნაერთი. მისი მეშვეობით შეიძლება მივიღოთ მრავალი სხვადასხვა ორგანული ნაერთი:

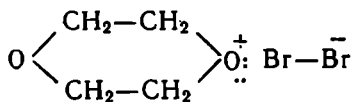


ციკლური ეთერებიდან ყურადღებას იპყრობს 1,4-დიოქსანი, რომელიც მიიღება ეთილენგლიკოლიდან ფავორსკის რეაქციით (გვ. 189).



იგი წარმოადგენს წყალში ხსნად სითხეს (დულ. ტემპ. 101°C). მასში კარგად იხსნება ცხიმები, ცელულოზის ეთერები და სხვა ორგანული ნაერთები. 1,4-დიოქსანი საწამლაეია, შენახვისას გარკვეული დროის შემდეგ იერთებს ქანაზბადს და წარმოიქმნება ფეთქებადი ზე-ქანაზური ნაერთი. ამიტომ მასთან მუშაობა მოითხოვს დიდ სიფრთხილეს.

დიოქსანი უფრო ძლიერი ფუძის თვისებებით ხასიათდება, ვიდრე დიეთილის ეთერი. იგი იძლევა მძიმე მეტალთა კომპლექსურ მარილებს. დიოქსანი იერთებს ბრომის ორ ატომს და მიიღება მყარი ნაერთი დიბრომდიოქსანი:





თიოსპირტები (მერკაპტანები), თიომთერები და გოგირდის სხვა ნაერთები

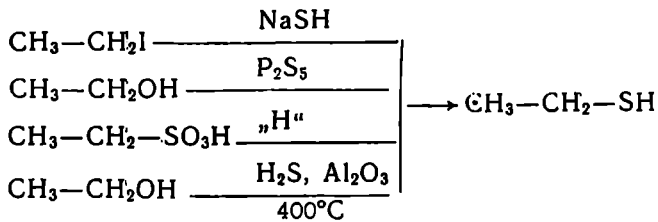
1. თიოსპირტები ანუ მერკაპტანები

თიოსპირტები წარმოადგენენ სპირტების ანალოგიურ ნაერთებს, რომლებიც შეიძლება განვიხილოთ, როგორც სპირტი, სადაც ჟანგბადატომი შეცვლილია გოგირდის ატომით. ან შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც გოგირწყალბადი, რომელშიაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ალკილით. თიოსპირტების ზოგადი ფორმულაა R-SH.

სისტემატური ნომენკლატურით თიოსპირტებს უწოდებენ თიოლებს, რომელთა წარმომადგენლების სახელწოდება გამოყავთ შესაბამისი ნახშირწყალბადის სახელწოდების ძირისა და სუფიქს — თიოლ-ის შერწყმით. გარდა ამისა, ალკილის სახელში „ი“ იცვლება სუფიქს — მერკაპტან-ით. მაგალითად:

- CH<sub>3</sub>SH მეთანთიოლი; მეთილმერკაპტანი
- C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH ეთანთიოლი; ეთილმერკაპტანი
- C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>SH პროპანთიოლი; პროპილმერკაპტანი
- C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>SH ბუტანთიოლი; ბუტილმერკაპტანი
- C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>SH პენტანთიოლი, ამილმერკაპტანი

მერკაპტანებს ღებულობენ კალიუმის ან ნატრიუმის ჰიდროსულფიდზე ჰალოგენალკილის მოქმედებით, სპირტებისა და ფოსფორის სულფიდის ურთიერთმოქმედებით, ალკილსულფომჟავების აღდგენითა და სპირტებზე გოგირდწყალბადის მოქმედებით:

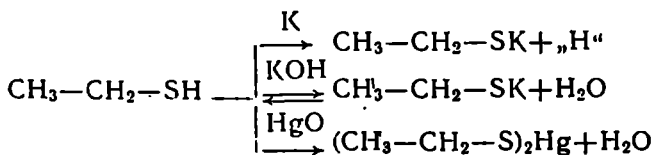


თიოსპირტების პირველი წევრი გაზია. დანარჩენები წარმოადგენენ სითხეებსა და მყარ ნივთიერებებს.

მერკაპტანები დუღს უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე სპირტები. მაგალითად, ეთანთიოლი დუღს 34,7°C, ხოლო ეთანოლი

78,3°C-ზე. ეს გარეობა აიხსნება იმით, რომ გოგირდის ელექტრო-უარყოფითობა (2,5) უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჟანგბადის (3,5) და ამიტომ თიოლებს, სპირტებთან შედარებით, ნაკლები მიდრეკილება აქვთ წყალბადური ბმისადმი. თიოსპირტები მცირე ოდენობით იხსნებიან წყალში. მათ აქვთ უაღრესად ცუდი სუნი, რომლის შეგრძნება შეიძლება იმ შემთხვევაშიც კი, როცა იგი ძლიერ განზაფხულია. 2-ბუტენი-1-თიოლი ( $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SH}$ ) წარმოადგენს ჩრდილო ამერიკაში მცხოვრები მყარალას (*Memphis inemphitica*) ჯირკვლებიდან გამოწყობილი გაზის მთავარ შემადგენელ ნაწილს.

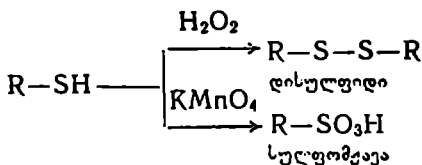
თიოლებს მჟავური ბუნება უფრო მეტად აქვთ გამოხატული, ვიდრე სპირტებს. ამიტომ ისინი როგორც მეტალების, ასევე მეტალთა ჰიდროქსიდებისა და ოქსიდების მეშვეობით იძლევიან მარილებს:



მიღებულ მარილებს ეწოდებათ მერკაპტიდები.

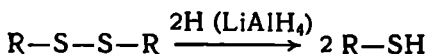
სახელწოდება მერკაპტანი წარმოშობილია ვერცხლისწყლის ჟანგზე თიოლის მოქმედების დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის მიხედვით (ლათინური გამოთქმა — *Corpus mercurio aptum* — ვერცხლისწყლის შთანქმელი სხეული).

მერკაპტანები სუსტი დამჟანგავების (ჰაერის ჟანგბადი, წყალბადის ზეჟანგი და სხვა) გავლენით გარდაიქმნებიან დისულფიდებად, ხოლო ძლიერი დამჟანგავების (აზოტმჟავა, კალიუმის პერმანგანატი და სხვა) მოქმედებით კი სულფომჟავებად:

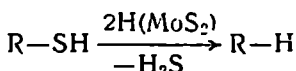


სპირტების დაჟანგვის დროს იჟანგება ნახშირბადი, ხოლო მათგან განსხვავებით, მერკაპტანების დაჟანგვისას კი — გოგირდი.

დისულფიდები ლითიუმალუმინჰიდრიდის მეშვეობით აღდგებიან და ისევ გადადიან მერკაპტანებში:



მოლიბდენის (IV) ან ვოლფრამის (IV) სულფიდის მოქმედებით მერკაპტანები გამოყოფენ გოგირდწყალბადს და გარდაიქმნებიან ნახშირწყალბადებად:



ამ რეაქციით, სამრეწველო მასშტაბით, ნავთობ პროდუქტებს ასუფთავებენ მერკაპტანებისა და გოგირდის შემცველი სხვა ნაერთებისაგან, რასაც უღარესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ზოგიერთი მერკაპტანი დიდ პრაქტიკულ გამოყენებას პოულობს, მაგალითად, მეთილმერკაპტანს იყენებენ ამინომჟავის მეთიონინის  $\text{CH}_3\text{-S-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-COOH}$  სამრეწველო მასშტაბით მისა-

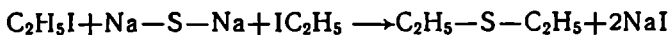


ლებად. ეთილ-და იზოამილმერკაპტანს ურევენ ბუნებრივ და ხელოვნურ საწვავ გაზში, რათა მათი სუნის მიხედვით მყისვე გავიგოთ საწვავი გაზის არსებობა ჰაერში. დოდეცილმერკაპტანი  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{-SH}$  გამოყენებულია სინთეზური კაუჩუკის წარმოებაში. როგორც ემულსიური პოლიმერიზაციის რეგულატორი.

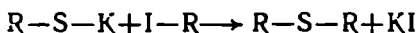
## 2. თიოეთერები ანუ სულფიდები

თიოეთერები არიან მარტივი ეთერების ანალოგიური ნაერთები. საერთაშორისო ნომენკლატურით მათ უწოდებენ. დიალკილსულფიდებს. მაგალითად,  $\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$  დიმეთილსულფიდი,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-S-C}_2\text{H}_5$  დიეთილსულფიდი,  $\text{CH}_3\text{-S-C}_2\text{H}_5$  მეთილეთილსულფიდი და ა. შ.

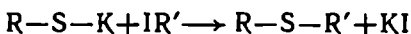
თიოეთერები მიიღებიან ჰალოგენალკილების მოქმედებით ნატრიუმის (ან კალიუმის) სულფიდზე:



ისინი შეიძლება მივიღოთ აგრეთვე ჰალოგენალკილისა და მერკაპტიდების ურთიერთმოქმედებით:



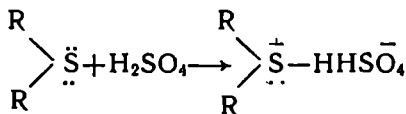
შერეულ (არასიმეტრიულ) თიოეთერებს დებულობენ მერკაპტიდზე შესაბამისი ჰალოგენალკილის მოქმედებით:



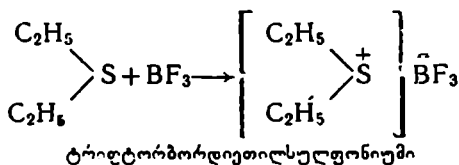
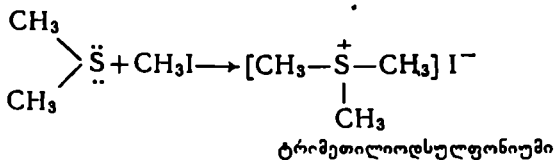
თიოეთერები არიან წყალში უხსნადი არასასიამოვნო სუნის სითხეები, რომელთა დუღილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე

მერკაპტანებისა და მარტივი ეთერების. მაგალითად, დიეთილსულფი-  
დი ღუღს  $92^{\circ}\text{C}$ , ეთილმერკაპტანი და დიეთილეთერი შესაბამისად  
 $34,7^{\circ}\text{C}$  და  $34,6^{\circ}\text{C}$ -ზე.

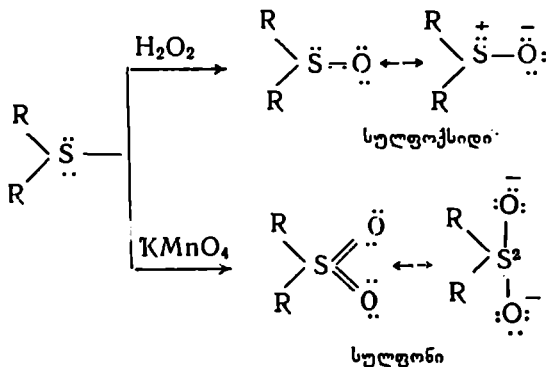
თიოეთერები მარტივი ეთერების მსგავსად არიან სუსტი ფუძის  
თვისების ნივთიერებები, რომლებიც კონცენტრირებულ გოგირდმეა-  
ვასთან იძლევიან დიალკილსულფონიუმის მარილებს:



ანალოგიურად ამისა, თიოეთერები გოგირდატომის გაუზიარებე-  
ლი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე პალოგენალკილებთან და ლუ-  
ისის მეავებთან წარმოქმნიან სულფონიუმის მარილებს:



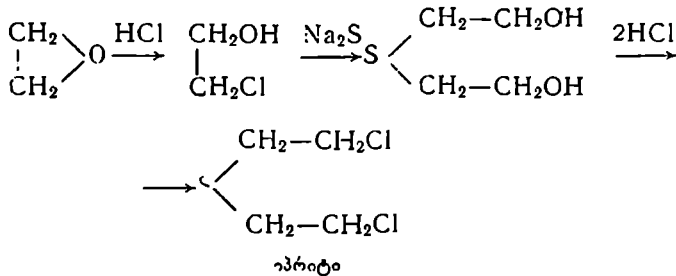
თიოეთერები სუსტი დამჟანგავების (წყალბადის ზეჟანგი,  $\text{N}_2\text{O}_4$  და  
სხვა) მოქმედებით გარდაიქმნიებიან სულფოქსიდებად, ხოლო მათზე  
ძლიერი დამჟანგავების (კალიუმის პერმანგანატი, აზოტმეავა) მოქმე-  
დებით კი წარმოიქმნება სულფონები (ა. მ. ზაიცევი):



სულფონებში  $S=O$  ბმა არის სემიპოლარული (ნახევრადპოლარული).

თიოეთერების რიგის ნაერთებს მიეკუთვნება კანზე მოქმედი საბრძოლო-მომწამვლელი ნივთიერება  $\beta, \beta'$ -დიქლორდიეთილსულფიდი ანუ იპრიტი, რომელიც წარმოადგენს ნივრის სუნის სითხეს (დუღ. ტემპ.  $217^{\circ}C$ ). მის გაუვნებელყოფას (დეგაზაცია) ახდენენ მათეთრებელი კირით, ქლორამინებითა და სხვა სადეგაზაციო ნივთიერებებით.

იპრიტს ღებულობენ სხვადასხვა მეთოდით. ერთ-ერთი მათგანია მისი მიღება ეთილენის ქანგისაგან:

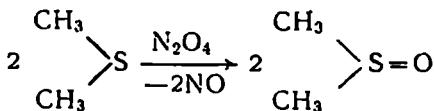


პირველი იმპერიალისტური ომის დროს იპრიტი, როგორც კანზე მოქმედი საბრძოლო-მომწამვლელი ნივთიერება, გერმანელმა გამოიყენეს მდინარე იპრის ნაპირზე და ამის გამო მას უწოდეს იპრიტი.

გეტინგენის (გერმანია) ვ. მაიერის ლაბორატორიაში მუშაობის დროს ნ. ზელინსკის დავალებული ჰქონდა ტეტრაპიდროთიოფენის მიღება ეთილენქლორპიდრინიდან. უკანასკნელზე კალიუმის სულფიდის მოქმედებით ჯერ უნდა მიეღო თიოდიგლიკოლი, ხოლო შემდეგ ზუთქლორიანფოსფორზე თიოდიგლიკოლის მოქმედებით მიღებული  $\beta, \beta'$ -დიქლორდიეთილსულფიდიდან ქლორის ორი ატომის ჩამოშორებით ვარაუდობდნენ ჰეტეროციკლური ნაერთის — ტეტრაპიდროთიოფენის მიღებას. რეაქციის უკანასკნელი საფეხურის განხორციელება ზ. ზელინსკიმ ველარ შეძლო იმის გამო, რომ მას მიღებული  $\beta, \beta'$ -დიქლორდიეთილსულფიდის (იპრიტი) მოქმედებით ძნელად მოსარჩენი წყლულები გაუჩნდა. ასეთ შედეგს არც ერთი მათგანი (ვ. მაიერი, ნ. ზელინსკი) არ ელოდა.

ნ. ზელინსკიმ პირველმა მიიღო იპრიტი და პირველმა განიცადა სიცოცხლისათვის მისი საშიში მოქმედება.

დიმეთილსულფოქსიდი (დმსო) არის სულფოქსიდების ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ნაერთი, რომელსაც მრეწველობაში ღებულობენ დიმეთილსულფიდის დაქანგვით. დამქანგავად იყენებენ  $N_2O_4$ , რომლიდანაც წარმოქმნილი  $NO$  ჰაერის ქანგბადის მოქმედებით ისევ გადადის  $N_2O_4$ -ში.



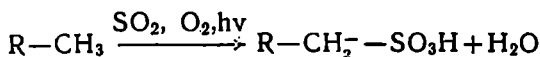
ღმეთილსულფოქსიდი

ღმსო (ღუღ. ტემპ. 188°C) არის ბიპოლარული აპროტონული გამხსნელი, რომელშიც დისოცირდება არაიონიზირებული ნივთიერებები, როგორცაა პალოგენალკილები და სხვა. მან, როგორც აპროტონულმა გამხსნელმა, დიდი გამოყენება პოვა მრეწველობასა და სამეცნიერო ლაბორატორიულ მუშაობაში.

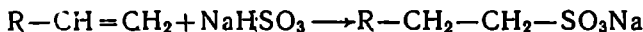
### 3. სულფომჟავები (ალკილსულფომჟავები) და ალკილსულფოქლორიდები

სულფომჟავები დიდ გამოყენებას პოულობს საღებარებისა და ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებათა მიღების დროს. მათ იყენებენ აგრეთვე მედიკამენტებისა და მთრიმლავი ნივთიერებების წარმოებასათვის.

მიღება. 1. სულფომჟავები მიიღებიან ალკანებზე გოგირდის დიოქსიდისა და ჟანგბადის ერთდროული მოქმედებით ულტრაიისფერი სხივების თანაობით:



2. ალკენებისა და ნატრიუმის ჰიდროსულფიტის ურთიერთმოქმედებით მიიღებიან ალკილსულფომჟავების ნატრიუმის მარილი:



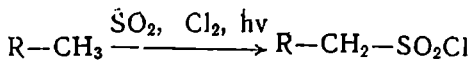
მიღებულ მარილზე მინერალური მჟავას მოქმედებით მიიღება სულფომჟავა.

სულფომჟავები წარმოადგენენ ძლიერ ერთფუძიან მჟავებს, რომლებიც ტუტეების მოქმედებით გვაძლევენ მარილებს. სულფომჟავების კალციუმის, ბარიუმისა და ტყვიის (II) მარილები, განსხვავებით შესაბამისი სულფატებისაგან, წყალში ხსნადი ნივთიერებებია.

სულფომჟავები სპირტებთან იძლევიან რთულ ეთერებს ( $\text{R}-\text{SO}_2\text{OR}'$ ).

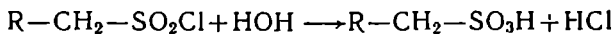
$\text{PCl}_5$  მოქმედებისას სულფოჯგუფის ჰიდროქსილი იცვლება ქლორით და მიიღება სულფოქლორიდი: ( $\text{R}-\text{CH}_2-\text{SO}_2\text{Cl}$ ).

სულფოქლორიდები. სულფოქლორიდები წარმოადგენენ სულფომჟავების ნაწარმებს. მათ დიდი ოდენობით ღებულობენ ალკანების სულფოქლორირებით:

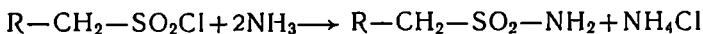


რეაქციის ინიცირებისათვის დასხივების ხაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ ზეჟანგები, რომლებიც იშლებიან რადიკალების წარმოქმნით (წარმოქმნილი რადიკალები იწვევენ რეაქციის ინიცირებას).

სულფოქლორიდები წყლის მოქმედებით ჰიდროლიზდებიან სულფომჟავებად:



სულფოქლორიდები ამიაკთან წარმოქმნიან სულფომჟავების ამიდებს, რომელთაც ფუძის თვისებები არ გააჩნიათ:



ალკალსულფამიდებიდან ლებულობენ მალალხარისხოვან სინთეზურ გამრეცხ ფხენილებს.

### თ ა ვ ი XIII.

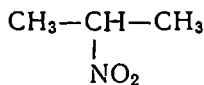
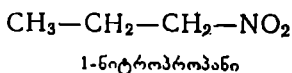
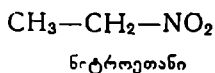
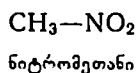
#### ალიფატური რიგის ნიტრონაერთები

ალიფატური რიგის ნიტრონაერთები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ალიფატური ნახშირწყალბადები, სადაც ერთი ან რამდენიმე წყალბადი შეცვლილია ნიტროჯგუფით ( $-\text{NO}_2$ ). ნაჭერი ნიტრონაერთებისათვის ზოგადი ფორმულა გამოისახება შემდეგნაირად:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NO}_2$  ან  $\text{R}-\text{NO}_2$ . იმის მიხედვით, თუ რომელად ალკილთან არის დაკავშირებული ნიტროჯგუფი, არჩევენ: პირველად ( $\text{R}-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ ), მეორეულ ( $\text{R}_2-\text{CH}-\text{NO}_2$ ) და მესამეულ ( $\text{R}_3-\text{C}-\text{NO}_2$ ) ნიტრონაერთებს.

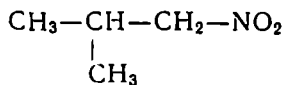
იზომერია, ნომენკლატურა. პირველ ორ წევრს ( $\text{CH}_3-\text{NO}_2$  და  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ ) იზომერი არა აქვს. იზომერია იწყება მესამე წევრიდან და აქვს ორი იზომერი:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NO}_2$  და  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NO}_2)-\text{CH}_3$



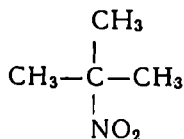
ნიტრონაერთებს სახელწოდებას აძლევენ ნახშირწყალბადის სახელწოდების მიხედვით, რომელსაც უმატებენ თავსართს — ნიტრო. სისტემატური ნომენკლატურით ციფრით უჩვენებენ ნიტროჯგუფის მდებარეობას:



2-ნიტროპროპანი

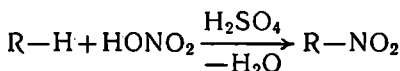


1-ნიტრო-2-მეთილპროპანი

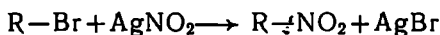


2-ნიტრო-2-მეთილპროპანი

მიღების საშუალებებია. ნიტრონაერთები მიიღებიან: 1. ნახშირ-წყალბადების თხევადი ან გაზურფაზური ნიტრირებით (კონოვალოვი, ტიტოვი):

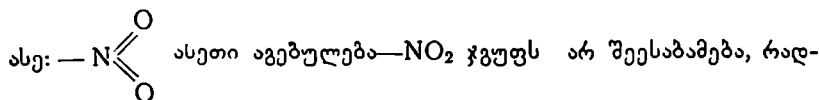


2. ჰალოგენალკილებზე  $\text{AgNO}_2$ -ის მოქმედებით:

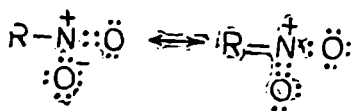


**ფიზიკური თვისებები.** ნიტრონაერთების დაბალი წევრები წარმოადგენენ წყალში უხსნად, დამახასიათებელი სუნის სითხეებს. ჰომოლოგიური რიგის ზრდასთან ერთად იზრდება მათი დუღილის ტემპერატურა. ნიტრომეთანის, ნიტროეთანისა და 1-ნიტროპროპანის შეფარდებითი სიმკვრივე 1-ზე მეტია, ხოლო დანარჩენი წევრებისა 1-ზე ნაკლებია. ნიტრონაერთები იწ სპექტრის 1375 და 1580  $\text{cm}^{-1}$  უბანში იძლევიან ინტენსიურ ზოლს.

**ნიტროჯგუფის ელექტრონული აგებულება.** ქიმიკოსები დიდი ხნის მანძილზე ნიტროჯგუფის აგებულებას მარტივად გამოსახავდნენ

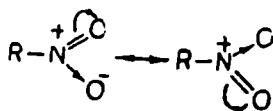


გან აზოტი მე-2 პერიოდის ელემენტია და მას არ შეიძლება ჰქონდეს გარე შრეზე რვაზე მეტი ელექტრონი. სინამდვილეში აღნიშნული ფუნქციონალური ჯგუფი შეიძლება გამოისახოს ელექტრონულა. ზღვრული (მეზომერული) ფორმულებით:

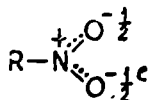




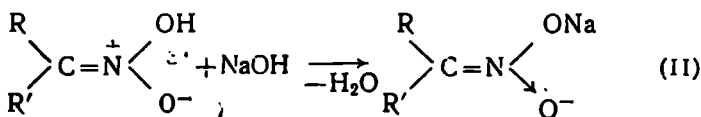
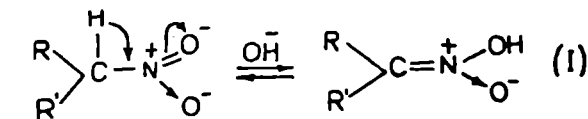
როგორც ზღვრული ფორმულებიდან ჩანს, ორივე N—O ბმა ტოლფასიანია და ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს სემიპოლარულ ბმასთან. ნიტროჯგუფის ზღვრული (მეზომერული) სტრუქტურა მარტივად გამოისახება შემდეგნაირად:



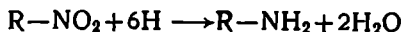
ნიტროჯგუფში ორივე ქანგბადატომთან ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე თანაბრადაა განაწილებული. 1/2 მოდის ერთ ქანგბადატომზე და 1/2 მეორე ქანგბადატომზე. ამის მიხედვით, ნიტრონაერთის მოლეკულური დიაგრამა ასე გამოისახება:



**ქიმიური თვისებები.** 1. ნიტროჯგუფს ახასიათებს — I ეფექტი და იგი, როგორც ძლიერი ელექტროაქცეპტორული ბუნების მქონე ჯგუფი, პირველად და მეორეულ ნიტრონაერთებში  $\alpha$ -წყალბადატომებს ხდის ადვილად მოძრავს. ამიტომ პირველადი და მეორეული ნიტრონაერთები წარმოადგენენ C—H ძლიერ შეყვებს. ნიტრონაერთები ჩვეულებრივ ნეიტრალური არიან, მაგრამ ტუტე გარემოში  $\alpha$ -წყალბადატომები გადაადგილდება ნიტროჯგუფის ქანგბადატომთან და წარმოიქმნება ნიტრონის მჟავა (აცი-ფორმა), რომელიც წარმოადგენს ნიტრონაერთის ტაუტომერს. უკანასკნელი ტუტესთან მოქმედებით იძლევა მარილს (II).

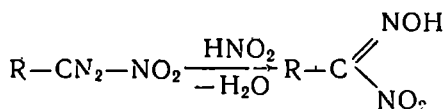


2. ნიტრონაერთების ალდგენით მიიღებიან ამინები:



3. პირველადი და მეორეული ნიტრონაერთებისათვის დამახასიათებელია აზოტოვანი მჟავას მოქმედება. ამ შემთხვევაშიც თავს იჩენს  $\alpha$ -წყალბადატომის ადვილძვრადობა:

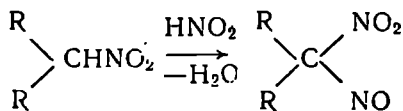
ა) პირველადი ნიტრონაერთები აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით იძლევიან ნიტროლის მჟავებს:



ნიტროლის მჟავა

ნიტროლის მჟავები არიან უფერული კრისტალური ნივთიერებები, რომლებიც ტუტეებთან წარმოქმნიან წითელი ფერის მარილებს.

ბ) მეორეული ნიტრონაერთების აზოტოვანი მჟავასთან მოქმედებით მიიღებიან ფსევდონიტროლები, რომლებიც კრისტალურ მდგომარეობაში არიან უფერო დიმერების სახით, ხოლო გახსნისას გადადიან მონომერში და აქვთ ინტენსიური (ლურჯი ფერი:

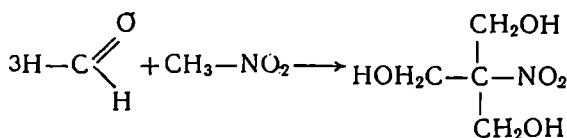


ფსევდონიტროლი

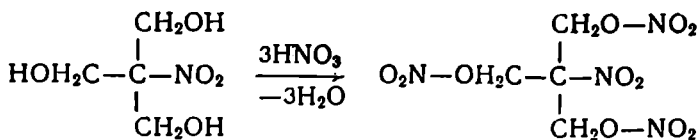
მესამეული ნიტრონაერთები აზოტოვანი მჟავასთან რეაქციაში არ შედიან. აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით ადვილად შეიძლება გავარჩიოთ ერთმანეთისაგან პირველადი, მეორეული და მესამეული ნიტრონაერთები.

#### 4. კარბონილის ჯგუფის შემცველი ნაერთების მოქმედება.

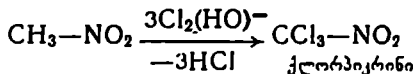
განზავებული ტუტის გარემოში ალდეჰიდები და კეტონები პირველად და მეორეულ ნიტრონაერთებთან შედიან ჯვარედინ ალდოლის ტიპის რეაქციებში. მაგალითად, ნიტრომეთანისა და ფორმალდეჰიდის ურთიერთმოქმედებით მიიღება კონდენსაციის პროდუქტი, რომელიც აზოტმჟავათი ეთერიფიკაციის შედეგად წარმოქმნის ძლიერ ფეთქებად ნივთიერებას:



კონდენსაციის პროდუქტი



ცალკეული წევრები. კერძო წევრებიდან უურადლებას იპყრობს ნიტრომეთანი, რომელიც საწარმოო მასშტაბით მიიღება მეთანის ნიტრირებით. იგი წარმოადგენს სითხეს, რომელიც დღეს 101,2°C-ზე. მას იყენებენ, როგორც გამხსნელს. მისი ქლორირებით ლებულობენ ტრიქლორნიტრომეთანს, რომელსაც ქლორპიკრინი ეწოდება:



ქლორპიკრინი წარმოადგენს სითხეს, რომელიც დღეს 112°C-ზე. ხასიათდება მძაფრი სუნით, იგი ძლიერ აღიზიანებს ლორწოვან გარსს, პირველი მსოფლიო ომის დროს გამოყენებული იყო, როგორც საბრძოლო-მომწამელები ნივთიერება. მას იყენებენ მარცვლეული პროდუქტების შესაწამლად და მღრღნელების საწინააღმდეგოდ.

გარდა ნიტრომეთანისა, კერძო წევრებიდან აღსანიშნავია ტეტრა-ნიტრომეთანი  $\text{C}(\text{NO}_2)_4$ , რომელსაც ლებულობენ ძმრის ანჰიდრიდისა და მბოლავი აზოტმეყავას ურთიერთმოქმედებით. იგი გამოყენებულია ოლეფინების აღმოსაჩენად და მანიტრებელ საშუალებად. იგი გარკვეულ პირობებში ადვილად გადადის ტრინიტრომეთანში, რომელსაც ნიტროფორმი ეწოდება:



ნიტროფორმი

ნიტროფორმი ხასიათდება, როგორც ძლიერი  $\text{C}-\text{H}$  მეყავას ბუნების მქონე ნივთიერება. მისი ძლიერი მეყვეური ხასიათი აიხსნება ნიტროჯფუფების — I ეფექტით, რომელიც ძლიერ ადვილმოდრავს ხდის  $\alpha$ -წყალბადატომს.

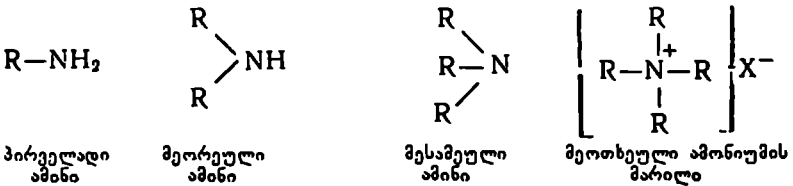
ნიტრონაერთები ფართოდ არიან გამოყენებული მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. ბევრი მათგანი გამოყენებულია, როგორც გამხსნელი. მათ იყენებენ რეზინის, პლასტიკური მასების, ფეთქებადი ნივთიერებებისა და სხვა მრავალი ქიმიური პროდუქტების წარმოების საქმეში.

ალკილბაზური რიგის ამინები

1. მონოამინები

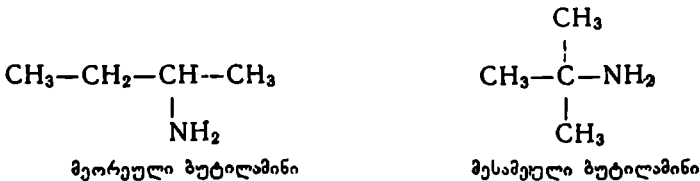
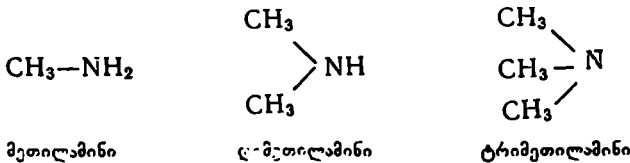
ამინები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ამიაკი, სადაც ერთი, ორი ან სამივე წყალბადატომი შეცვლილია ალკილით.

იზომერია და ნომენკლატურა. იმის მიხედვით, ამიაკში რამდენი წყალბადატომია შეცვლილი ალკილით, არჩევენ: პირველად, მეორეულ და მესამეულ ამინს და მეოთხეული ამონიუმის ფუძეს, რომელიც შეიძლება განვიხილოთ, როგორც მთლიანად ალკილირებული ამონიუმის მარილი:



როგორც ამინების ფორმულებიდან ჩანს, პირველადი ამინები შეიცავენ ამინოჯგუფს  $-NH_2$ , მეორეული — იმინოჯგუფს  $=NH$  და მესამეული — აზოტის მესამეულ ატომს.

ამინების სახელწოდება გამოყავთ ამინებში შემავალი ალკილების სახელწოდებიდან, რომელსაც ემატება სუფიქსი — ამინ-ი:

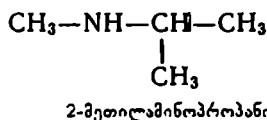
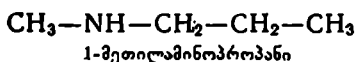
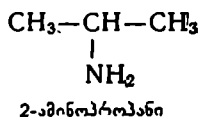
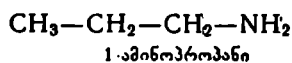


ამინების იზომერია დამოკიდებულია, როგორც ალკილების იზომერიაზე, აგრეთვე ამინში სხვადასხვა ალკილების არსებობაზე (მეტა-

მერია). მაგალითად, დიმეთილამინი  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{ } \\ \text{ } \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{NH}$  და ეთილამინი  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{NH}_2$  ერთმანეთის შეტამერებს წარმოადგენენ.

სისტემატური ნომენკლატურით ამინების სახელწოდება გამოყავთ ნახშირწყალბადის სახელწოდებიდან. ამისათვის ჯერ უჩვენებენ იმ ნახშირბადის ნომერს, რომელთანაც დაკავშირებულია ამინოჯგუფი, შემდეგ ნახშირწყალბადის სახელწოდებას უმატებენ თავსართ ამინოსს. შესაბამისად: ამინო ( $\text{—NH}_2$ ), მეთილამინო ( $\text{—NH—CH}_3$ ), დიმეთილამინო

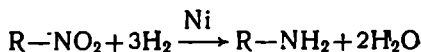
( $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{ } \\ \text{ } \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{N—}$ ) და ა. შ. მაგალითად:



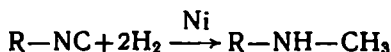
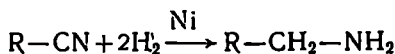
მიღების საშუალებანი. ამინები მიიღებიან სხვადასხვა მეთოდით.

1. ამინები მიიღებიან ნიტრონაერთების, ნიტრილების, იზონიტრილებისა და ამიდების აღდგენით:

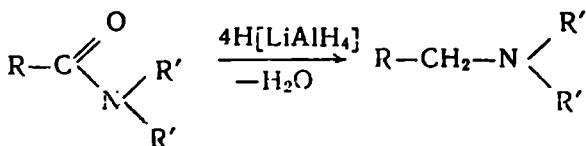
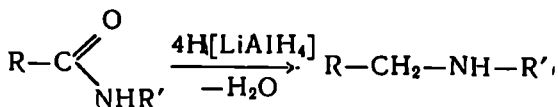
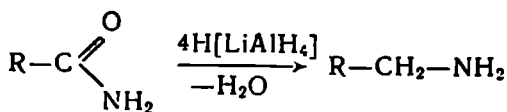
ა) ნიტრონაერთების აღდგენა. ნიტრონაერთების კატალიზური ( $\text{Pt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Ni}$ ) აღდგენით მიიღებიან პირველადი ამინები:



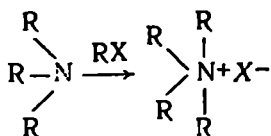
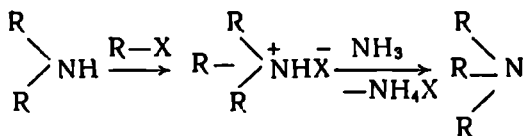
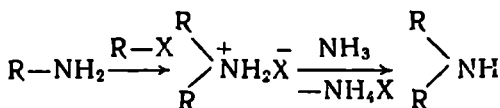
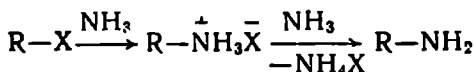
ბ) ნიტრილები და იზონიტრილები აღდგებიან წყალბადის მოქმედებით კატალიზატორების  $\text{Pt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Ni}$  თანაობით. თანაც ნიტრილები წარმოქმნიან პირველად, ხოლო იზონიტრალეები მეორეულ ამინებს:



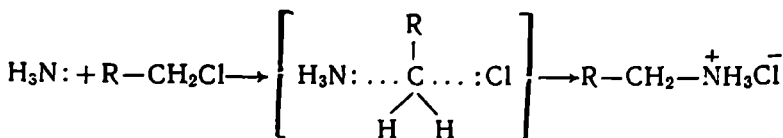
გ) ამიდები თავიანთი ბუნების შესაბამისად აღდგებიან პირველად, მეორეულ და მესამეულ ამინებად ლითიუმალუმინიზირიდის თანაობით:



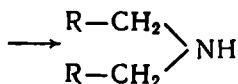
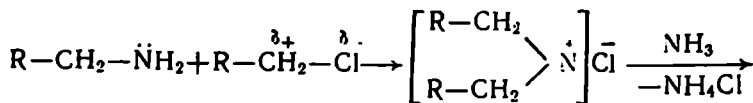
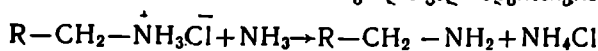
2. ამინები მიიღებიან ჰალოგენალკილზე ამიაკის მოქმედებით (პოფმანის რეაქცია). ამ რეაქციის დროს წარმოიქმნება პირველადი, მეორეული, მესამეული ამინები და მეოთხეული ამონიუმის მარილები, ამინების შესაბამისი შუალედური მარილების ფაზის გავლით:



ამ რეაქციებში ნუკლეოფილურ რეაგენტს წარმოადგენს ამიაკი და წარმოქმნილი ამინები. პირველად ჰალოგენალკილებში ჰალოგენის შეცვლა ამინოჯგუფით მიმდინარეობს ბიმოლექულური რეაქციის ( $S_N2$ ) მექანიზმით.



გარდამავალი მდგომარეობა



ანალოგიურად წარმოიქმნება მესამეული ამინები.

რეაქციის პროდუქტთა ტუტეებთან გაცხელებით გამოიყოფა ამინები, რომელსაც გამოხდიან წყლის ორთქლით.

რეაქციის პროცესში ამიაკის ჰარბი რაოდენობით შეტანა ზრდის პირველადი ამინის წარმოქმნას, ხოლო ჰალოგენალკილის ჰარბი ოდენობა აღიდეგს მესამეული ამინის გამოსავლიანობას.

ჰოფმანის რეაქციის ფართო მასშტაბით გამოყენებას ხელს უშლის სხვადასხვა ამინთა ნარევის წარმოქმნა.

ფიზიკური თვისებები. მეთილ-, დიმეთილ- და ტრიმეთილამინი გაზია. შემდეგი მომდევნო წევრები სითხეებია და აქვთ ამიაკის სუნი. მაღალი წევრები მყარი ნივთიერებებია. დაბალი წევრები წყალში კარგად იხსნებიან, ხოლო მაღალი წევრები (მყარი) წყალში არ იხსნებიან. ამინების დუღილის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ვიდრე შესაბამისი სპირტებისა.

ზოგიერთი ამინის ფიზიკური თვისებები მოცემულია 28-ე ცხრილში.

ცხრილი 28

ზოგიერთი ამინის ფიზიკური თვისებები

სახელწოდება	ფორმულა	ტემპერატურა		სიმკვრივე 30 D <sub>4</sub> <sup>20</sup>	დბოლუ მომდინ ტემპერატურა (25°C)	იონიზაციის კონსტანტა K(25°C)
		დუღ. / °C	ლ. / ლ.			
მეთილამინი	CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub>	-6,5	-92,2	0,769 (-70°C)	1,46	43,8.10 <sup>-5</sup>
დიმეთილამინი	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -NH	+7,4	-96,0	0,680 (0°C)	1,17	51,2.10 <sup>-5</sup>
ტრიმეთილამინი	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> -N	3,5	-124,0	0,671 (0°C)	0,86	5,3.10 <sup>-5</sup>
ეთილამინი	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -NH <sub>2</sub>	16,6	-80,6	0,706 (0°C)	1,28	34,0.10 <sup>-5</sup>
დიეთილამინი	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> -NH	55,5	-50,0	0,706 (0°C)	1,20	96,0.10 <sup>-5</sup>
ტრიეთილამინი	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> -N	89,5	-114,8	0,727	0,90	56,5.10 <sup>-5</sup>

## H

აზოტის სტერეოქიმია. ამიაკში  $H:\ddot{N}$ : განსხვავებით მეთანისაგან  
H

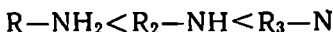
(სადაც ნახშირბადი შემოფარგლულია ოთხ წყალბადატომთან გაზიარებული ოთხი წყვილი ელექტრონით), აზოტი გარემოცულია სამ წყალბადატომთან გაზიარებული სამი წყვილი და ერთი წყვილი გაუზიარებელი ელექტრონით.

იმის გამო, რომ განზიდვის ძალა უფრო მეტია გაუზიარებელ (თავისუფალ) ელექტრონულ წყვილსა და გაზიარებულ ელექტრონულ წყვილს შორის, ვიდრე გაზიარებულ წყვილ ელექტრონთა შორის. აზოტის ატომის გეომეტრიული ფიგურა რამდენადმე განსხვავებულია ნორმალური ტეტრაედრისაგან, სადაც კუთხე  $109^{\circ}, 28'$  ტოლია, ხოლო ამიაკში იგი შეადგენს  $107^{\circ}$ . გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონების ხარჯზე ბმის წარმოქმნის დროს მიიღება ტეტრაედრული სტრუქტურის მქონე ამონიუმის იონი. ტეტრაედრული სტრუქტურის წარმოქმნა იმით აიხსნება, რომ აზოტის ატომზე აღარ არის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი და ყველა ელექტრონულ წყვილთა შორის განზიდვის ძალა ერთნაირია.

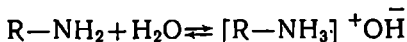
კუთხის სიდიდეთა მცირე განსხვავება ( $2^{\circ}$ ) საფუძველს იძლევა ვთქვათ, რომ აზოტის ატომის გეომეტრიული ფორმა მიახლოებულია ნორმალურ ტეტრაედრთან. აზოტი ამიაკსა და მარტივ ამინებში იმყოფება  $SP^3$ -ჰიბრიდიზირებულ მდგომარეობაში. პირველადი და მეორეული ამინები იწ სპექტრში შთაინთქმებიან  $3300-3500$  სმ $^{-1}$  ინტერვალში, რაც დამახასიათებელია N—H ბმისათვის.

**ქიმიური თვისებები.** ალკილების დადებითი ინდუქციური ეფექტის (+I) გამო ამინებში აზოტის ატომზე იზრდება ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე და ამის გამო ამინები უფრო მეტი ფუძე თვისებებით ხასიათდებიან, ვიდრე ამიაკი. ამინები, მსგავსად ამიაკისა, აზოტის ატომზე გაუზიარებელი ელექტრონული წყვილის არსებობის გამო ნუკლეოფილური ბუნების ნივთიერებებს წარმოადგენენ.

ამინების ფუძიანობა შემდეგი თანმიმდევრობით იზრდება:

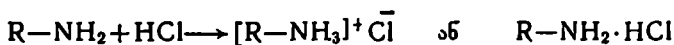


1. ამინები, ამიაკის მსგავსად, წყალთან იძლევიან კარგად გამოხატულ ფუძე თვისების ნივთიერებებს, რაც განპირობებულია ალკილამონიუმის ჰიდროქსიდის იონების წარმოქმნით:

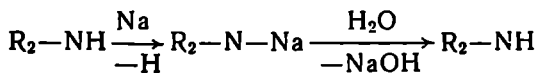


2. ამინები მინერალურ მკავებთან იძლევიან მარილებს:

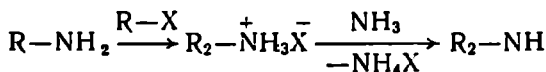




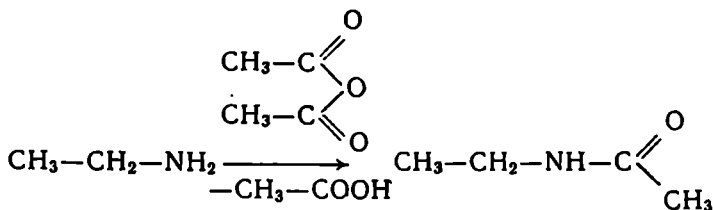
3. პირველადი და მეორეული ამინები ამჟღავნებენ ძლიერ სუსტ მჟავურ ბუნებას. მაგალითად, ისინი ტუტემეტალებთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნიან მარილის მაგვარ ნივთიერებებს, რომლებიც წყლის მოქმედებით განიცდიან ჰიდროლიზს:



4. ამინების გაცხელებით, ჰალოგენალკილებთან ამიაკის სპირტ-ხსნარის თანაობით ადგილი აქვს ამინების ალკილირებას:



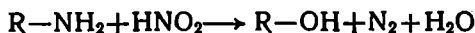
5. პირველადი და მეორეული ამინები რეაგირებენ მაცილირებელ ნივთიერებებთან და წარმოქმნიან შესაბამის აცილირებულ აღუქტებს:



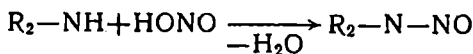
ეთილაცეტილამინი ანუ  
ეთილაცეტამიდი

აცილირების რეაქცია ნუკლეოფილური ხასიათისაა და მიმდინარეობს  $S_N1$  და  $S_N2$  რეაქციის მექანიზმის მიხედვით.

6. პირველადი, მეორეული და მესამეული ამინები შეიძლება ერთმანეთისაგან გამოვარჩიოთ აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით. პირველადი ამინები აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით გამოყოფენ აზოტს და გარდაიქმნებიან სპირტებად. მეორეული ამინები იძლევიან ნიტროზამინებს, ხოლო მესამეული ამინები აზოტოვან მჟავასთან არ რეაგირებენ:

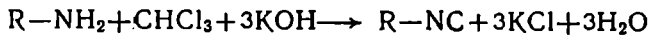


ამ რეაქციის დროს, როგორც თანამდე პროდუქტი, წარმოიქმნება ალკენები და ზოგიერთი სხვა ნივთიერებები;



ნიტროზამინი

7. პირველადი ამინების, ქლოროფორმისა და კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტიანი ხსნარის ნარევის გაცხელებით მიიღება იზონიტრილი (თვისებითი რეაქცია პირველად ამინებზე).



იზონიტრილი

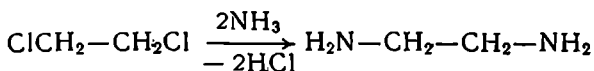
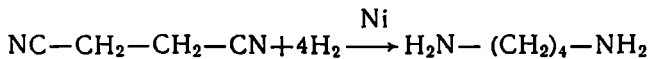
ამინები გამოყენებას პოულობენ ორგანულ სინთეზში ამინირების რეაქციებისათვის. ზოგიერთ ამინებს იყენებენ კაუჩუკის ვულკანიზაციის დროს, ურანის ნარჩენების დამუშავებისას, როგორც გამხსნელს და სხვა.

## 2. დიამინები

დიამინები თავიანთ მოლეკულაში შეიცავენ ორ ამინოჯგუფს:

$H_2N-CH_2-CH_2-NH_2$	ეთილენდიამინი.	1,2-ეთანდიამინი
$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$	ტრიმეთილენდიამინი.	1,3-პროპანდიამინი
$H_2N-CH_2-(CH_2)_2-CH_2-NH_2$	ტეტრამეთილენდიამინი.	1,4-ბუტანდიამინი
$H_2N-CH_2-(CH_2)_3-CH_2-NH_2$	პენტამეთილენდიამინი.	1,5-პენტანდიამინი
$H_2N-CH_2-(CH_2)_4-CH_2-NH_2$	ჰექსამეთილენდიამინი.	1,6-ჰექსანდიამინი

შიღების საშუალებანი. დიამინები ძირითადად მიიღებიან იმ მეთოდებით, რომლებიც გამოყენებულია ამინების სინთეზის დროს. მაგალითად, დინიტრონაერთებისა და დინიტრილების აღდგენით, ვიცინალურ დიპალოგენნაერთებზე ამიაკის მოქმედებით და სხვა:



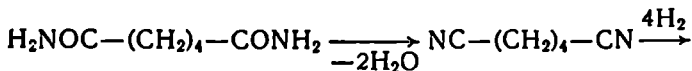
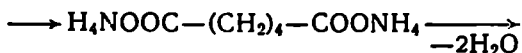
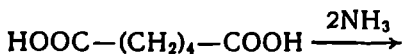
ტეტრამეთილენდიამინი, რომელსაც პუტრესცინს უწოდებენ, პირველად აღმოაჩინეს ჩირქში, ხოლო პენტამეთილენდიამინი — კადავერინი ნაპოვნია გახრწნილ გვამში (ლათ. Cadaver — გვამი). ორივე დიამინი იმყოფება გახრწნილ გვამში. არიან ძლიერი ტოქსიკური მოქმედების და ამის გამო მათ გვამის შხამებს უწოდებენ.

დიამინების დაბალი წევრები წყალში ხსნადი სითხეებია. ისინი ხასიათდებიან უფრო მეტი ფუძის თვისებით, ვიდრე ამინები.

დიაზინები იძლევიან ორგვარ მარილებს. ალკილირება და აცილირება შეიძლება მოეახდინოთ, როგორც ერთი, ისევე მეორე ამინოჯგუფის.

დიაზინებიდან უაღრესად დიდი გამოყენება პოვა ჰექსამეთილენ-დიაზინმა. მას მრეწველობაში ლებულობენ ადიპინის მჟავადან და აგრეთვე დივინილიდან:

ა) ადიპინის მჟავადან. პირველად ადიპინის მჟავა ამიაკის მოქმედებით გადაყავთ შესაბამის მარილში, რომელიც დეჰიდრატაციით ჯერ გადადის ადიპინმჟავას დიამიდში და შემდეგ დინიტრილში. უკანასკნელის კატალიზური აღდგენა იძლევა ჰექსამეთილენდიაზინს:



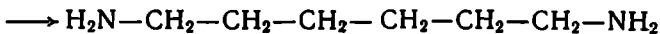
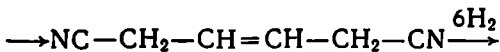
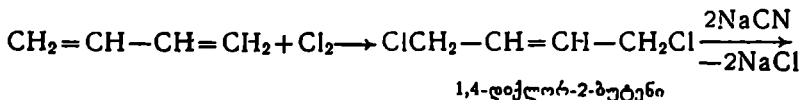
ადიპინმჟავადიამიდი

ადიპინმჟავადინიტრილი



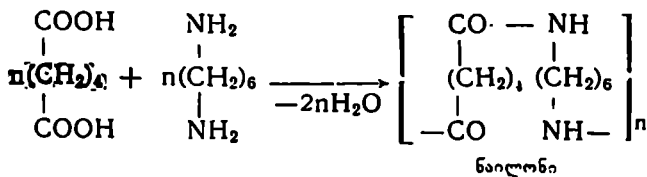
ჰექსამეთილენდიაზინი

ბ) დივინილიდან. დივინილზე მოქმედებენ ქლორით და მიიღება 1,4-დიქლორ-2-ბუტენი, რომელზედაც ნატრიუმციანის მოქმედებით წარმოიქმნება შესაბამისი დინიტრილი. უკანასკნელს აღადგენენ და მიიღება ჰექსამეთილენდიაზინი:



ჰექსამეთილენდიაზინის ადიპინის მჟავასთან პოლიკონდენსაციით მიიღება მაღალმოლეკულური პოლიამიდი—ნაილონი. გამლდეალი (270—280°C) პოლიამიდიდან ლებულობენ ნაილონის ბოჭკოს, რომლიდანაც ამზადებენ ძვირფასი თვისების ნაილონის ქსოვილს. გარდა ამისა, მისგან ამზადებენ მილებს, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს ქირურგიასა და ყოფაცხოვრებაში.

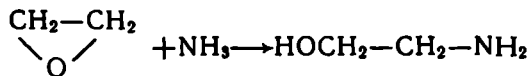
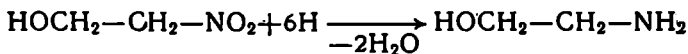
ჰექსამეთილენდიაზინისა და ადიპინის მჟავიდან მაღალმოლეკულური ამიდის — ნაილონის წარმოქმნა გამარტივებულად შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის მიხედვით:



### 8. ამინოსპირტები

ამინოსპირტები არიან ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც მოლეკულაში ერთდროულად შეიცავენ ამინო-და სპირტოჯგუფს. ამინოსპირტების პირველი წევრია ეთანოლამინი  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ , რომელიც ცნობილია კოლამინის სახელწოდებით.

ისეთი ამინოსპირტები, სადაც ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან დაკავშირებულია ამინო-და სპირტოჯგუფი, წარმოქმნისთანავე იშლებიან და ცნობილი არ არიან. ამინოსპირტებს ლებულობენ სხვადასხვა მეთოდი. აქ განხილულ იქნება  $\alpha$ -ამინოსპირტების მიღება ნიტროსპირტების აღდგენით და ეთილენის ქანგზე ამიაკის მოქმედებით:

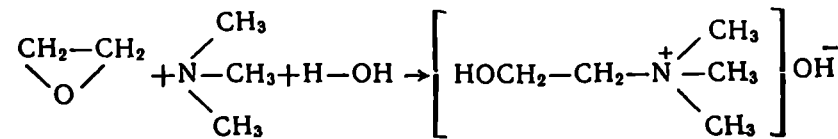


უმარტივესი ამინოსპირტები წყალში ხსნადი სქელი სითხეებია, რომელთაც აქვთ ამინების სუნნი.

ამინოსპირტებს ახასიათებთ, როგორც სპირტების, ასევე ამინების ქიმიური თვისებები.

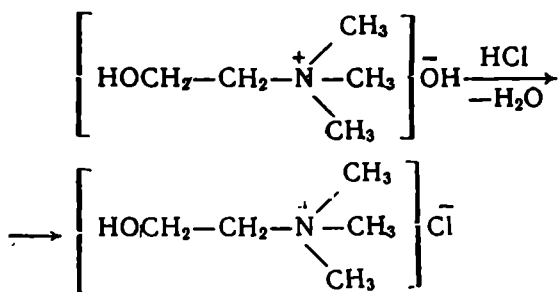
ყურადღებას იპყრობს ეთანოლამინები, რომელთაც იყენებენ გამრეცხი საშუალებების მისაღებად და რიგ ორგანულ სინთეზში. მათ იყენებენ აგრეთვე საფეიქრო მრეწველობაში.

კერძო წევრებიდან აღსანიშნავია ქოლინი და მისი ნაწარმი—აცეტილქოლინი. ქოლინი ბუნებაში გვხვდება, როგორც თავისუფალ მდგომარეობაში, ასევე ფოსფატიდების სახით. ქოლინს სინთეზურად ლებულობენ ეთილენის ქანგისა და ტრიმეთილამინის ურთიერთმოქმედებით წყლის თანაობისას.



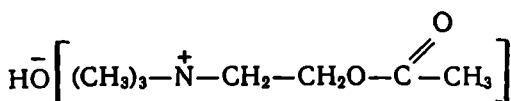
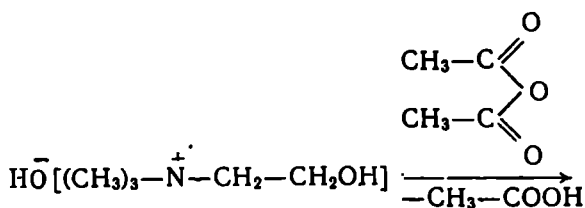
ქოლინი

ქოლინი არის ჰივროსკოპული კრისტალური ნივთიერება, რომელიც შეავების მოქმედებით იძლევა მარილებს:



ქოლინი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებაა. იგი იწვევს სისხლის წნევის დაწევას. გარდა ამისა, ქოლინი დიდ როლს თამაშობს ცხიმების ცვლის რეგულირებაში.

აცეტილქოლინს ლებულობენ ქოლინის აცეტილირებით:



აცეტილქოლინი

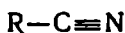
აცეტილქოლინის ძალიან მცირე დოზა ორგანიზმში მოქმედებს, როგორც კუნთებზე გადამტანი ნერვული იმპულსი. იგი მოქმედებს ნაწლავების კუნთებზე და იწვევს მის პერისტალტიკას.

აცეტილქოლინი მედიცინაში გამოიყენება მისი ბრომწყალბადმკვას მარილის სახით.

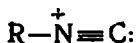
#### თ ა ვ ი X V.

#### ნიტრილზაი და იზონიტრილზაი ,

ნიტრილები და იზონიტრილები ანუ ციანიდები და იზოციანიდები არიან იზომერული ნაერთები, რომელთაც აქვთ ზოგადი ფორმულა:

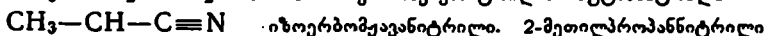
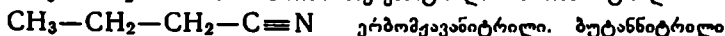


ნიტრილი

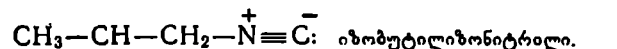
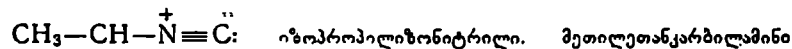
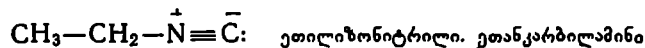


იზონიტრილი

როგორც ზოგადი ფორმულებიდან ჩანს, ნიტრილებში ციანის ჯგუფი ალკილთან დაკავშირებულია ნახშირბადატომის, ხოლო იზონიტრილში აზოტის ატომის მეშვეობით. ნიტრილების სახელწოდებას აწარმოებენ იმ მკვავების სახელწოდების მიხედვით, რომლებიც მიიღებიან ნიტრილების ჰიდროლიზით. მათი სახელწოდება აგრეთვე იწარმოება ნახშირწყალბადების მიხედვით, რომელსაც უმატებენ სუფიქსს-ნიტრილი:



იზონიტრილებს უწოდებენ აგრეთვე კარბილამინებს. უკანასკნელის მიხედვით აწარმოებენ მათ სახელწოდებას სისტემატური ნომენკლატურით. ჩვეულებრივ იზონიტრილებს სახელწოდებას აძლევენ ალკილის სახელის მიხედვით სიტყვა-იზონიტრილ-ის შერწყმით:



2-მეთილპროპანკარბილამინი



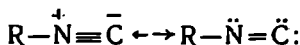
ნიტრილებში ნახშირბადისა და აზოტის ატომს შორის სამმაგი ბმიდან ერთი არის  $\sigma$  და  $2\pi$ -ბმა. ეს ბმები წარმოქმნილია ნახშირბადისა და აზოტის 3-3 ელექტრონისაგან და ნახშირბადატომი იმყოფება  $SP$  ჰიბრიდულ მდგომარეობაში:



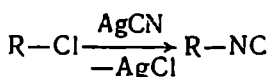
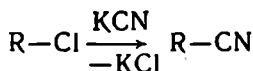
იზონიტრილებშიც ნახშირბადისა და აზოტის ატომებს შორის არის ერთი  $\sigma$  და  $2\pi$ -ბმა. ამ ბმების წარმოშობაში მონაწილეობას ღებუ-

ლობს აზოტის ოთხი და ნახშირბადის ორი ელექტრონი. სამი ბმოდან ერთი არის სემიპოლარული ბმა.

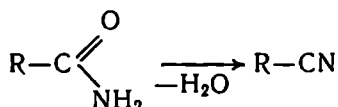
იზონიტრილების აგებულება აღიწერება ზღვრულ-მეზომერული სტრუქტურით:



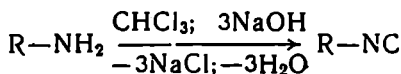
მიღების საშუალებანი. 1. ნიტრილები და იზონიტრილები მიიღებიან ჰალოგენალკილებზე ციანწყალბადმჟავას მარილების მოქმედებით. ციანწყალბადმჟავას ტუტემეტალთა მარილების გამოყენებით ძირითადად მიიღებიან ნიტრილები, ხოლო ვერცხლის ციანიდის მოქმედებით — იზონიტრილები:



2. მჟავათა ამიდები გახურებით იძლევიან ნიტრილებს:



3. პირველადი ამინები ქლოროფორმის მოქმედებით ტუტე გარემოში წარმოქმნიან იზონიტრილებს:

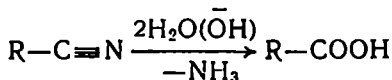


ფიზიკური თვისებები. ნიტრილების დაბალი წვევები წარმოადგენენ ეთერის სუნის სითხეებს, რომელთა ზოგიერთი წარმომადგენელი წყალში ხსნადია. ნიტრილების უმრავლესობა საწამლაია.

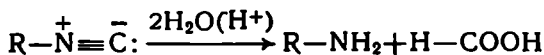
იზონიტრილები არიან ცუდი სუნის მქონე, ძლიერ საწამლავი ნივთიერებები. ნორმალური იზონიტრილების დუდილის ტემპერატურა უფრო დაბალია, იზომერულ ნიტრილებთან შედარებით.

ქიმიური თვისებები. ნიტრილები და იზონიტრილები ქიმიური თვისებებით ბევრ შემთხვევაში განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

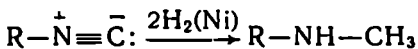
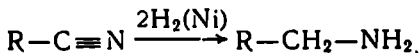
1. ნიტრილები მინერალური მჟავების ან ტუტეების მოქმედებით განიცდიან ჰიდროლიზს და წარმოიქმნიან ორგანული მჟავები.



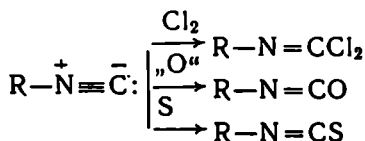
2. იზონიტრილები ადვილად განიცდიან ჰიდროლიზს, განზავებული შედეგით კი და წარმოიქმნებიან პირველადი ამინები და კიან-ჰველმჟავა:



3. ნიტრილები და იზონიტრილები აღდგენით იძლევიან ამინებს:

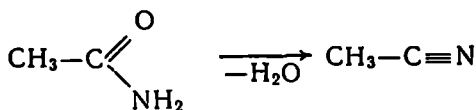


4. იზონიტრილები ადვილად შედიან შეერთების რეაქციებში ჰალოგენებთან, ჟანგბადთან, გოგირდთან და სხვა ნივთიერებებთან და იძლევიან შეერთების შესაბამის პროდუქტებს:



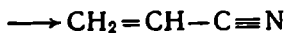
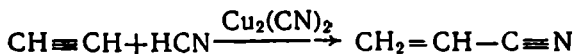
**ცალკეული წევრები.** ნიტრილების ცალკეული წევრებიდან ყურადღებას იპყრობს აცეტონიტრილი და აკრილონიტრილი.

აცეტონიტრილს ღებულობენ აცეტამიდის დეჰიდრატაციით:



აცეტონიტრილი არის უფერო სითხე, რომელიც დუღს 82°C-ზე. იგი გამოყენებულია, როგორც პოლარული გამხსნელი. აგრეთვე მას იყენებენ ორგანულ სინთეზში.

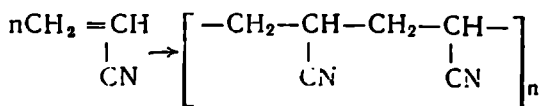
**აკრილონიტრილი.** ანუ ვინილციანიდი  $CH_2=CH-C\equiv N$  მიიღება აცეტილენისა და ციანწყალბადის ურთიერთმოქმედებით ერთვალენტოვანი სპილენძის მარილების თანაობით და აგრეთვე ეთილენის ჟანგზე (ოქსირანი) ციანწყალბადის მოქმედებით:





აკრილონიტრილი წარმოადგენს დამახასიათებელი სუნის სითხეს, რომელიც დუღს 78°C-ზე.

აკრილონიტრილს იყენებენ სპეციალური სინთეზური კაუჩუკის მიღების საქმეში და სინთეზური პოლიაკრილონიტრილის ბოქვო ნიტრონის მისაღებად:



პოლიაკრილონიტრილი

### თ ა ვ ი xvi.

#### მეტალორგანული (ელემენტორგანული) ნაერთები

მეტალორგანულ ნაერთებს უწოდებენ ისეთ ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულებში მეტალის ატომი უშუალოდ არის დაკავშირებული ნახშირბადატომთან (Me—C). უკანასკნელი 50 წლის მანძილზე მეტალორგანულ ნაერთთა ქიმია იმდენად გაფართოვდა, რომ მოიცვა ისეთი ორგანული ნაერთებიც, რომლებიც შეიცავენ Si, P და სხვა ელემენტებს, რომლებიც უშუალოდ არიან დაკავშირებული ნახშირბადატომთან (C—Si, C—P და სხვა) და მათ ა. ნ. ნესპეიანოვმა უწოდა ელემენტორგანული ნაერთები.

უკანასკნელ წლებში ქიმიურმა მრეწველობამ დაიწყო მაგნიუმის, ალუმინისა და ლითიუმის ორგანული ნაერთების გამოშვება, რომლებიც ძალზე ფართოდ გამოიყენება ორგანულ სინთეზში.

კლასიფიკაცია. მეტალორგანული ნაერთების კლასიფიკაციას საფუძვლად უძევს Me—C ბმის ხასიათი. უკანასკნელის მიხედვით მათ ყოფენ შემდეგ ნაერთებად:

- ა — იონური ნაერთები
- ბ — ნაერთები Me—C σ-ბმით
- გ — ნაერთები ელექტროდეფიციტური ბმით
- დ — მეტალორგანული კომპლექსები

ნომენკლატურა. მეტალორგანულ ნაერთებს სახელწოდებას აძლევენ რადიკალისა და იმ მეტალის სახელის მიხედვით, რომელიც იმყოფება მოლეკულაში. მაგალითად:

CH <sub>3</sub> Na	CH <sub>2</sub> =CHLi	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Zn	CH <sub>3</sub> MgI
მეთილნატრიუმი	ვინილითიუმი	დიმეთილთუთია	მეთილმაგნიუმიოლი

(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb

ტეტრაეთილტყვია

15. დ. გაბრიადე

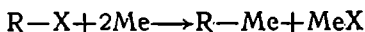
მეტალორგანული ნაერთების მიღების რეაქცია აღმოაჩინა 1849 წ. ფრანკლანდმა. ამ ნაერთების მიღებამ იმ დროისათვის განუზომლად დიდი როლი შეასრულა მეტალთა ვალენტობის დადგენის საქმეში, რადგან მეტალორგანულ ნაერთებში მეტალები ამჟღავნებენ ვალენტობის მაქსიმუმს.

მეტალორგანული ნაერთების შესწავლისა და მათი ორგანულ სინთეზში გამოყენების საქმეში დიდი წვლილი შეიტანა ა. მ. ბუტლეროვმა.

როგორც აღინიშნა, თუთიის ორგანული ნაერთის მეშვეობით მან პირველად მიიღო იმ დროისათვის უცნობი ტრიმეთილკარბინოლი.

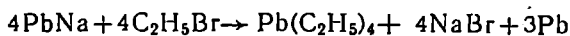
ა. მ. ზაიცივის, ე. ვ. ვაგნერის, ნ. დ. ზელინსკის, ს. ს. ნამიოტკინის, ა. ნ. ნესმეიანოვის, პ. პ. შორიგინისა და სხვა რუსი და საბჭოთა ქიმიკოსების მიერ, მეტალორგანული ნაერთების გამოყენებით მიღებულია მრავალი სხვადასხვა ორგანული ნაერთი. განსაკუთრებით ვერცხლისწყლის ორგანულ ნაერთთა მიღებასა და ქიმიური ბუნების შესწავლის საქმეში ფუნდამენტური მოკვლევებით სახელი გაითქვა ა. ნ. ნესმეიანოვმა.

მიღების საერთო საშუალებანი. 1. მეტალორგანული ნაერთები მიიღებიან ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმების მოქმედებით მეტალზე:

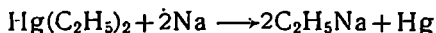


ეს მეთოდი დიდ გამოყენებას პოულობს ლითიუმის, მაგნიუმის, თუთიის და ალუმინის ორგანული ნაერთების მიღებისათვის, ე. ი. აღნიშნული მეთოდით ადვილად მიიღება იმ მეტალთა ორგანული ნაერთები, რომლებიც ხასიათდებიან მაღალელექტროდადებითობით.

2. ნაკლებადელექტროდადებით მეტალთა ორგანულ ნაერთებს ღებულობენ შესაბამის მეტალთა ნალღობის გამოყენებით. მაგალითად, ტყვიის ორგანულ ნაერთებს ღებულობენ ნატრიუმ-ტყვიის ნალღობზე ჰალოგენალკილის მოქმედებით:



3. მათ ღებულობენ აგრეთვე მეტალორგანულნაერთებზე მაღალელექტროდადებითი მეტალების მოქმედებით:



მეტალორგანული ნაერთების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები მეტად ცვალებადია, მათი რეაქციისუნარიანობა იზრდება C—Me ბმის იონურობის ზრდის მიხედვით. რაც უფრო მეტია მეტალის ელექტროდად-

ბითობა, მით უფრო მეტია C—Me ბმის იონურობა. C—Me ბმის პოლარობის განსაზღვრას ახდენენ როგორც ელექტროუარყოფითობით, ასევე იონურობით (პროცენტებში).

29-ე ცხრილში ნაჩვენებია სხვადასხვა მეტალსა და ნახშირბადს შორის ბმის იონურობის მაჩვენებლები პროცენტებში.

ცხრილი 29

C—Me ბმის იონურობის მაჩვენებლები პროცენტებში

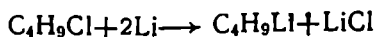
ბ მ ა	იონურობა %	ბ მ ა	იონურობა %	ბ მ ა	იონურობა %
C—K	51	C—Mg	35	C—Sn	12
C—Na	47	C—Al	22	C—Pb	12
C—Li	43	C—Zn	18	C—Hg	9
C—Ca	43	C—Cd	15		

როგორც 29-ე ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე უფრო რეაქციისუნარიანია კალიუმისა და ნატრიუმის ორგანული ნაერთები, ხოლო ყველაზე ნაკლები — ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთები. იონურობის დიდი პროცენტული რაოდენობის გამო კალიუმისა და ნატრიუმის ორგანული ნაერთები წყალთან და ნახშირბადის დიოქსიდთან უაღრესად მძაფრად შედიან რეაქციაში.

ისინი ჰაერზე თავისთავად აალებადი ნივთიერებებია, იმ დროს, როდესაც  $R_2Hg$  ტიპის ორგანული ნაერთები, სადაც უფრო მეტადაა წარმოდგენილი კოვალენტური ბმა, ჰაერზე მეტ სიმტკიცეს იჩენენ და რეაქციებშიც ნელა შედიან.

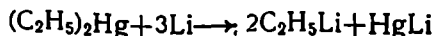
### I ჯგუფის ელემენტების ორგანული ნაერთები

ლითიუმის ორგანული ნაერთები. 1. ლითიუმის ორგანულ ნაერთებს დებულობენ ნახშირწყალბადების მონოპოლოგენწარმებზე მეტალ ლითიუმის მოქმედებით, ნაკლებადპოლარიზებული გამხსნელების (ჰექსანი, ბენზოლი, დიეთილის ეთერი და სხვა) თანაობით:



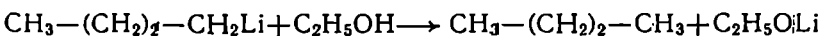
ალკილპოლოგენიდებიდან უმჯობესია გამოვიყენოთ ალკილქლორიდები, რადგან ალკილბრომიდებისა, და განსაკუთრებით, ალკილირიდების შემთხვევაში ადგილი აქვს ვიურცის რეაქციას.

2. ლითიუმორგანული ნაერთები მიიღებიან ვერცხლისწყლის ორგანულნაერთებზე მეტალ ლითიუმის მოქმედებით:

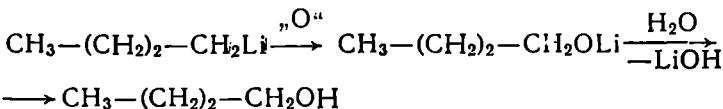


ლითიუმორგანული ნაერთები ხასიათდებიან ელექტროდფიციტური ბმით. თხევად და გაზურ ფაზაში ლითიუმორგანული ნაერთები ასოცირებულნი არიან.

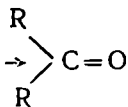
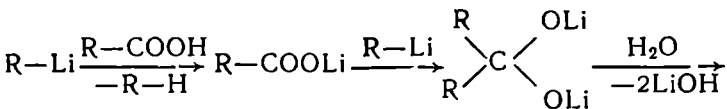
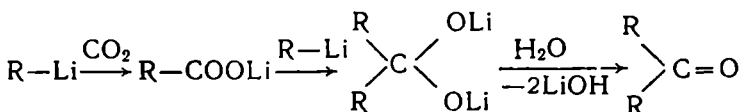
**ქიმიური თვისებები.** C—Li-ბმის პოლარობის გამო ლითიუმორგანული ნაერთები ხასიათდებიან ძლიერი რეაქციის უნარით. 1. ლითიუმორგანული ნაერთები ადვილად შედიან რეაქციაში აქტიური წყალბადის შემცველ ნაერთებთან და წარმოქმნიან ნახშირწყალბადებს:



2. ჟანგბადის მოქმედებით ლითიუმორგანული ნაერთები იჟანგებიან. დაჟანგვის პროდუქტი წყალთან მოქმედებს და წარმოიქმნება სპირტი:

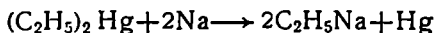


3. ლითიუმორგანულ ნაერთებზე ნახშირბადის დიოქსიდის ან კარბონმჟავას მოქმედებით მიიღება კეტონები:

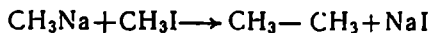
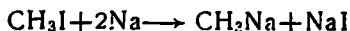


**ნატრიუმის ორგანული ნაერთები.** ნატრიუმორგანულ ნაერთებში C—Na-ბმა იონური ხასიათისაა. ნატრიუმი გვევლინება, როგორც კატიონი, ხოლო ნახშირწყალბადრადიკალი—R—ანიონი.

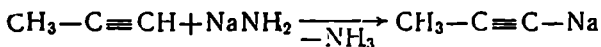
**მიღების საშუალებანი.** 1. ნატრიუმის ორგანულ ნაერთებს ლებულობენ სხვა მეტალორგანულ ნაერთზე მეტალ ნატრიუმის მოქმედებით:



2. პირველი ჯგუფის მეტალთა ორგანული ნაერთები, და მათ შორის ნატრიუმორგანული ნაერთები, როგორც ეს დადგენილ იქნა პ. პ. შორიგინის (1910 წ.) მიერ, წარმოიქმნებიან ვიურცის რეაქციის დროს შეაღებულ პროდუქტების სახით:



3. აცეტილენი ან მონოჩანაცვლებული აცეტილენი მეტალური ნატრიუმის ან ნატრიუმამიდის მოქმედებით მეტალირდება და მიიღება ნატრიუმის შესაბამისი ორგანული ნაერთები:



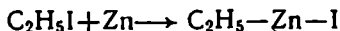
მეთილნატრიუმაცეტალენი

დივინილზე მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით წარმოიქმნება 1,4-დინატრიუმ-2-ბუტენი  $\text{CH}_2\text{Na} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{Na}$  და 3,4-დინატრიუმ-1-ბუტენი  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHNa} - \text{CH}_2\text{Na}$ , რომლებიც იწვევს დივინილის პოლიმერიზაციას.

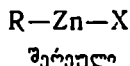
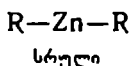
ნატრიუმორგანული ნაერთები, მსგავსად ლითიუმის ორგანული ნაერთებისა, გამოიყენებიან ორგანულ სინთეზში. მათთან მუშაობას აწარმოებენ ინერტული გაზების არეში (აზოტი და სხვა), რადგან პაერზე თვითაალებადი არიან.

## II ჯგუფის პლანეტარის ორგანული ნაერთები

თუთიის ორგანული ნაერთები. თუთიის ორგანული ნაერთები ცნობილია 1849 წლიდან. ფრანკლანდმა ის მიიღო იოდეთილისა და თუთიის ურთიერთმოქმედებით:



ორვალენტოვანი მეტალები წარმოქმნიან ორი ტიპის — სრული და შერეული ტიპის ორგანულ ნაერთებს:

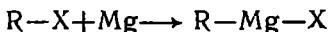


თუთიის ორგანული ნაერთებიდან ა. მ. ბუტლეროვისა და მისი სკოლის მოწაფეების მიერ მიღებული იქნა მრავალი სხვადასხვა სპირტი, რომელმაც ძალიან დიდი როლი ითამაშა ორგანულ ნივთიერებათა აგებულების ბუტლეროვის თეორიის ქვეყმარტების ექსპერიმენტულად დადასტურებაში.

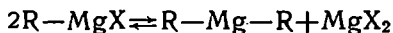
თუთიის ორგანული ნაერთები ჰაერზე აალებადი არიან, ამიტომ მათთან რეაქციებს აწარმოებენ ინერტული გაზების გარემოში, რაც დაკავშირებულია გარკვეულ რთულ მანიპულაციებთან. მაგნიუმის ორგანული ნაერთების აღმოჩენამ თითქმის სრულიად შეზღუდა თუთიის ორგანული ნაერთების გამოყენება ორგანულ სინთეზში. ამჟამად, თუთიის ორგანულ ნაერთებს იყენებენ მხოლოდ რეფორმატსკისა და ზოგიერთი სხვა რეაქციის განხორციელებისათვის.

**მაგნიუმის ორგანული ნაერთები.** მაგნიუმის ორგანული ნაერთების წარმოქმნა პირველად შემჩნეული იყო ფ. ბარბიეს მიერ. მისმა მოწაფემ ვ. გრინიარმა (1900 წ) აღმოაჩინა მაგნიუმორგანული ნაერთების წარმოქმნის რეაქცია, რომელიც ცნობილია გრინიარის რეაქციის სახელწოდებით, ხოლო რეაქციის შედეგად მიღებულ ნაერთს უწოდებენ გრინიარის რეაქტივს. გრინიარმა მისი რეაქციის საფუძველზე მიიღო სხვადასხვა ორგანული ნაერთი, რითაც გზა გახსნა გრინიარის რეაქციის ორგანულ სინთეზში ფართოდ დანერგვის საქმეში.

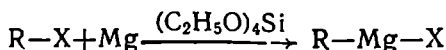
გრინიარის რეაქტივი მიიღება მაგნიუმის ბურბუშელაზე ან ფხვნილზე ალკილ-ან არილჰალოგენიდის მოქმედებით აბსოლუტური დიეთილის ეთერის გარემოში:



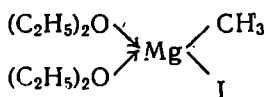
გრინიარის რეაქციის დროს ალკილ (არილ) მაგნიუმჰალოგენიდთან ერთად წარმოიქმნება დიალკილ (დიარილ) მაგნიუმი და მაგნიუმჰალოგენიდი. ერთი მხრივ, (არილ) მაგნიუმჰალოგენიდსა, მეორე მხრივ, დიალკილ (დიარილ) მაგნიუმ მაგნიუმჰალოგენიდს შორის მყარდება წონასწორობა, რომელიც მნიშვნელოვნად გადაწეულია მარცხნივ:



დიეთილის ეთერის ადვილად აალებადობის გამო გრინიარის რეაქციის გამოყენება საწარმოო მასშტაბით შეზღუდულია. ამიტომ შემუშავდა გრინიარის რეაქტივის შიღების მეთოდი ეთერის გარეშე. გრინიარის რეაქციის კატალიზირებას ეთერის ნაცვლად ახდენენ ზოგიერთი მეტალებისა (Hg, Al, Sn) და არამეტალების (Si, Sb, P) ჰალოგენიდებით ან მათი ალკილნაწარმებით. მაგალითად, ბენზოლში გახსნილი ტეტრაეთოქსისილანს  $(C_2H_5O)_4Si$  შეუძლია აღძრას რეაქცია ალკილ (არილ) ჰალოგენიდსა და მაგნიუმს შორის:



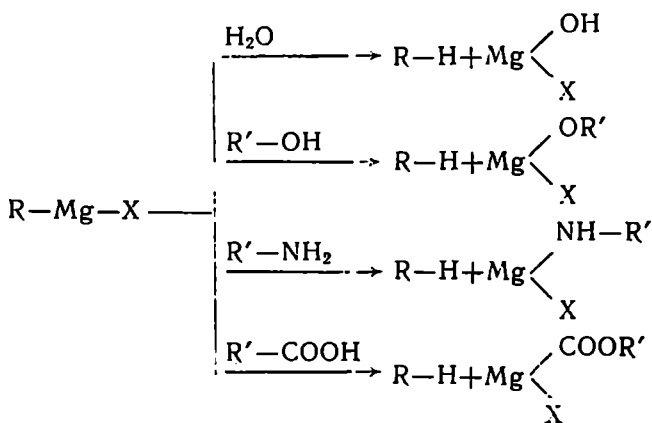
მაგნიუმორგანული ნაერთები გამხსნელებში, მაგალითად, ეთერში სოლვატირებით წარმოქმნიან კრისტალურ კომპლექსებს, სადაც მაგნიუმი და ქანგბადი ურთიერთგავლენის ქვეშ იმყოფებიან:



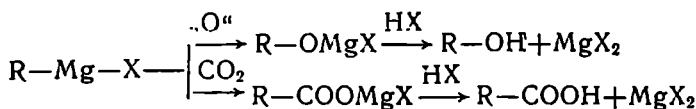
გრინიარის რეაქტივი ჰაერზე არააალებადია, ადვილხელმისაწვდომია, რეაქციაში შედის მრავალ სხვადასხვა ნივთიერებასთან, ამის გამო იგი ფართო გამოყენებას პოულობს ორგანულ სინთეზში.

**ქიმიური თვისებები.** გრინიარის რეაქტივში C—Mg ბმა ძლიერ პოლარულია, რითაც განპირობებულია მაგნიუმორგანული ნაერთების რეაქციის დიდი უნარიანობა.

1. ნაერთები, რომლებიც შეიცავენ აქტიურ წყალბადს, ადვილად შედიან რეაქციაში გრინიარის რეაქტივთან და გარდაიქმნებიან ნახშირწყალბადებად.



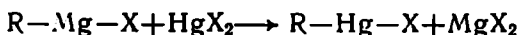
2. მაგნიუმორგანული ნაერთები ქანგბადთან მოქმედებით იძლევიან სპირტებს, ხოლო ნახშირბადის დიოქსიდთან — მჟავებს:



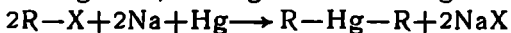
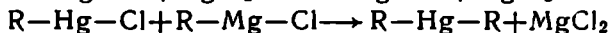
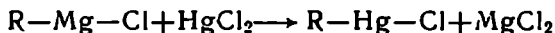
3. ალდეჰიდებთან, კეტონებთან და კარბონმჟავების რთულ ეთერებთან გრინიარის რეაქტივის მოქმედებით მიიღებიან სპირტები. ფორმალდეჰიდი იძლევა პირველად სპირტებს. დანარჩენი ალდეჰი-

დები მეორეულ სპირტებს, ხოლო კეტონები, კარბონმჟავების რთულ ეთერები, — მესამეულ სპირტებს (გვ. 165).

4. მაგნიუმორგანული ნაერთები გამოყენებულია სხვადასხვა ელემენტორგანული ნაერთების მისაღებად:



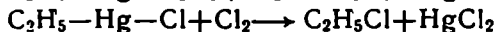
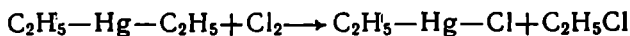
ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთები. 1. ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთები, როგორც აღინიშნა, მიიღებიან ვრინიარის რეაქტივზე ვერცხლისწყლის ჰალოგენიდის მოქმედებით. გარდა ამისა, ისინი მიიღებიან ნატრიუმის ამაღამაზე ალკილჰალოგენიდის მოქმედებითაც:



ვერცხლისწყლის დიალკილნაერთები ( $R-Hg-R$ ) არიან არასასიამოვნო სუნის მძიმე სითხეები, რომლებიც დაუშლელად გამოიხდებიან. შერეული ტიპის ( $R-Hg-X$ ) ნაერთები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს, რომელთაც საკმაოდ მაღალი ღირებულების ტემპერატურა აქვთ.

ვერცხლისწყალორგანული ნაერთები ძალიან ძლიერი მომწამვლელი ნივთიერებებია და მათთან მუშაობა მოითხოვს უსაფრთხოების ღონისძიებათა მტკიცე დაცვას.

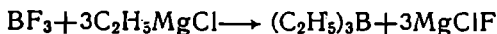
ქიმიური თვისებები. ვერცხლისწყალორგანულ ნაერთებში  $C-Hg$  ბმა კოვალენტურია, და განსხვავებით არაკოვალენტურბმიან მეტალორგანული ნაერთებისაგან, ქიმიურად მდგრად ნაერთებს წარმოადგენენ. ისინი წყლის მოქმედებით არ იშლებიან, არ მოქმედებენ ჟანგბადზე, ხოლო მინერალური მჟავებისა და ქლორის მოქმედებით გარდაიქმნებიან შემდეგი სქემით:



ვერცხლისწყალორგანული ნაერთები გამოყენებას პოულობენ მედიცინაში, სოფლის მეურნეობასა და სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში. მაგალითად, ეთილქლორვერცხლისწყალი (ეთილმერკურქლორიდი  $C_2H_5HgCl$ ), რომელიც ცნობილია გრანოზანის სახელწოდებით, გამოყენებულია, როგორც ფუნგიციდი სათესლე ხორბლის შესაწამლად. ჭურჭელი, რომელშიაც მოთავსებული იყო გრანოზანით შეწამული თესლეული, არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება გამოვიყენოთ საკვები პროდუქტების შესანახად.

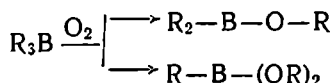


**ბორორგანული ნაერთები.** ბორი, მეტალორგანულ ნაერთებთან და ჰალოგენალკილებთან შედარებით, ნაკლებად რეაქციის უნარის მქონე ელემენტია. ამიტომ ბორორგანული ნაერთების სინთეზისათვის იღებენ ბორჰალოგენიდებს (ან ბორის მჟავას ეთერებს) და ისინი შეყავთ რეაქციაში მაგნიუმის (ან ალუმინის) ორგანულ ნაერთებთან:



ბორორგანული ნაერთები ჰაერზე ადვილად იყანგებიან, ამის გამო მათთან რეაქციებს ატარებენ ინერტული გზის გარეშე.

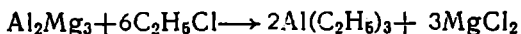
ბორტრიალკილები ( $R_3B$ ) უფრო სითხეებია, რომელთაც აქვთ ხახვის სუნი. ინტენსიური დაყენებით ბორტრიალკილები ააღდებიან და წარმოქმნიან ლურჯი ფერის ალს, ხოლო რეგულირებული დაყენების დროს იძლევიან ალკილბორმჟავას ეთერებს:



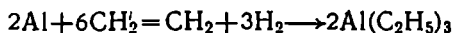
ბორტრიალკილების დამატებით უმჯობესდება დიზელების საწვავის თვისებები. მათ იყენებენ აგრეთვე რეაქტიული სათბობების დამზადების საქმეში.

**ალუმინორგანული ნაერთები.** ალუმინორგანული ნაერთები პირველად მიიღეს 1853 წ. (ვ. ვალახი). ალუმინორგანულმა ნაერთებმა ქიმიკოსების განსაკუთრებული ყურადღება მიიპყრო მას შემდეგ, როცა კ. ციგლერმა ეთილენის პოლიმერიზაციისათვის კატალიზატორის სახით გამოიყენა მეტალორგანული კომპლექსები, რომელთა შედგენილობაში ტრიეთილალუმინი ( $(C_2H_5)_3Al$ ) შედის.

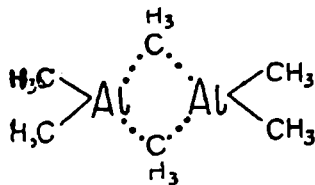
1. ალუმინორგანული ნაერთები მიიღებიან ალუმინისა და მაგნიუმის ნაღნობზე ალკილჰალოგენიდის მოქმედებით:



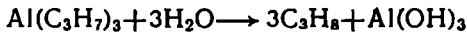
2. ტრიალკილალუმინის ნაერთებს სამრეწველო გზით ღებულობენ ალუმინზე 1-ალკენებისა და წყალბადის მოქმედებით (კ. ციგლერი):



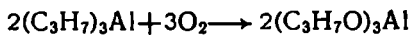
ტრიალკილალუმინის ტიპის დაბალი წვერები უფრო სითხეებია, რომლებიც ჰაერზე თავისთავად ააღდებიან. ისინი მიეკუთვნებიან ელექტროდეფიციტურ სისტემებს და ამის გამო არსებობენ ასოცირებული დიმერების სახით:



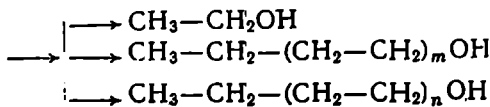
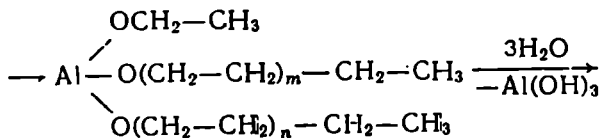
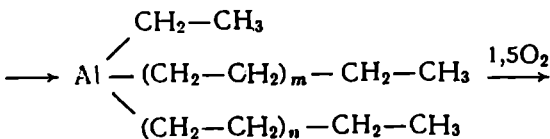
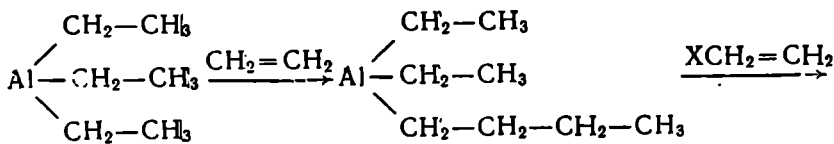
ქიმიური თვისებები. 1. ალუმინტრიალკილები წყლის მოქმედებით ძალიან ადვილად განიცდიან ჰიდროლიზს (რეაქციას თან სდევს აფეთქება) და წარმოიქმნება ნახშირწყალბადები:



2. რეგულირებული დაჯანგვით ალუმინტრიალკილები იძლევიან ალუმინის ალკოჰოლატებს:



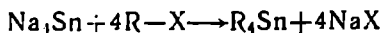
3. ტრიეთილალუმინი  $100 - 120^\circ\text{C}$  ტემპერატურაზე გაცხელებისას და გაზრდილი წნევის ქვეშ რეაგირებს ეთილენთან და წარმოიქმნება ტრიალკილალუმინის მაღალი წვევრები, რომელთა დაჯანგვით მიიღება ალუმინის შესაბამისი ალკოჰოლატი. უკანასკნელი ჰიდროლიზით იძლევა პირველადი ერთატომიანი სპირტების მაღალ წვევრებს, რომლებსაც იყენებენ სინთეზური გამრეცხი საშუალებების მოსაღებად:



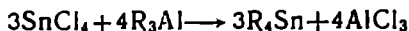
ტრიეთილალუმინის მეშვეობით შედარებით დაბალ წნევაზე ახორციელებენ ეთილენის, პროპილენის, დივინილისა და იზოპრენის პოლიმერიზაციას. მისი გამოყენებით ლებულობენ მრავალ სხვადასხვა ორგანულ ნაერთს, როგორც არის: ნანშირწყალბადები, სპირტები, ელემენტორგანული ნაერთები და სხვა.

#### IV. უკუფის ელემენტების ორგანული ნაერთები

კალაორგანული ნაერთები. 1. კალის ორგანულ ნაერთებს ლებულობენ ნატრიუმისა და კალის ან მაგნიუმისა და კალის ნალლობზე ჰალოგენალკილების მოქმედებით:

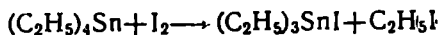


2. მათ ლებულობენ აგრეთვე კალის ქლორიდზე ლითიუმის, მაგნიუმის ან ალუმინის ორგანული ნაერთების მოქმედებით:

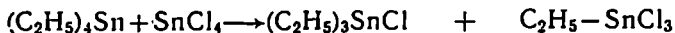


ტეტრაალკილსტანატები წარმოადგენენ სითხეებს.

ქიმიური თვისებები. ტეტრაალკილსტანატები წყალთან და ჰაერის ეხებადთან ჩვეულებრივ პირობებში არ რეაგირებენ. მათზე ჰალოგენის ან კალის (IV) ჰალოგენ ნაერთების მოქმედებით წარმოიქმნებიან შესაბამისი კალაჰალოგენორგანული ნაერთები:



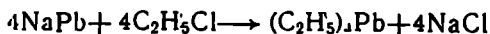
ტრიეთილიოდსტანატი



ტრიეთილქლორსტანატი ეთილტრიქლორსტანატი

კალაორგანული ნაერთები გამოიყენებიან, როგორც მაღალეფექტური ფუნგიციდები. მათ იყენებენ აგრეთვე პოლიმერიზაციის რეაქციების აღმძვრელებად და პოლიმერების სტაბილიზაციისათვის.

ტყვიანორგანული ნაერთები. ტყვიანორგანული ნაერთებიდან ძალიან დიდი სამრეწველო მნიშვნელობის ნაერთია ტეტრაეთილტყვია. მეტალორგანული ნაერთებიდან სამრეწველო მასშტაბით მას ლებულობენ ყველაზე მეტი რაოდენობით. ტეტრაეთილტყვიას ლებულობენ ნატრიუმისა და ტყვიის ნალლობზე ეთილქლორიდის მოქმედებით:



ტეტრაეთილტყვია

რეაქციის ნარევიდან ტეტრაეთილტყვიას ხდიან წყლის ორთქლით. ტეტრაეთილტყვია დიდი ოდენობითაა გამოყენებული ანტიდეტო-

ნატორად. ყოველ 1 ლ ბენზინზე 1-2 მლ ტეტრაეთილტყვიის დამატება დიდად აუმჯობესებს ბენზინის ხარისხს. იგი ბენზინში აღიდებს ოქტანურ რიცხვს და ასეთი ბენზინი მობტორში წვის დროს დეტონაციას არ განიცდის.

ტეტრაეთილტყვია ძლიერი საწამლაია. ამიტომ ისეთი ბენზინის გამოყენების დროს, რომელსაც ტეტრაეთილტყვია ურევია, უსაფრთხოების წესები მკაცრად უნდა იქნეს დაცული. იგი აზიანებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას. ტეტრაეთილტყვიის გამოყენება მაღალტოქსიკურობის გამო შეზღუდულია.

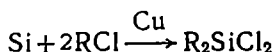
**სილიციუმორგანული ნაერთები.** მენდელეევის ელემენტთა პერიოდული სისტემის IV ჯგუფის ელემენტორგანული ნაერთებიდან უაღრესად დიდ ყურადღებას იპყრობს სილიციუმორგანული ნაერთები. სილიციუმორგანულ ნაერთებში C—Si ბმა ნაწილობრივ პოლარიზებულია, რადგან ნახშირბადის ელექტროუარყოფითობა (2,5) უფრო

მეტია სილიციუმის ელექტროუარყოფითობაზე (1,8). ამიტომ C—Si ბმა ელექტროფილური რეაგენტების გავლენით უფრო ადვილად განიცდის ჰეტეროლიტურ გახლეჩას ჰომოლიტურთან შედარებით.

სილიციუმში ნახშირბადის ანალოგიური ელემენტია. ამის გამო ქიმიკოსები ფიქრობდნენ, რომ სილიციუმმა უნდა მოგვეცეს ისეთივე გრძელჯაჭვიანი სილიციუმნაერთები, როგორც ამას იძლევა ნახშირბადი.

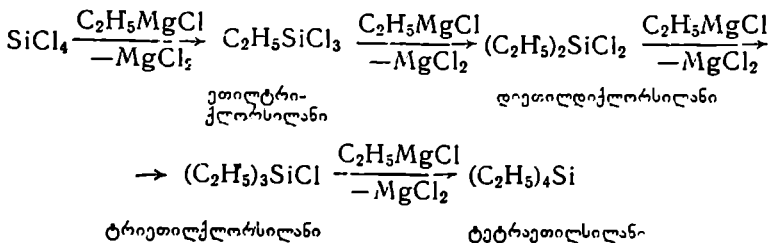
თავდაპირველად ფრიდელისა და ლანდენბურგის მიერ მიღებულ იქნა მხოლოდ ეთანის ანალოგიური ნაერთი — დისილანი  $H_3Si-SiH_3$ . შემდეგ სილანის ( $SiH_4$ ) ჰომოლოგიური რიგის უმაღლესი წევრებიდან შეძლეს მხოლოდ ჰექსასილანის  $H_3Si-(SiH_2)_4-SiH_3$  მიღება, მაშინ, როცა ნახშირბადს შეუძლია მოგვეცეს ჯაჭვი, რომელშიაც ერთმანეთზე გადაბმულია ასეულობით ნახშირბადატომი. ეს გარემოება აიხსნება იმით, რომ სილიციუმის ატომის რადიუსი უფრო დიდია ნახშირბადატომთან შედარებით და ბირთვის მუხტი ეკრანირებულია (იქმნება სივრცობრივი დაბრკოლება). ეს ხელს უშლის სილიციუმის ატომების ერთმანეთთან გადაბმას. სილიციუმის ატომის შედარებით დიდი მოცულობის გამო Si—Si ბმის ენერგია მნიშვნელოვნად მცირეა (214.2 კჯ/მოლი) C—C ბმის ენერგიასთან (356,6 კჯ/მოლი) შედარებით.

**ალკილსილანების მიღების საშუალებანი.** 1. დიალილდიქლორსილანი მიიღება სილიციუმისა და ალკილქლორიდის ურთიერთმოქმედებით 250—400°C-ზე სპილენძის, როგორც კატალიზატორის თანაობით:



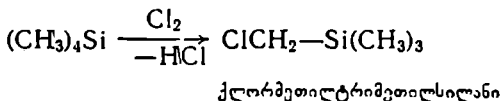
ამ რეაქციის დროს ნაწილობრივ წარმოიქმნება ალკილტრიქლორსილანი  $R-SiCl_3$  და ტეტრაალკილსილანი  $R_4Si$ .

2. სილიციუმორგანულ ნაერთებს დებულობენ ტეტრაქლორსილიციუმის მოქმედებით თუთიის ან მაგნიუმის ორგანულ ნაერთებზე.

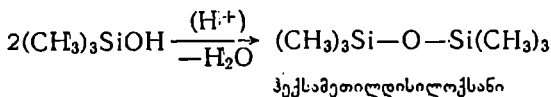
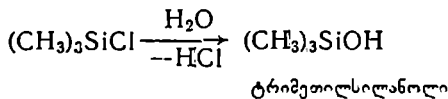


ალკილსილანების დუდილის ტემპერატურა და სიმკვრივე უფრო მეტია შესაბამის ნახშირწყალბადებთან შედარებით.

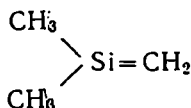
ქიმიური თვისებები. 1. ტეტრაეთილსილანი განურ ფაზაში ქლორირებით იძლევა ქლორმეთილტრიმეთილსილანს:



2. პალოგენალკილსილანები ადვილად განიცდიან ჰიდროლიზს და წარმოქმნიან შესაბამის სპირტებს, რომლებიც მყავე გარემოში მოლეკულათაშორის დეჰიდრატაციით იძლევიან ალკილდისილოქსანებს:



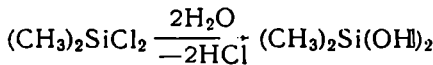
მიუხედავად მრავალი ცდისა, არ მოხერხდა  $>Si=C<$  ბმის ნაერთების სინთეზი. ასეთი ტიპის ნაერთი — დიმეთილმეთილენსილიციუმი.



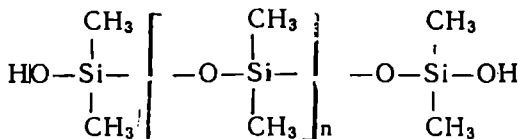
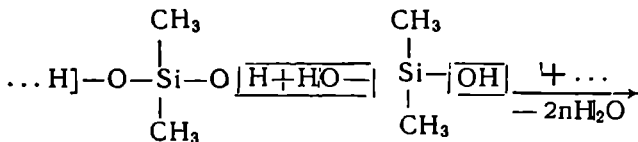
ნ. ს. ნამიოტკინმა აღმოაჩინა ციკლური სილიციუმორგანული ნაერთების კვლევის დროს, როგორც თანამდებ პროდუქტი.

დიალკილდიქლორსილანების ჰიდროლიზით მიიღებიან სილანდი-  
ოლები, რომლებიც ადვილად განიცდიან მოლეკულათაშორის დეჰიდ-  
რატაციას და წარმოიქმნებიან მაკრომოლეკულები (პოლიმერები), რო-  
მელშიც ალკილსილიციუმის ფრაგმენტები ერთმანეთთან დაკავშირე-

ბული არიან  $\begin{array}{c} | \\ -\text{Si}-\text{O}-\text{Si}- \\ | \qquad \qquad | \end{array}$  მორიგეობითი ბმით:

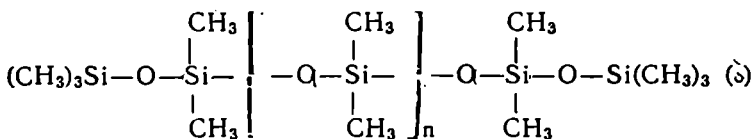


დიმეთილსილანდიოლი



პოლისილოქსანი

პოლისილოქსანი წარმოადგენს უფერო ზეთისებურ სითხეს. ამ  
ნივთიერების ტრიმეთილქლორსილანით დამუშავების შედეგად კ. ან-  
დრიანოვა (1939 წ.) მიიღო შემდეგი აგებულების ნივთიერება (ა):



(ა) ნივთიერება შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც პოლისი-  
ლოქსანი, სადაც ჰიდროქსილის წყალბადატომები შეცვლილია  
 $(\text{CH}_3)_3\text{Si}$  — ფრაგმენტებით.

(ა) ნივთიერება წარმოადგენს თერმოსტაბილურ ზეთს, რომელიც  
სიბლანტეს ინარჩუნებს  $-60^\circ\text{C}$ -დან  $+160^\circ\text{C}$ -მდე ტემპერატურის  
ფარგლებში.

პოლისილოქსანები შეფარდებითი მოლეკულური მასის მიხედვით  
შეიძლება იყოს მოძრავი სითხე ან ელასტიკური მყარი მასა.

პოლისილოქსანების მიღების პირობებისა და დამუშავების სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით მიიღებიან ძვირფასი ტექნიკური თვისების მასალები, მათ შორის მიიღება ისეთი თვისების მასალები, რომლებსაც ახასიათებს კაუჩუკის თვისებები, მაგალითად, სილიკონური კაუჩუკი. სილიკონური კაუჩუკი ხასიათდება მაღალი თერმოგამძლეობით, ყინვაგამძლეობით და ელექტროსაიზოლაციო თვისებებით. სილიკონური კაუჩუკი ელასტიკურობას ინარჩუნებს —  $60^{\circ}\text{C}$ -დან  $+200^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურის ფარგლებში.

სილიციუმორგანული ნაერთები ხასიათდებიან ჰიდროფობური ბუნებით და მათ ფართოდ იყენებენ ქსოვილების, კერამიკული და სხვა მასალების ჰიდროფობიზაციისათვის.

სილიციუმორგანული ნაერთებით ზედაპირულად გაქვნილი მასალები დიდ გამძლეობას იჩენენ აგრესიულად მოქმედი ნივთიერებებისადმი. სსრ კავშირში სილიციუმორგანული ნაერთების მიღებასა და მათი შესწავლის საქმეში უაღრესად დიდი გამოკვლევებია ჩატარებული კ. ანდრიანოვისა და მისი თანამშრომლების მიერ.

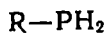
#### V. ჯგუფის ელემენტორგანული ნაერთები

მენდელეევის ელემენტთა პერიოდული სისტემის V ჯგუფიდან განხილულ იქნება ფოსფორის ორგანული ნაერთები. ფოსფორორგანული ნაერთები ხასიათდებიან გამოყენების დიდი დიაპაზონით. ისინი გამოიყენებიან, როგორც ძვირფასი მედიკამენტები, უწვავი პოლიმერები, კომპლექსონები, პესტიციდები (ლათ. Pestis — სენი, Cadere — მოკვლა) საერთო სახელწოდებაა იმ ნივთიერებებისა, რომლებიც სპობენ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მავნებლებს. მათ აკუთვნებენ აგრეთვე იმ ნივთიერებებს, რომლებიც წარმოადგენენ მცენარეთა ზრდის სტიმულატორებსა და დამამანრუქებლებს.

ფოსფორორგანული ნაერთები დიდ როლს ასრულებენ ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესებში. ფოსფორი ფოსფორმჟავას ეთერის სახით მონაწილეობას ღებულობს ფოსფატიდებისა და ნუკლეოპროტეიდების მოლეკულის წარმოქმნაში.

ფოსფორორგანული ნაერთებიდან არჩევენ P—C და P—O—C ბმის ნაერთებს.

P—C ბმის უმარტივეს ნაერთებს წარმოადგენენ ალკილფოსფინები, რომლებიც ფორმალურად ალიფატური ამინების მსგავსი ნივთიერებები არიან და განიხილებიან ისე, როგორც ალკილირებული ფოსფინი  $\text{PH}_3$ :



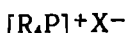
პირველად  
ფოსფინი



მეორეული  
ფოსფინი

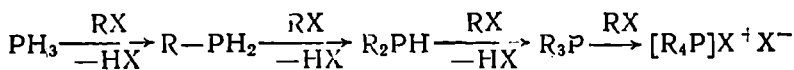


მესამეული  
ფოსფინი

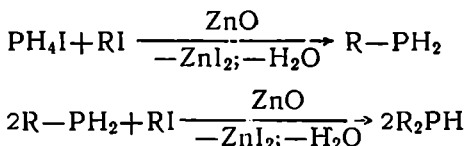


მეთოხეული  
ფოსფონიუმის  
მარილი

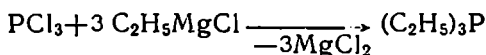
მიღების საშუალებანი. 1. ალკილფოსფინებს ლებულობენ ფოსფინზე ალკილჰალოგენიდების მოქმედებით:



ალკილფოსფინთა ნარევებში ძირითადად იმყოფება მესამეული ფოსფინი და მეოთხეული ფოსფონიუმის მარილი. პირველადი და მეორეული ალკილფოსფინების მიღებისათვის ფოსფონიუმოდიდზე მოქმედებენ ალკილიოდით თუთიის ოქსიდის თანაობით:



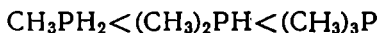
2. სამქლორიან ფოსფორზე ჰარბი გრინიარის რეაქტივის მოქმედებით მიიღება ტრიალკილფოსფინი:



ტრიეთილფოსფინი

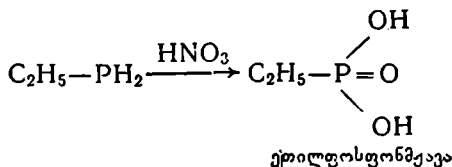
ფოსფინის პირველი წევრი მეთილფოსფინი  $\text{CH}_3\text{PH}_2$  არის გაზი. დანარჩენი ალკილფოსფინები წარმოადგენენ სითხეებსა და მყარ ნივთიერებებს. მათ აქვთ ცუდი, გამაბრუებელი სუნი, წყალში უხსნადებია, ხასიათდებიან ძლიერი მომწამვლელი თვისებით. მეთილ- დიმეთილ- და ტრიმეთილფოსფინი თვითაალებადი ნივთიერებებია.

ქიმიური თვისებები. ალკილფოსფინები წარმოადგენენ ფუძე ხასიათის ნივთიერებებს. ალკილთა +I ეფექტის გამო ფუძის თვისება მატულობს შემდეგი თანმიმდევრობით:

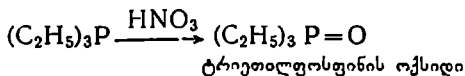
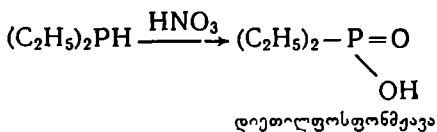


ალკილფოსფინები უფრო სუსტი ფუძეები არიან, ვიდრე შესაბამისი ამინები.

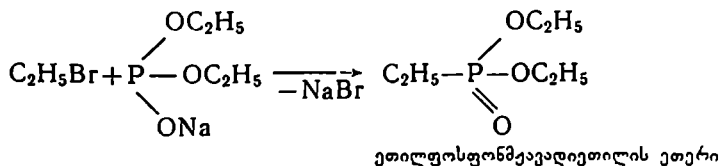
1. ალკილფოსფინები, განსხვავებით ამინებისაგან, ადვილად იჟანგებიან ჰაერის ჟანგბადით ან აზოტმჟავათი და გადადიან ხუთვალენტური ფოსფორის ნაერთებში:



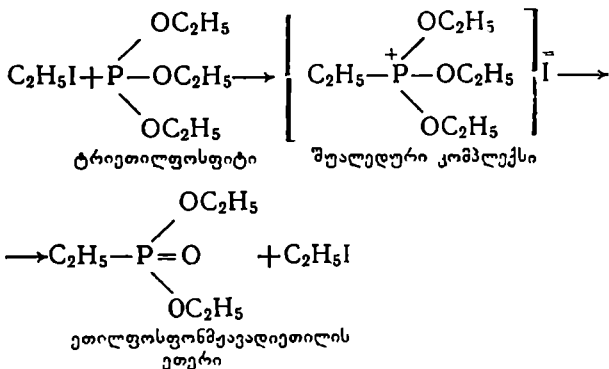




ალკილფოსფონმჟავას ნაწარმები. 1. ფოსფოროვანი მჟავას ნატრიუმდიეთილის ეთერზე ბრომეთილის მოქმედებით 1897 წ. მიხაელისი-სა და ბეკერის მიერ (მიხაელის-ბეკერის რეაქცია) მიღებულ იქნა ეთილფოსფონმჟავადიეთილის ეთერი:



ა. არბუზოვა 1905 წ. აღმოაჩინა უაღრესად დიდი მნიშვნელობის მოლეკულური გადაჯგუფების რეაქცია, რომელიც ცნობილია არბუზოვის გადაჯგუფების სახელწოდებით. აღმოჩნდა, რომ ფოსფოროვანი მჟავას სრული ეთერები ალკილჰალოგენიდების გავლენით განიცდიან გადაჯგუფებას და მიიღება ალკილფოსფონმჟავადიალკილის ეთერები, რასაც წინ უძღვის შუალედური კომპლექსების წარმოქმნა:



ა. არბუზოვის გადაჯგუფების საფუძველზე ა. არბუზოვისა და მისი სკოლის მოწაფეების მიერ მიღებულია მრავალი სხვადასხვა ფოსფოროვანული ნაერთები. ბევრმა მათგანმა უშუალო გამოყენება პოვა სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

ალდეჰიდები და კეტონები

ალდეჰიდები და კეტონები არიან ისეთი ნაერთები, რომლებიც შეიცავენ კარბონილის ანუ ოქსო ჯგუფს  $>C=O$ . ალდეჰიდების შემთხვევაში ოქსო ჯგუფის ერთი ვალენტოვნება დაკავშირებულია ალ-

კლთან, ხოლო მეორე—წყალბადთან  $R-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$ . გამონაკლისს წარმოად-

გენს ფორმალდეჰიდი, სადაც კარბონილის ჯგუფის ორივე ვალენტოვ-

ნება დაკავშირებულია წყალბადატომებთან  $H-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$  ალდეჰიდების

ფუნქციონალური ჯგუფია  $-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$

კეტონების შემთხვევაში კარბონილის ჯგუფის ორივე ვალენტოვ-

ნება დაკავშირებულია ალკილებთან  $\begin{matrix} R \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ R \end{matrix}$

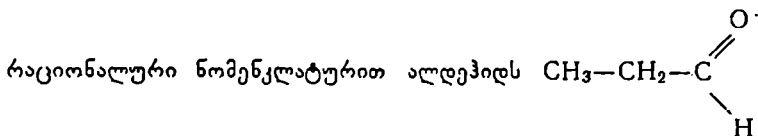
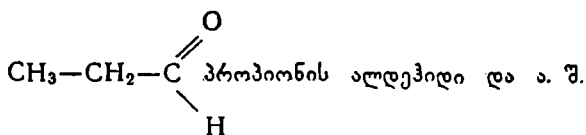
იზომერია და ნომენკლატურა. ალდეჰიდების იზომერია კავშირშია

პირველადი სპირტების აგებულებასთან. მაგალითად,  $C_4H_9-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$  შე-

ესაბამება ოთხი იზომერი, კეტონების იზომერები შეესატყვისება მეორეული სპირტების იზომერებს.

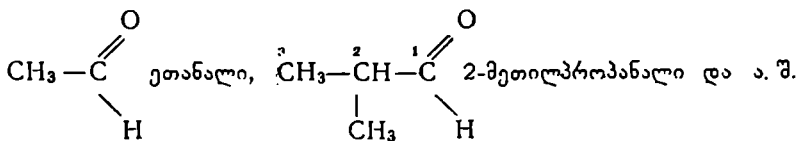
ალდეჰიდებს სახელწოდებას აძლევენ ტრივიალური, რაციონალური, ენევისა და IUPAC ნომენკლატურით. ტრივიალური ნომენკლატურით ალდეჰიდების სახელწოდება გამოყავთ იმ მყავას სახელწოდებიდან, რომელიც მიიღება ალდეჰიდის დაქანგვით. მაგალითად, ალ-

დეჰიდს  $CH_3-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow H \end{matrix}$  ეწოდება ძმრის ალდეჰიდი ან აცეტალდეჰიდი,



ეწოდება მეთილმკრის ალდეჰიდი.

ჟენევისა და IUPAC ნომენკლატურით ალდეჰიდების სახელწოდება წარმოდგება შესაბამისი ნახშირწყალბადის სახელწოდებიდან, სადაც დაბოლოება—ი-უნდა შეეცვალოს—ალი-თ. მაგალითად,



კეტონების იზომერია განპირობებულია ალკილების აგებულებითა და კარბონილის (კეტონის) ჯგუფის ადგილმდებარეობით. კეტონების უმარტივესი წარმომადგენელია  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ , რომლის ტრივიალური სახელწოდებაც აცეტონი. რაციონალური ნომენკლატურით კეტონების სახელწოდება გამოყავთ ალკილების სახელიდან. მაგალითად, აცეტონს ეწოდება დიმეთილკეტონი. ჟენევის ნომენკლატურით კეტონების სახელწოდება გამოყავთ ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან, დაბოლოება —ი-ს ცვლიან-ონ-ით. ამასთან, როცა ამას საჭიროება მოითხოვს, გრძელ ჯაჭვზე განლაგებული ნახშირბადატომები უნდა დაინომროს იმ მხრიდან, სადაც უფრო ახლოა კეტონის ჯგუფი. ასე მაგალითად:  $\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CO}}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}_2}-\overset{5}{\text{CH}_3}$  ეწოდება პენტანონ-2. IUPAC ნომენკლატურით კეტონის ჯგუფის ადგილმდებარეობის მაჩვენებელი რიცხვი უნდა დაიწეროს კეტონის სახელწოდების წინ, მაგალითად:



ზოგიერთი ნაჯერი ალდეჰიდებისა და კეტონების იზომერები და სახელწოდებები სხვადასხვა ნომენკლატურით მოცემულია 30-ე ცხრილში.

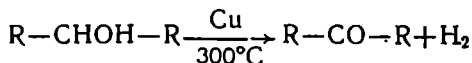
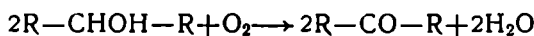
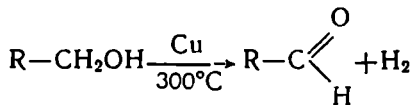
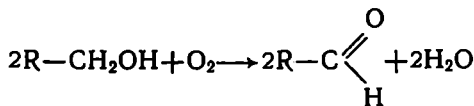
ზოგიერთი ნაქერი ალდეჰიდისა და კეტონის იზომერები და სახელწოდებანი სხვადასხვა ნომენკლატურით

ფორმულა	ტრივიალური	რაციონალური	ქენევის	IUPAC-ის
1	2	3	4	5
$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	ჰიანჰველას ალდეჰიდი. ფორმალდეჰიდი	—	მეთანალი	მეთანალი
$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	ძმრის ალდეჰიდი აცეტალდეჰიდი	ძმრის ალდეჰიდი	ეთანალი	ეთანალი
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	პროპიონის ალდეჰიდი	მეთილძმრის ალდეჰიდი	პროპანალი	პროპანალი
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	ერბოს ალდეჰიდი	ეთილძმრის ალდეჰიდი	ბუტანალი	ბუტანალი
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	იზოერბოს ალდეჰიდი	დიმეთილძმრის ალდეჰიდი	მეთილპროპანალი	მეთილპროპანალი
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	ვალერიანის ალდეჰიდი	პროპილძმრის ალდეჰიდი	პენტანალი	პენტანალი
$\overset{4}{\text{CH}_3}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{3}{\text{CH}}}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	იზოვალერიანის ალდეჰიდი	იზოპროპილძმრის ალდეჰიდი	3-მეთილბუტანალი	3-მეთილბუტანალი
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	მეთილეთილძმრის ალდეჰიდი	მეთილეთილძმრის ალდეჰიდი	2-მეთილბუტანალი	2-მეთილბუტანალი
$\overset{2}{\text{CH}_3}-\overset{1}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\overset{1}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	ტრიმეთილძმრის ალდეჰიდი	ტრიმეთილძმრის ალდეჰიდი	2,2-დიმეთილპროპანალი	2,2-დიმეთილპროპანალი

1	2	3	4	5
	კეტონები			
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$	აცეტონი	დიმეთილკეტონი	პროპანონი	პროპანონი
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	—	მეთილეთილკეტონი	ბუტანონი	ბუტანონი
$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CO}}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}_2}-\overset{5}{\text{CH}_3}$	—	მეთილბუტანონი	პენტანონ-2	2-პენტანონი
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	—	დიეთილკეტონი	პენტანონ-3	3-პენტანონი
$\text{CH}_3-\text{CO}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	—	მეთილბუტანონი	3-მეთილბუტანონ-2	3-მეთილ-2-ბუტანონი

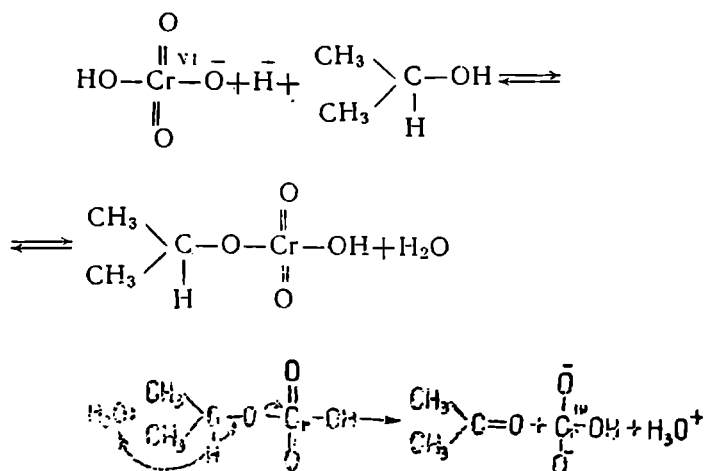
მიღების საშუალებანი. ალდეჰიდებისა და კეტონების მიღების მეთოდები ძირითადად ერთნაირია, რადგან ისინი შეიცავენ კარბონილის ჯგუფს. ამასთან შემუშავებულია მათ მიღების ისეთი მეთოდები, რომლებიც ერთ შემთხვევაში შეიძლება გამოვიყენოთ მხოლოდ ალდეჰიდების, ხოლო მეორე შემთხვევაში კეტონების მისაღებად.

1. პირველადი სპირტების დაჟანგვით ან დეჰიდრირებით მიიღებიან ალდეჰიდები, ხოლო მეორეული სპირტები კი იმავე პირობებში გარდაიქმნებიან კეტონებად:



სპირტების დაჟანგვას ახორციელებენ კალიუმბიქრომატისა და გოგირდმჟავას ნარევიტ ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) ან კალიუმის პერმანგანატით. პირველად, ქრომმჟავა ახდენს სპირტის ეთერიფიცირებას და მიიღება ქრომმჟავასპირტის მჟავე ეთერი. ეს უკანასკნელი წყლის

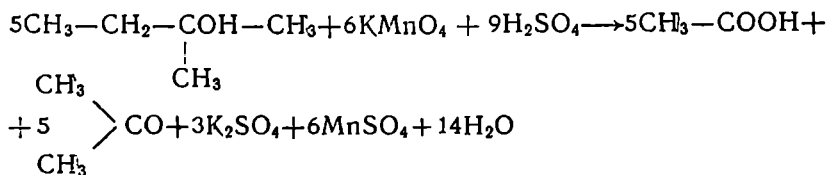
თანობით ვანიცდის შიდა დაეანგვა-აღდგენას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება. პირველადი სპირტის შემთხვევაში, აღდგენილი, ხოლო მეორეული სპირტის შემთხვევაში — კეტონი:



როგორც რეაქციათა ტოლობებიდან ჩანს, VI ვალენტოვანი ქრომი აღდგა და გარდაიქმნა III ვალენტოვან ლაბილურ მდგომარეობაში, ხოლო სპირტი დაიანგა და წარმოიქმნა კეტონი. მაშასადამე, სპირტის ბიქრომატის ნარევით დაეანგვის დროს ადგილი აქვს დაეანგვა-აღდგენის რეაქციას.

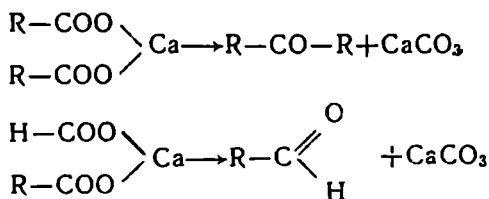
აღდგენების მიღების შემთხვევაში საჭიროა წარმოქმნილი აღდგენილი გამოვიყვანოთ რეაქციის სფეროდან, რომ არ განიცადოს დაეანგვა.

მესამეული სპირტების დაეანგვისას ადგილი აქვს მოლეკულის დენტრუქციას C—C ბმის გაწყვეტით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება მჟავები, კეტონები, რომლებიც უფრო ნაკლები ოდენობით შეიცავენ ნახშირბადატომებს, ვიდრე დასაეანგად აღებული სპირტი:

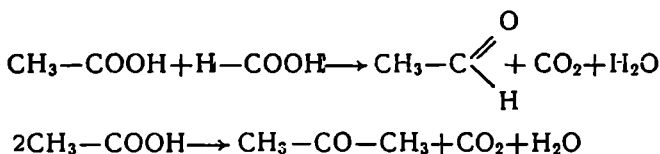


2. ორგანული ერთფუძიანი მჟავების კალციუმის (ბარიუმის ან თორიუმის) მარილების პიროლიზით მიიღებიან კეტონები. ხოლო

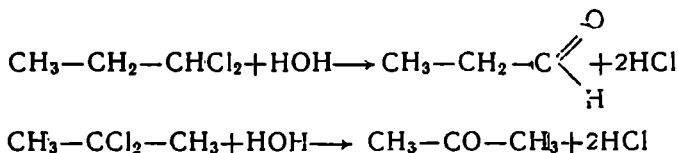
სხვა მჟავათა და ჰიანჰველამჟავა მარილების პიროლიზით წარმოქმნიებიან ალდეჰიდები:



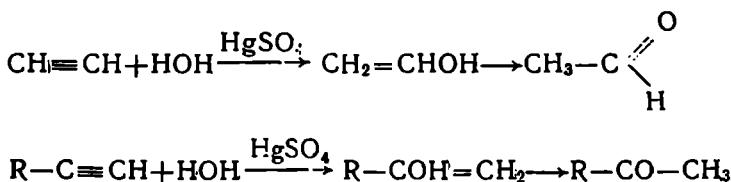
3. ალდეჰიდებსა და კეტონებს ხშირად ღებულობენ  $400-500^{\circ}\text{C}$ -მდე გახურებულ  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ThO}_2$  და ზოგიერთ სხვა მეტალთა ოქსიდებზე ორგანული მჟავების გატარებით:



4. ალდეჰიდები და კეტონები მიიღებიან ჰემინალური დიჰალოგენნაერთების ჰიდროლიზით:

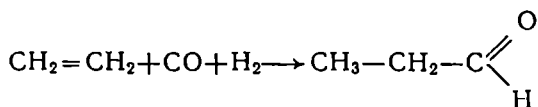


5. აცეტილენურ ნახშირწყალბადებზე წყლის მოქმედებით,  $\text{H}_2^{\oplus}$  თანობით მიიღებიან აცეტალდეჰიდი და კეტონები (კუხეროვის რეაქცია). ამ რეაქციით აცეტილენი გვაძლევს აცეტალდეჰიდს; სილი დანარჩენი ალკინები იძლევიან კეტონებს:

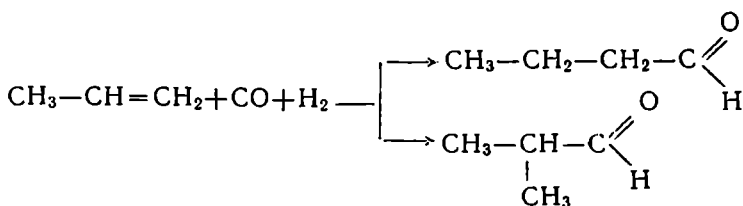


6. ოქსოსინთეზი. ალდეჰიდები მიიღებიან წყალგაზისა ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) და ოლფინების ურთიერთმოქმედებით,  $100-200^{\circ}\text{C}$  და  $100-200$

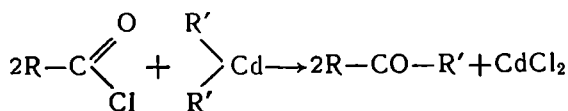
ატ. წნევის ქვეშ კატალიზატორის ( $\text{Co} + \text{ThO}_2 + \text{MgO}$ ) თანაობით (რეპე):



ეთილენის ჰომოლოგები წარმოქმნიან ნორმალურ და განტოტვილჯაჭვიან ალდეჰიდებს:



7. მჟავების ქლორანჰიდრიდებზე დიალკილკადმიუმის (კადმიუმის ორგანული ნაერთი) მოქმედებით მიიღებიან კეტონები:



**ფიზიკური თვისებები.** ალდეჰიდების პირველი წევრი (ფორმალდეჰიდი) გაზია. მომდევნო წევრები სითხეებია. ხოლო მაღალი წევრები კი მყარი ნივთიერებებია. პირველ წევრებს აქვთ დამახასიათებელი სუნი, წყალში კარგად იხსნებიან.

კეტონების პირველი წევრები დამახასიათებელი სუნის სითხეებია, რომლებიც წყალში იხსნებიან. მაღალი წევრები წარმოადგენენ მყარ ნივთიერებებს. ალდეჰიდები და კეტონები დუღან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე შესაბამისი სპირტები. ეს იმით აიხსნება, რომ ალდეჰიდები და კეტონები, განსხვავებით სპირტებისაგან, არაასოცირებული ნივთიერებები არიან. ალდეჰიდები და კეტონები სპირტსა და ეთერში კარგად იხსნებიან. კუთრი წონა 1-ზე ნაკლები აქვთ.

ალდეჰიდებისა და კეტონების კარბონილის ჯგუფის რხევის სიხშირე ინფრაწითელ სპექტრში იმყოფება 1705-1740 სმ<sup>-1</sup> ინტერვალში. კარბონილის ჯგუფის პოლარობის გამო ინფრაწითელი ტალღების შთანქმეა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ნახშირბადატომთა შორის ორმაგი ბმის  $\text{C} = \text{C}$  შემთხვევაში.



ალდეჰიდებისა და კეტონების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები მოცემულია 31-ე ცხრილში.

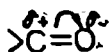
ცხრილი 31

ალდეჰიდებისა და კეტონების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები

ფორმულა	ღუღტემპ. °C	ღობის ტემპ. °C	სიმკვრივე $d_4^{20}$
$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	-21,0	-92	0,815 ( $d_4^{-10}$ )
$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	+21,0	-123,5	0,780
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	48,8	-81,0	0,807
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	75,5	-99,0	0,817
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	64	-	0,794
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	103,5	-65,9	0,809
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$	56,5	-95,0	0,792
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	79,6	-86,4	0,805
$\text{CH}_3-\text{CO}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_3$	101,7	-77,8	0,809
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	102,7	42,0	0,816 ( $d_4^{19}$ )

ქიმიური თვისებები. კარბონილის ჯგუფში ნახშირბადსა და ჟანგბადს შორის ბმა  $\text{C}=\text{O}$  ნახშირბადატომთა შორის ორმაგ ბმასთან  $\text{C}=\text{C}$  შედარებით უფრო მტკიცე და რეაქციისუნარიანია. ეს აიხსნება იმით, რომ ჟანგბადატომის ელექტროუარყოფითობა უფრო მეტია, ვიდრე ნახშირბადის, რის გამოც ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე გა-

წეულია ჟანგბადისაკენ და ბმა პოლარიზებულია, სადაც ჟანგბადი დამუხტულია უარყოფითად, ხოლო ნახშირბადი— დადებითად:

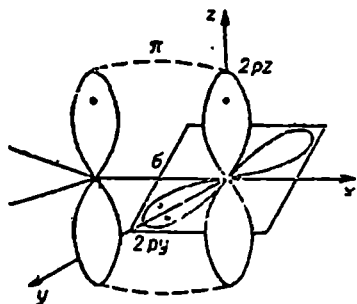


აღდექიდებისა და კეტონების დიპოლური მომენტი მეტ შემთხვევაში უახლოვდება 2,7D (დები), ეს იმაზე მიუთითებს, რომ კარბონილში ნახშირბადსა და ჟანგბადს შორის ბმა 40—50%-ით იონური ხასიათისაა, ამიტომ აღდექიდები და კეტონები ქიმიურად უფრო აქტიური ნივთიერებები არიან, ვიდრე ორმაგბმისანი C=C ნაერთები, თანაც C=O ბმა მეტ სიმტკიცეს ამჟღავნებს, ვიდრე ეთილენური (C=C) ბმა.

თერმოქიმიური მონაცემებიც ამას ადასტურებს. ასე მაგალითად, C=O ბმის ენერგია 30 კჯ/მოლით მეტია C—O ორ მარტივ ბმასთან შედარებით და დაახლოებით 90 კჯ/მოლით მეტია ეთილენურ ბმაზე (C=C).

კარბონილის ჯგუფში C=O ორმაგი ბმიდან ერთი  $\sigma$  და მეორე  $\pi$ -ბმაა.  $\sigma$ -ბმა წარმოქმნილია ჟანგბადის  $2p_z$  აო (ატომური ორბიტალი) და ჰიბრიდიზირებული ნახშირბადის აო ორბიტალისაგან, ხოლო  $\pi$ -ბმას ქმნის  $2p_x$  აო, რომელიც იმყოფება  $\sigma$ -ბმის მიმართ პერპენდიკულარულ სიბრტყეში. ჟანგბადის ორი გაუზიარებელი p-ელექტრონი (მეორე წყვილი გაუზიარებელი ელექტრონი არ ჩანს.

ნახ. 30) იმყოფება  $2p_y$  აო სიბრტყეში. რომელსაც  $\pi$ -ბმის მიმართ პერპენდიკულარული მდებარეობა უჭირავს.

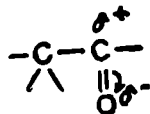


ნახ. 39. კარბონილის ჯგუფში ატომური ორბიტალების განლაგება.

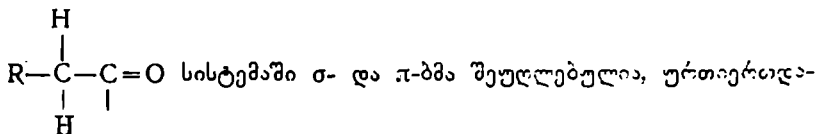
კარბონილის ჯგუფი გავლენას ახდენს  $\alpha$ -წყალბადატომებზე (ეს ის წყალბადატომებია, რომლებიც იმყოფება კარბონილის ჯგუფის მეზობელ  $\alpha$ -ნახშირბადატომთან) და ადვილმოძრავს ხდის მათ.

$\alpha$ -წყალბადატომის ადვილად მოწყვეტა განპირობებულია კარბო-

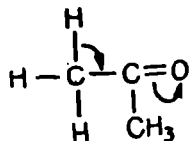
ნილის ჯგუფის პოლარიზებულობით. სისტემაში



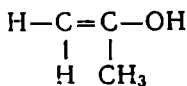
δ+ მუხტის გავლენით α-წყალბადატომები უფრო სუსტადაა დაკავშირებული ნახშირბადატომთან, ვიდრე ნახშირწყალბადებში და ადვილად წყდება პროტონის სახით (H<sup>+</sup>). კარბონილის ენგბადატომთან ელექტროფილური რეაგენტის მიახლოებისას π-ელექტრონები კიდევ უფრო მეტად გადაიწვეს ნახშირბადიდან ენგბადისაკენ, რაც ნახშირბადატომზე δ<sup>-</sup> მუხტის გადიდებას გამოიწვევს. ამ შემთხვევაში α-წყალბადატომი კიდევ უფრო ადვილმოძრავი გახდება.



მოკიდებულებაში იმყოფებიან და მოქმედებენ ისე, როგორც ერთი მთლიანი. მაგალითად, ფუძე გარემოში ხდება α-წყალბადის მოწყვეტა, რაც იწვევს π-ბმის გაწყვეტას C=O ბმაში და პირიქით, π-ბმის გაწყვეტა იწვევს α-მდებარეობაში წყალბადის მოწყვეტას. ამის ერთ-ერთ მაგალითს წარმოადგენს აცეტონის ენოლიზაცია:



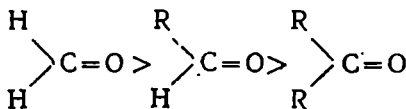
აცეტონის კეტონური ფორმა



აცეტონის ენოლური ფორმა

კარბონილის ჯგუფის შემცველი ნაერთების რეაქციათა მიმდინარეობაზე სხვა ფაქტორებთან (ინდუქციური და შეუღლების ეფექტი) ერთად გავლენას ახდენს სივრცობრივი ფაქტორი. მაგალითად, როცა კარბონილის ჯგუფის ნახშირბადატომთან დაკავშირებულია შედარებით დიდი მოცულობის ატომთა ფრაგმენტი ან ფრაგმენტები, მაშინ C=O ორმაგი ბმა გადაფარულია ატომთა ფრაგმენტებისაგან და მოქმედ რეაგენტს აღარ ეძლევა საშუალება თავისუფლად იმოქმედოს ორმაგ ბმასთან.

რეაქციისუნარიანობის დაქვეითება ზდება შემდეგი თანმიმდევრობის მიხედვით:



ბუნებრივია, რაც უფრო მეტი მოცულობის იქნება R, მით უფრო ძნელად მიმდინარეობს რეაქციები კარბონილის ჯგუფთან. აღდე-

პიდებსა და კეტონებს ახასიათებთ შეერთების, ჩანაცვლების, ჟანგვა-აღდგენის, პოლიმერიზაციისა და კონდენსაციის რეაქციები.

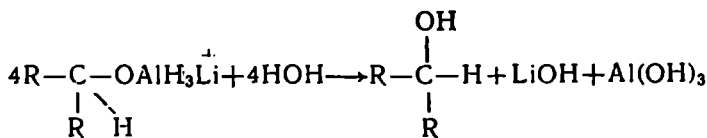
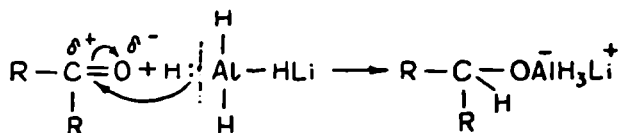
შეერთების რეაქციები. ალდეჰიდები და კეტონები იერთებენ: H, მეტალორგანულ ნაერთებს, HCN, NaHSO<sub>3</sub>, სპირტებს, NH<sub>3</sub> და სხვა ნივთიერებებს.

1. ალდეჰიდები და კეტონები კატალიზატორების გავლენით იერთებენ წყალბადის 2 ატომს და მიიღებიან სპირტები. ეს რეაქციები განხილულია სპირტების მიღებასთან დაკავშირებით.

აქ დამატებით განვიხილავთ ალდეჰიდებისა და კეტონების აღდგენას მეტალთა ჰიდრიდების მეშვეობით. ამ მიმართულებით მეტალთა ჰიდრიდებიდან ხშირად იყენებენ ლითიუმალუმინჰიდრიდს LiAlH<sub>4</sub>.

ამ მეთოდით აღდგენისას ალდეჰიდები იძლევიან პირველად, ხოლო კეტონები მეორეულ სპირტებს. ამ რეაქციებში ლითიუმალუმინჰიდრიდი გვევლინება ნუკლეოფილური რეაგენტის—ჰიდრიდ-იონის დონორად.

ლითიუმალუმინჰიდრიდს წყდება ერთი წყალბადატომი და უერთდება კარბონილის ნახშირბადატომს, ხოლო წარმოქმნილი ლითიუმალუმინ ჰიდრიდ-იონი უკავშირდება კარბონილის ჟანგბადატომს. მიღებული პროდუქტის ჰიდროლიზით მიიღება შესაბამისი სპირტი.

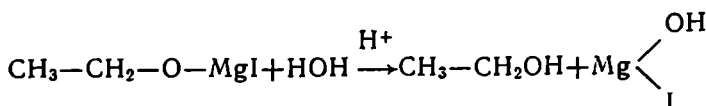
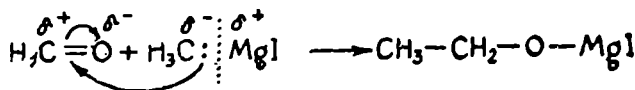


ამ მეთოდით ალდეჰიდებისა და კეტონების აღდგენას ძალიან ღირდ მნიშვნელობა აქვს, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როცა აღსადგენი ძნელადმისაწვდომი ნივთიერებაა.

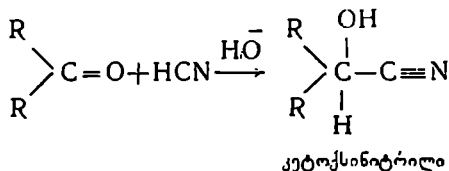
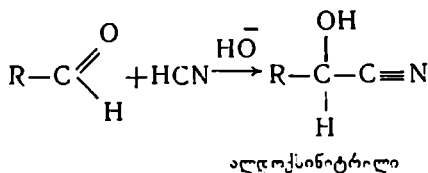
2. ალდეჰიდიდან და კეტონიდან მაგნიუმის ორგანული ნაერთების მეშვეობით მიიღებიან სპირტები (გვ. 215). ამასთან დაკავშირებით აქ დამატებით განვიხილავთ რეაქციის მიმდინარეობის ძირითად არსს.

კარბონილნაერთებზე მაგნიუმორგანული ნაერთის მოქმედების დროს ადგილი აქვს ახალი C—C ბმის წარმოქმნას, რაც იწვევს სა-

წყისი ნივთიერების (ამ შემთხვევაში კარბონილნაერთი) ჯაჭვის დაგრძელებას მაგნიუმორგანული ნაერთის ნახშირბადის ხარჯზე. მაგნიუმი ნახშირბადიდან გადაადგილდება უანგბადატომთან და მიიღება შეერთების პროდუქტი, რომელიც შექმავებული წყლის მოქმედებით განიცდის ჰიდროლიზს და მიიღება სპირტი:

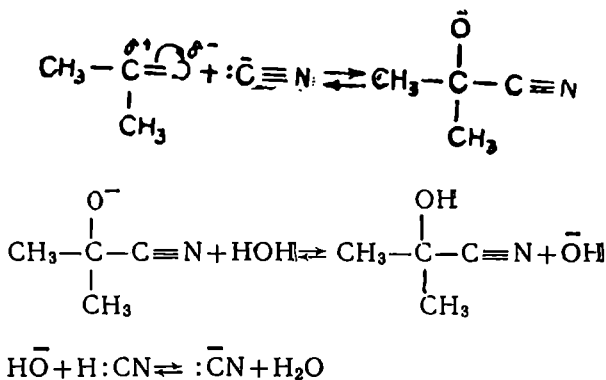


3. ციანწყალბადმჟავას მოქმედება. ალდეჰიდები და კეტონები ნუკლეოფილური შეერთების რეაქციებში შედიან ციანწყალბადმჟავასთან, ფუძის, როგორც კატალიზატორის, თანაობით და მიიღებიან ოქსინიტრილები ანუ ციანჰიდრიდები:

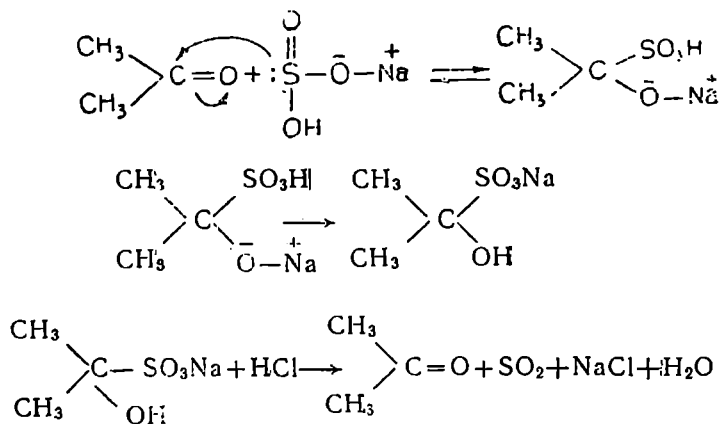


ციანწყალბადში ნახშირბადატომს არ გააჩნია გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი, ამიტომ მას თითქოს არ უნდა შეეძლოს კარბონილის ნახშირბადატომთან ბმის წარმოქმნა, რასაც ადგილი აქვს სინამდვილეში. ფუძის, როგორც კატალიზატორის, როლი იმაში გამოიხატება, რომ იგი  $\text{HO}^-$  იონის მეშვეობით მოქმედებს  $\text{HCN}$ -ზე და წარმოქმნის ციანიდიონს  $:\bar{\text{C}}\text{N}$ . უკანასკნელი, როგორც ნუკლეოფილი, კარბონილის ნახშირბადატომთან დაამყარებს  $\text{C}-\text{C}$  ბმას:



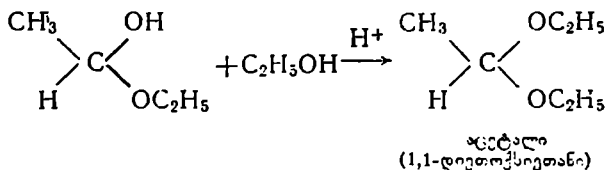
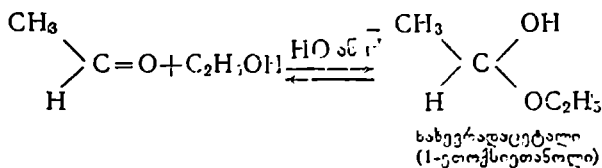


4. ნატრიუმჰიდროსულფიტის მოქმედება. ალდეჰიდები და ის კეტონები, რომლებიც არ ხასიათდებიან სივრცობრივი დაბრკოლებით, კატალიზატორების გარეშე შედიან ნუკლეოფილურ შეერთების რეაქციაში ნატრიუმის ჰიდროსულფიტის (NaHSO<sub>3</sub>) კონცენტრირებულ წყალხსნართან და წარმოქმნიან მყარ ჰიდროსულფიტურ ნაერთებს, რომლებიც მყავას მოქმედებით ისევ გადადიან შესაბამის ალდეჰიდებსა და კეტონებში. ამის გამო ჰიდროსულფიტური რეაქცია გამოყენებულია კარბონილნაერთების გასუფთავებისათვის და სხვა ნივთიერებებიდან გამოსაყოფად.

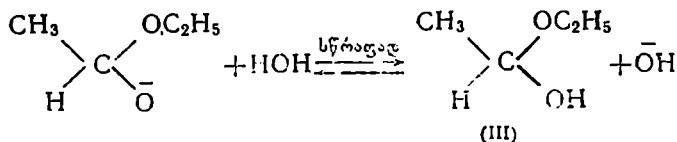
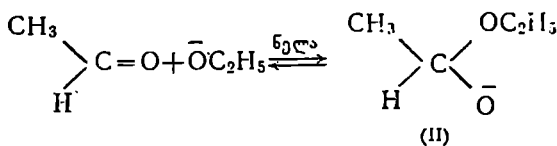
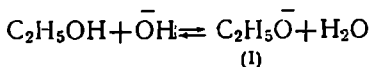


5. ნახევრადაცეტალებისა და აცეტალების წარმოქმნა. ალდეჰიდებისა და სპირტების ურთიერთმოქმედებით ფუძის ან მყავას თანაობით მიიღება ნახევრადაცეტალი, ხოლო ნახევრადაცეტალიდან

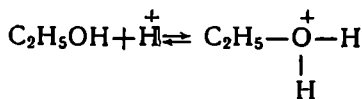
აცეტალის წარმოქმნა ხდება მხოლოდ მჟავას კატალიზური მოქმედებით:



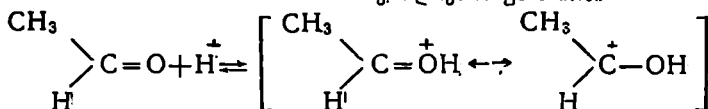
ა) ნახევრადაცეტალის წარმოქმნის მექანიზმი ფუძის თანაობით. ფუძის მოქმედებით სპირტიდან წარმოიქმნება ალკოჰოლატ-იონი, რომელიც ალდეჰიდს უერთდება და გაჩნდება სხვა ახალი იონი, ეს უკანასკნელი წყლის მოქმედებით გარდაიქმნება ნახევრადაცეტალად:



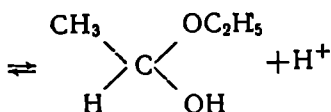
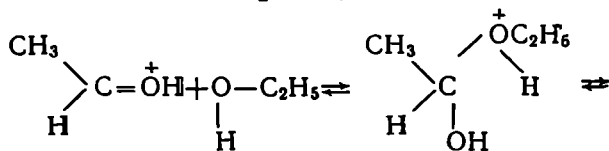
ბ) ნახევრადაცეტალის წარმოქმნის მექანიზმი მჟავას თანაობით. მჟავა ააქტიურებს, როგორც სპირტს, ასევე ალდეჰიდს. მჟავას მოქმედებით სპირტი პროტონირდება და მიიღება ალკილ-ოქსონიუმის იონი, ხოლო ალდეჰიდის პროტონირებით წარმოიქმნება ალდეჰიდის შეუღლებული მჟავა. შეუღლებულ მჟავაზე იმოქმედებს მჟავათი გააქტივებული სპირტი და მიიღება ნახევრადაცეტალი:



ეთილოქსონიუმის იონი



აცეტალდეჰიდის (ორ სხვადასხვა ფორმაში) შეუღლებული მჟავა ერთმანეთში გარდამავალი

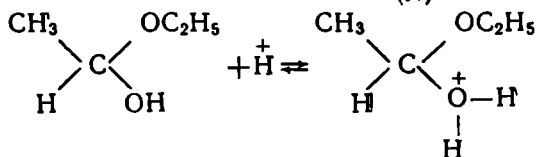


ნახევრადაცეტალი

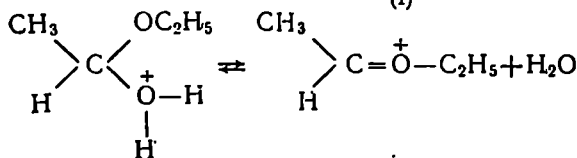
გ) ნახევრადაცეტალიდან აცეტალის წარმოქმნის მექანიზმი მჟავას თანაობით. მჟავა ახდენს ნახევრადაცეტალის პროტონირებას, მიიღება შესატყვისი რადიკალოქსონიუმის იონი, რომელსაც ჩამო-

შორდება წყლის ერთი მოლეკულა და გადადის ალდეჰიდის ეთილოქსონიუმის კატიონში. უკანასკნელი სპირტთან მოქმედებით გარდა-

იქმნება აცეტლის შეუღლებულ მჟავად, რომელიც განიცდის დე-

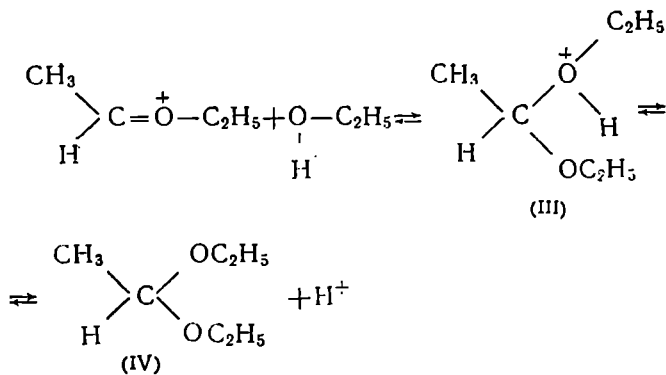


(I)

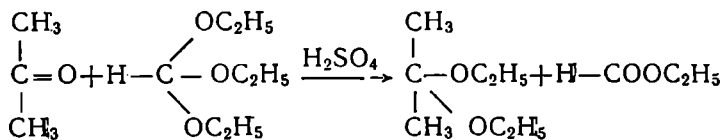


(II)





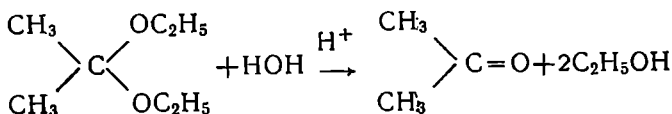
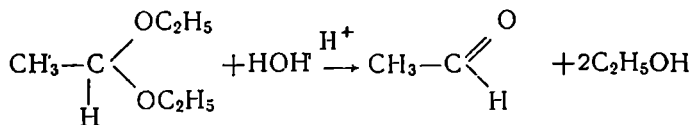
კეტონებიდან მიღებულ აცეტალებს კეტალები ეწოდება. კეტალები მიიღებიან კეტონებზე ჰინჯველამეჯავას ან სილიციუმმეჯავას ორთოეთერების მოქმედებით (ა. ე. არბუზოვი):



კეტალი

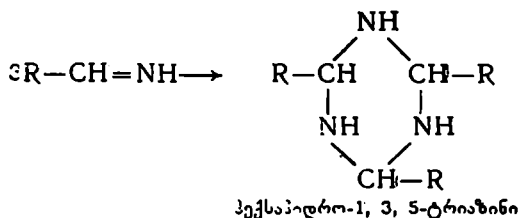
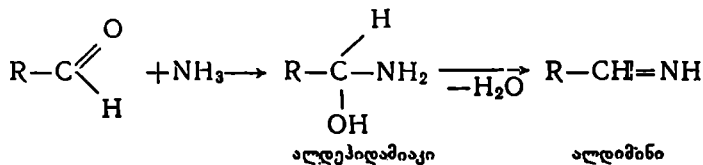
აცეტალები წყალში უხსნადი სითხეებია, რომელთაც ახასიათებთ სასიამოვნო სუნი (ხილის სუნი).

აცეტალები და კეტალები შემეჯავებული წყლის მოქმედებით განიცდიან ჰიდროლიზს და მიიღება შესაბამისი კარბონილწყარბები და სპირტები:

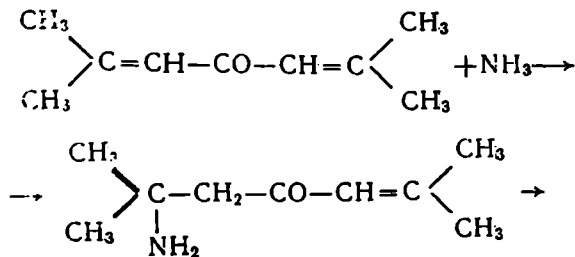
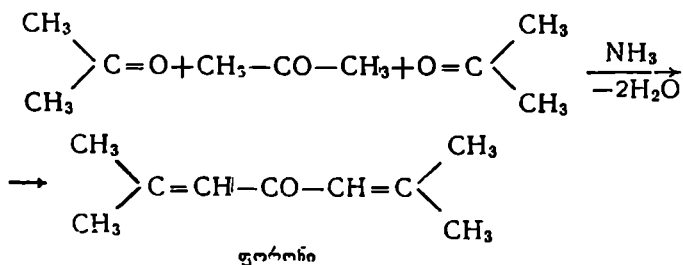


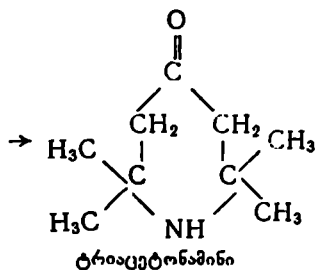
6. ამიაკისა და მის ნაწარმთა მოქმედება. ალდეჰიდები უერთდებიან ამიაკს და წარმოიქმნება ალდეჰიდამიაკი, რომელიც ადვილად კარგავს წყალს და გარდაიქმნება ალდიმინად. ალდიმინი განიცდის ტრიმერიზა-

ციას და მიიღება ჰეტეროციკლური ნაერთი ჰექსაჰიდრო-1,3,5-ტრიაზინი:

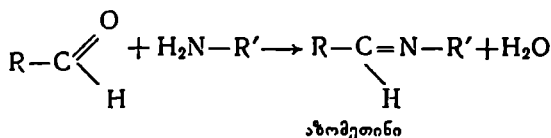


აცეტონები შედიან რეაქციაში ამიაკთან, მაგრამ რეაქცია მიმდინარეობს გართულებულად. ეს იმაში გამოიხატება, რომ პირველად კეტონი ამიაკის მოქმედებით განიცდის კონდენსაციას. კონდენსაციის პროდუქტი იერთებს ამიაკს და წარმოქმნილი შეერთების პროდუქტი გარდაიქმნება ჰეტეროციკლურ ნაერთად. აცეტონის შემთხვევაში პირველად მიიღება ფორონი, რომელიც იერთებს ამიაკს და წარმოიქმნება ტრიაცეტონამინი:





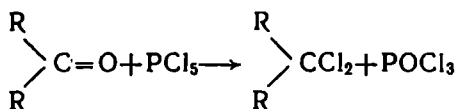
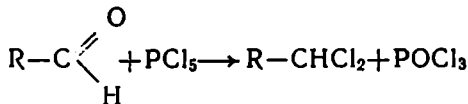
აღდეჰიდები კონდენსირდებიან პირველად ამინებთან და მიიღებენ აზომეთინებს:



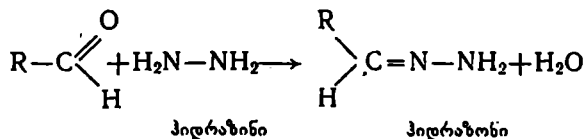
აზომეთინების დიდი ნაწილი კრისტალური ნივთიერებებია. გამოყენებული არიან აღდეჰიდების გასუფთავებისა და იდენტიფიკაციისათვის.

ჩანაცვლების რეაქციები. აღდეჰიდებსა და კეტონების დამახასიათებელი რეაქციაა:  $\text{PCl}_5$ -თან, ჰიდრაზინთან, ფენილჰიდრაზინთან, სემიკარბაზიდთან, ჰიდროქსილამინთან და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებებთან. ამ რეაქციების დროს აღგილი აქვს კარბონილის ჟანგბადატომის შეცვლას ქლორის ატომებით და შესაბამისი ორვალენტური ატომა ჯგუფებით.

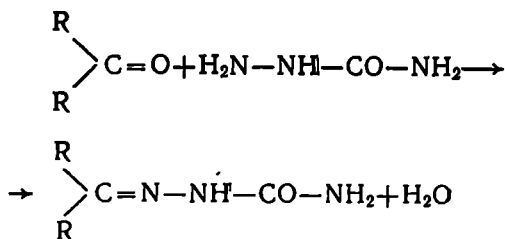
1. ფოსფორის ხუთქლორიანი ნაერთის მოქმედებით აღდეჰიდები და კეტონები გვაძლევენ ჰემინალურ დიჰალოგენაერთებს:



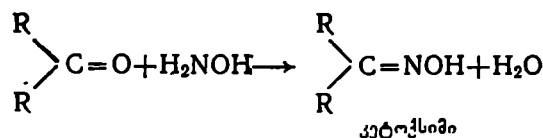
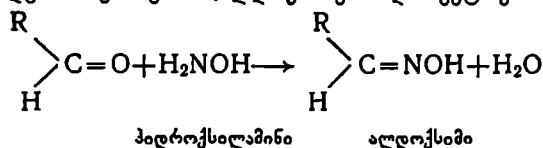
2. ჰიდრაზინის მოქმედებით მიიღებიან ჰიდრაზონებს:







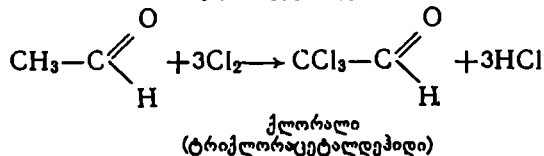
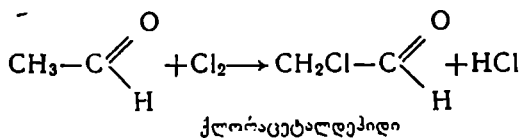
5. ალდეჰიდები და კეტონები რეაგირებენ ჰიდროქსილამინთან და მიიღება ოქსიმები (ალდოქსიმები და კეტოქსიმები):

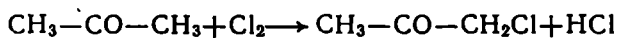


ალდეჰიდებსა და კეტონებზე ჰიდრაზინისა და მის ნაწარმთა, აგრეთვე ჰიდროქსილამინის მოქმედება, ადვილად მიმდინარეობს ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ძმარმყავას თანაობით. ამ რეაქციებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ კარბონილნაერთების ქიმიის შესწავლისათვის.

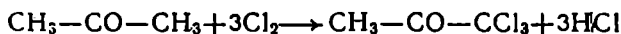
**α-მდეზარეობაში ჩანაცვლების რეაქციები.** როგორც აღნიშნული იყო, კარბონილის ჯგუფის პოლარიზებულობა ადვილმოდირავს ხდის α-წყალბადატომებს და ადვილად იცვლებიან ისინი სხვა ატომებითა და ატომთა ჯგუფებით. რეაქციები მიმდინარეობს ენოლური ფორმის შესაბამისად (გვ. 332).

1. **ჰალოგენირება.** ალდეჰიდებსა და კეტონებზე ქლორის, ბრომისა და იოდის მოქმედებით შეიძლება ერთი ან ყველა α-წყალბადა შეიცვალოს ჰალოგენის ატომით:



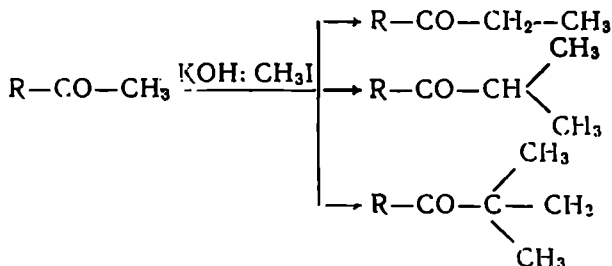


ქლორაცეტონი



ტრიქლორაცეტონი

2. მეთილირება. კეტონები, განსხვავებით ალდეჰიდებისაგან უფრო მეტ სიმტკიცეს იჩენენ ტუტეების მიმართ, რაც საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ კეტონების მეთილირება ტუტის თანაობით:

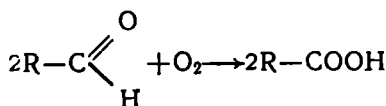


ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები. ალდეჰიდები, განსხვავებით კეტონებისაგან, ადვილად იჟანგებიან და წარმოიქმნებიან მჟავები, ნახშირბადატომების იმავე რიცხვით, რამდენსაც შეიცავდა დასაჟანგად აღებული ალდეჰიდი.

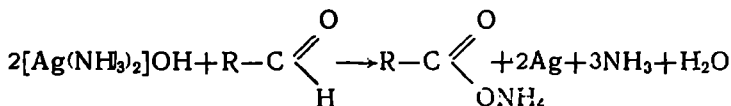
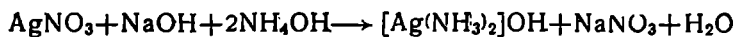
კეტონები იჟანგებიან ძლიერი დამჟანგავების გავლენით შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე, რასაც თან სდევს მოლეკულის დესტრუქცია.

1. ალდეჰიდების დაჟანგვა. ალდეჰიდები იჟანგებიან, როგორც ძლიერი, ასევე ისეთი სუსტი დამჟანგავებით, როგორცაა ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარი და ფელინგის სითხე.

ა) ალდეჰიდების დაჟანგვა ძლიერი დამჟანგავების ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KMnO}_4$ ) მეოხებით:



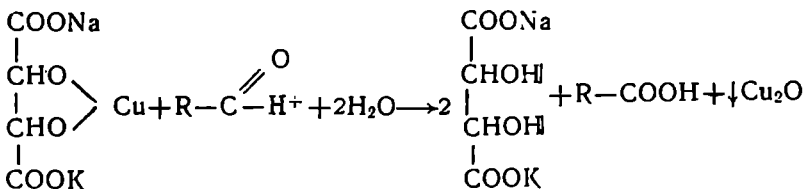
ბ) ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარის მოქმედება.  $\text{AgNO}_3$  ამიაკური ხსნარისა და ალდეჰიდის ნარევის სუსტი გაცხელებით ალდეჰიდი დაიჟანგება მჟავად, ხოლო ვერცხლი აღდგება და ჰურკლის კედელს. (რომელშიაც ვაწარმოებთ რეაქციას) დაეფინება სარკის ფენის სახით. უკანასკნელის მიხედვით ამ რეაქციას ეწოდება ვერცხლის სარკის რეაქცია.



$\text{AgNO}_3$ -ის ამიაკურ ხსნარს უნდა დავასხათ მარილმკვება, ხოლო ჰურპული უნდა გამოვრეცხოთ წყლით. წინააღმდეგ შემთხვევაში გაჩნდება მგრგვინავი ვერცხლი, რომელიც ადვილად ფეთქდება.

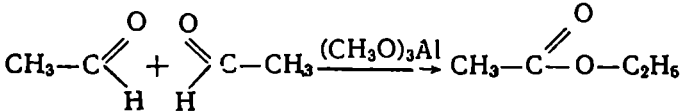
გ) ფელინგის რეაქტივის მოქმედება. ფელინგის რეაქტივი არის პროდუქტი, რომელიც მიიღება სეგნეტის მარილის (იგივე ღვინის მკავას  $\text{Na}$ -ისა და  $\text{K}$ -ის მარილი) ურთიერთქმედებით სპილენძის (I) ჰიდროქსიდთან.

თუ ფელინგის რეაქტივსა და ალდეჰიდის ნარევეს გავაცხელებთ, ალდეჰიდი იქანგება და მიიღება შესაბამისი მკავა, ხოლო ორვალენტიანი სპილენძი ალდგება ერთვალენტიანად, ჭერ მიიღება სპილენძის (I) ჰიდროქსიდი, რომელიც გაცხელებით იშლება და მიიღება წითელი ფერის სპილენძის (I) ოქსიდი (თვისებითი რეაქცია ალდეჰიდებზე):



როგორც ვერცხლის სარკის რეაქცია, ასევე ფელინგის რეაქტივის ალდგენის რეაქციაც წარმოადგენს ფერად რეაქციებს ალდეჰიდებზე. ფელინგის რეაქტივის ალდგენის რეაქციას იყენებენ აგრეთვე ალდეჰიდების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

დ) ტიშენკოს რეაქცია (რთული ეთერული კონდენსაცია). ალდეჰიდები, განსხვავებით კეტონებისაგან, ალუმინისა და ზოგიერთი სხვა მეტალის ალკოჰალატების გავლენით განიცდიან რთულ ეთერულ კონდენსაციას, რომლის შედეგადაც ერთი მოლეკულა ალდეჰიდი ალდგება მეორე მოლეკულა ალდეჰიდის დაქანგვის ხარჯზე და წარმოიქმნება რთული ეთერი:

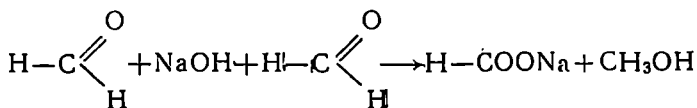


მმარმკავაეთილის ეთერი

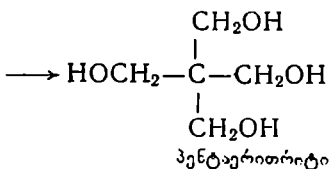
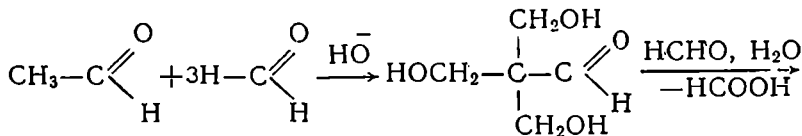
ტიზინკოს რეაქციას ახორციელებენ საწარმოო მასშტაბით სხვადასხვა რთული ეთერის მიღებისათვის.

3. კანიცაროს რეაქცია. ალდეჰიდები, რომლებიც კარბონილის ჯგუფის მიმართ  $\alpha$ -მდებარეობაში არ შეიცავენ წყალბადატომს, ტუტე-მეტალების ჰიდროქსიდების გავლენით ჯანიცდიან ერთდროულ ჟანგვა-აღდგენას და მიიღება მჟავა და სპირტი. ეს რეაქცია უმთავრესად დამახასიათებელია არომატული ალდეჰიდებისათვის.

ფორმალდეჰიდის შემთხვევაში მიიღება ჰიანჰველმჟავა (მარილის სახით) და მეთილის სპირტი.

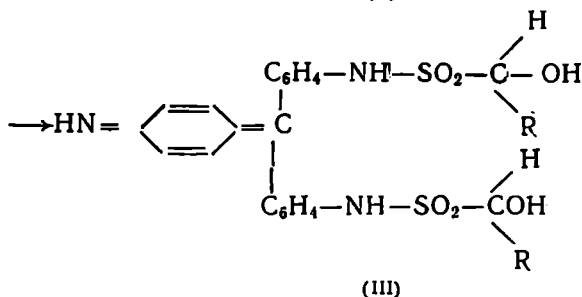
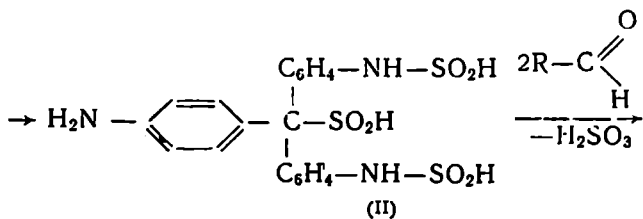
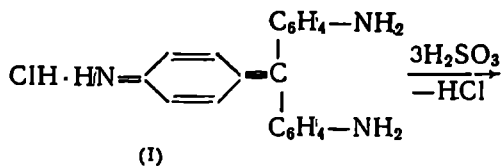


თუ რეაქციაში მონაწილეობს ორი სხვადასხვა ალდეჰიდი, მაშინ საქმე გვაქვს ე. წ. კანიცაროს ჯვარედინ რეაქციასთან. უკანასკნელის მაგალითს წარმოადგენს ფორმალდეჰიდისა და აცეტალდეჰიდის ალდოლური კონდენსაციის შედეგად პენტაერიტორიტის (ოთხატომიანი სპირტი) წარმოქმნა:



ყველა ალდეჰიდი ფუქსინგოგირდოვანმჟავასთან იძლევა ფერად რეაქციას (შიფის რეაქცია). ამ რეაქციის არსი ასეთია: მუქ ვარდისფერ ფუქსინის ხსნარში(I), რომელშიაც იმყოფება ჰინოიდური დაჯგუფება (რომლითაც განპირობებულია შეფერილობა), გოგირდოვანი მჟავათი დამუშავებისას ჰინოიდური დაჯგუფების გაქრობის გამო წარმოიქმნება უფერული ფუქსინგოგირდოვანი მჟავა(II) რომლისაგან ალდეჰიდის მოქმედებით მოწყდება გოგირდოვანი მჟავა და წარმოიქმნება ჰინოიდური ჯგუფის შემცველი წითელი ფერის ნაერთი(III):

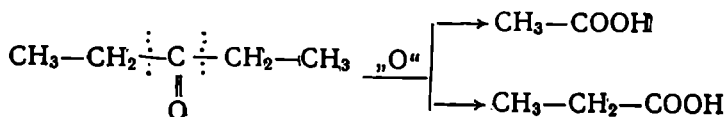


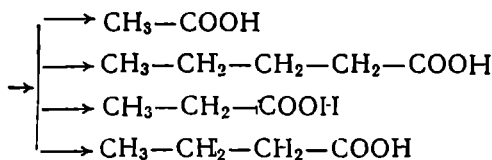
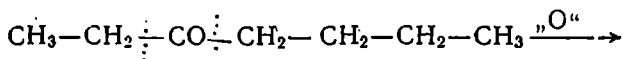


შიფის რეაქცია ძალიან მგრძობიარეა, მაგრამ იგი არ არის დამახასიათებელი მარტო ალდეჰიდებისათვის, რადგან ამ რეაქციას იძლევა ყველა  $\text{CH}_3 - \text{C} =$  ჯგუფის შემცველი მეთილკეტონები.

**კეტონების დაჟანგვა.** კეტონები ალდეჰიდებისაგან განსხვავებით, იჟანგებიან შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე მხოლოდ ძლიერი დამჟანგავების ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KMnO}_4$ ) მოქმედებით. პოპოვის წესის მიხედვით კეტონების დაჟანგვის დროს ნახშირბადატომებს შორის  $\text{C}-\text{C}$  ბმა წყდება კარბონილის ჯგუფთან ორივე მხარეზე (მარცხნივ და მარჯვნივ) და მიიღება მჟავები, რომლებიც (ცალ-ცალკე) ნაკლები ოდენობით შეიცავენ ნახშირბადატომებს დასაჟანგად აღებულ კეტონთან შედარებით.

დასაჟანგად აღებული კეტონის აგებულების მიხედვით შეიძლება მივიღოთ ორი ან ოთხი სხვადასხვა მჟავა:

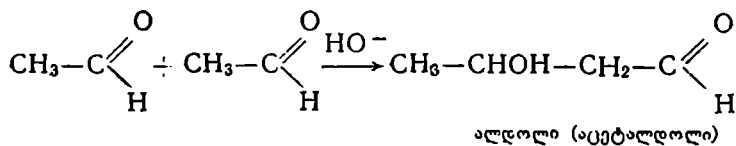




კეტონების დაჟანგვის შედეგად მიღებული შედეგების მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ დასაყენად აღებული კეტონის აგებულება.

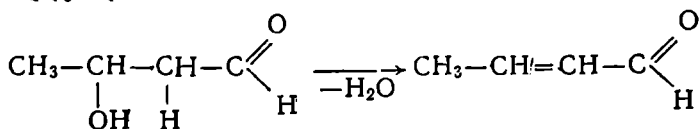
**კონდენსაციის რეაქციები.** თუ ერთი და იგივე ალდეჰიდებიდან ან კეტონებიდან ან სხვადასხვა ალდეჰიდებიდან და კეტონებიდან ერთ-ერთი მაინც შეიცავს  $\alpha$ -მდებარეობაში წყალბადატომებს ან წყალბადატომს, მაშინ ფუძის ან მჟავას თანაობით ერთი მოლეკულის  $\alpha$ -მეთინის, ან  $\alpha$ -მეთილენის ან  $\alpha$ -მეთილის (რომელიც იქნება, სულერთია) ჯგუფი კონდენსაციის რეაქციაში შედის მეორე მოლეკულის კარბონილის ჯგუფთან და მიიღება კონდენსაციის პროდუქტი. ამ ტიპის რეაქციებში ალდეჰიდები უფრო ადვილად შედიან, ვიდრე კეტონები.

ორი მოლეკულა აცეტალდეჰიდისაგან მიიღება აცეტალდოლი ანუ ალდოლი. (ალ-ი ალდეჰიდისაგან და ოლ-ი სპირტისაგანაა წარმომდგარო).



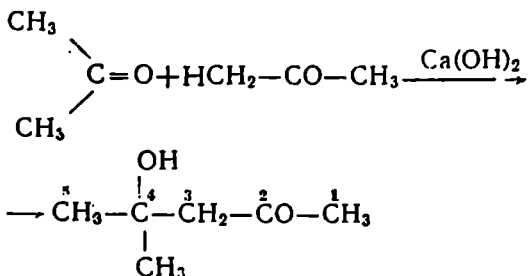
ალდოლის წარმოქმნის გამო ალდეჰიდების ამ ტიპის კონდენსაციას ეწოდება ალდოლური კონდენსაცია ანუ ალდოლური რეაქცია.

ალდოლი გახურებისას გამოყოფს წყალს და გარდაიქმნება უნაჭერ ალდეჰიდად. აცეტალდოლის შემთხვევაში მიიღება კროტონის ალდეჰიდი:



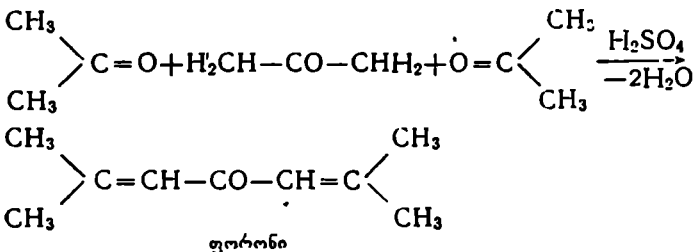
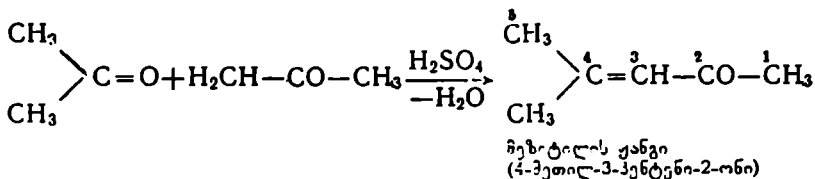
კროტონის ალდეჰიდი (2-ბუტენალი)

ნაჭერი ალდეჰიდებისაგან, ალდოლის გავლით, უნაჭერი ალდეჰიდების წარმოქმნის პროცესს ეწოდება კროტონის ტიპის კონდენსაცია. აცეტონი ალდოლური კონდენსაციით იძლევა დიაცეტონის სპირტს:



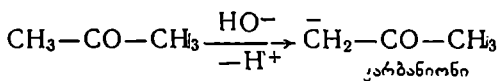
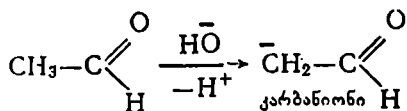
დიაცეტონსპირტი (4-ოქსი-4-მეთილ-2-პენტანონი)

კეტონები კონცენტრირებული გოგირდმეყავას გავლენით მოლეკულათა შორის წყლის გამოყოფით განიცდიან კონდენსაციას და მიიღებიან უნაჭერი კეტონები. მაგალითად, ორი მოლეკულა აცეტონი წარმოშობს მეზიტილის ყანგს, ხოლო სამი მოლეკულა—ფორონს:

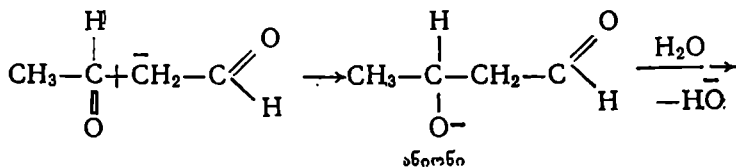


აღინიშნა, რომ ალდოლურ კონდენსაციას იწვევს, როგორც ფუძე, ისე მჟავა. ამ პროცესთა არსი შეიძლება აიხსნას რეაქციათა შემდეგი მექანიზმით:

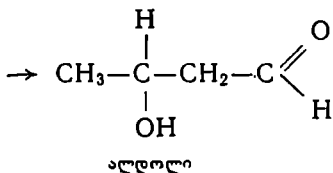
ა) ფუძით გამოწვეული კატალიზის დროს ჰიდროქსილ-იონი (HO) კარბონილნაერთის α-მდებარეობიდან მოწყვეტს პროტონს (H<sup>+</sup>) და მიიღება კარბანიონი:



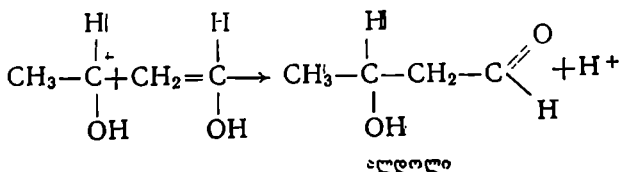
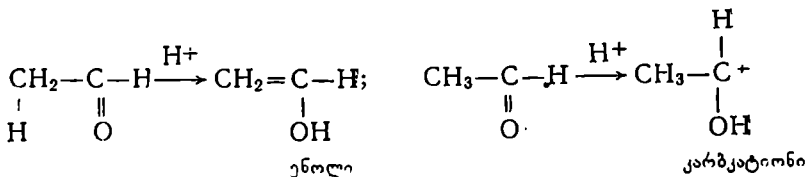
კარბანიონი დაეჯახება მეორე მოლეკულა კარბონილნაერთს და წარმოიქმნება ანიონი, უკანასკნელზე იმოქმედებს წყალი და მიიღება ალდოლი:



ანიონი

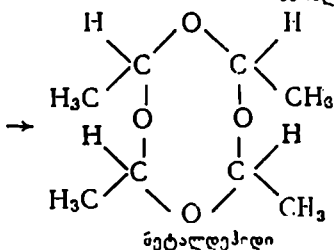
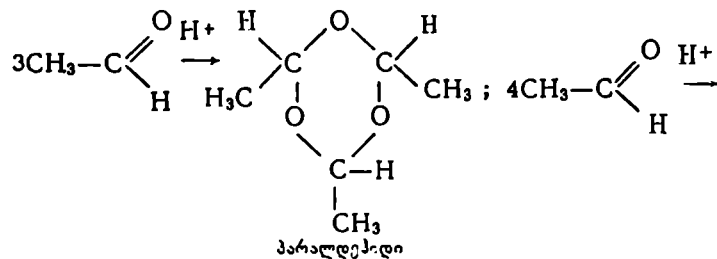


ბ) მჟავური კატალიზის დროს პროტონი (H) იწვევს ერთი მოლეკულა კარბონილნაერთის ენოლიზაციას და მეორე მოლეკულის გარდაქმნას კარბკატიონად. ენოლისა და კარბკატიონის დაჯახებით მიიღება ალდოლი:



კარბონილნაერთების კონდენსაციის რეაქციებს უაღრესად ღიბი გამოყენება აქეთ ორგანულ სინთეზში, ლაბორატორიული და სამრეწველო მსახურებით.

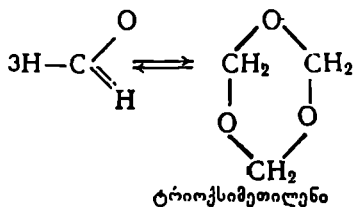
**პოლიმერიზაციის რეაქციები.** პოლიმერიზაციის რეაქციები დამახასიათებელია ალდეჰიდებისათვის, პროცესი მიმდინარეობს გოგირდმეჯავას ან ზოგიერთი სხვა მინერალური მეჯავას გავლენით. მაგალითად, აცეტალდეჰიდი გოგირდმეჯავას რამდენიმე წვეთის დამატებით გაცხელდება და მიიღება ჰეტეროციკლური ნაერთი პარალდეჰიდი (ტრიმერი), ხოლო იგივე კატალიზატორის თანაობით 0°-ზე ქვევით წარმოიქმნება მყარი ჰეტეროციკლური ნივთიერება, რომელსაც მეტალდეჰიდს (ტეტრამერი) ანუ „მყარ სპირტს“ უწოდებენ:



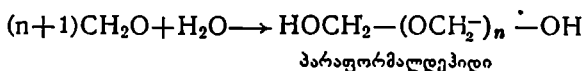
მეტალდეჰიდს „მყარ სპირტს“ იპიტომ უწოდებენ, რომ იგი მყარია და იწვის უმკვარტლოდ ისე, როგორც ეთილის სპირტი.

პარალდეჰიდი და მეტალდეჰიდი გოგირდმეჯავასთან გაცხელებით განიცდიან დეპოლიმერიზაციას და წარმოიქმნება აცეტალდეჰიდი.

ფორმალდეჰიდი თავისთავად განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება მყარი კრისტალური ნივთიერება ტრიოქსიმეთილენი, რომელიც გაცხელებით განიცდის დეპოლიმერიზაციას და მიიღება ფორმალდეჰიდი:



ფორმალდეჰიდის 40%-ან წყალხსნარს უწოდებენ ფორმალინს, რომელიც გარკვეული დროის შემდეგ თავისთავად გარდაიქმნება მაღალმოლეკულურ ხაზოვან, მყარ პეტეროჯაჭვურ პოლიმერად, რომელსაც პოლიოქსიმეთილენს ანუ პარაფორმალდეჰიდს უწოდებენ:

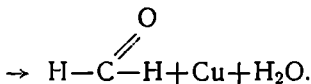


ქიმიურად სუფთა, მშრალი ფორმალდეჰიდი გარკვეულ პირობებში სამრეწველო მასშტაბით გადაყავთ მაღალი მოლეკულური მასის პოლიფორმალდეჰიდში, რომელიც წარმოადგენს ძვირფასი თვისებების მქონე პლასტიკურ მასას.

**ცალკეული წევრები.** კერძო წევრებიდან ყველაზე დიდ გამოყენებას პოულობს: ფორმალდეჰიდი, აცეტალდეჰიდი და აცეტონი.

**ა) ფორმალდეჰიდი.** ფორმალდეჰიდის 40%-ანი ხსნარი, რომელიც შეიცავს 5—8%-მდე მეთანოლს, სამრეწველო მასშტაბით მიიღება:

1. მეთანოლის კატალიზური დაქანგვით:  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CuO} \longrightarrow$

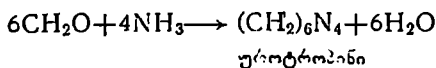


2. მეთანისა და მისი ზოგიერთი ჰომოლოგის ნაწილობრივი დაქანგვით (გვ. 96—97).

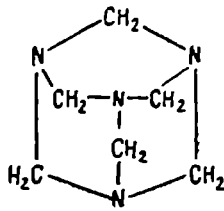
ფორმალდეჰიდი არის უფერო, დამახასიათებელი სუნის, წყალში კარგად ხსნადი გაზი. იგი საწამლაჲია და აღიზიანებს თვალისა და სასუნთქი ორგანოების ლორწოვან გარსს.

ფორმალდეჰიდი ნახშირწყალბადრადიკალის უქონლობის გამო ხასიათდება სპეციფიკური ქიმიური თვისებებით. ასე მაგალითად, მისთვის დამახასიათებელია კანიცაროს რეაქცია (გვ. 264).

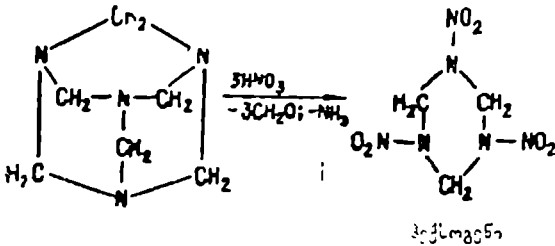
იგი ამიაკთან შეთბობით იძლევა ჰექსამეთილენტეტრაამინს — უროტროპინს, რომელიც აღნიშნული გზით პირველად მიიღო ა. მ. ბუტლეროვმა:



უროტროპინის აგებულება დამტკიცებულია სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით და გამოისახება შემდეგნაირად:



უროტროპინზე აზოტმყავას მოქმედებით მიიღება ძლიერი ფეთქებადი ნივთიერება-პექსოგენი:



დაწნეხილი უროტროპინი „მყარი სპირტის“ სახელწოდებით იხმარება უკვამლო საწვავის სახით. მისი დიდი რაოდენობა ხმარდება პლასტიკური მასების მიღებას. იხმარება უშუალოდ, მედიკამენტის სახით. უროტროპინისა და  $\text{CaCl}_2$ -გან ამზადებენ კალციქსს.

ფორმალდეჰიდი ფორმალინის სახით გამოყენებულია ანატომიური პრეპარატების კონსერვაციისათვის, თესლთა შეწამვლისათვის. მისგან ღებულობენ ფენოლფორმალდეჰიდურ ფისებს, ლაქებს, წებოებს, სინთეზურ ბოჭკოებს. გარდა ამისა, მისი დიდი რაოდენობა იხარჯება უროტროპინის მისაღებად.

ბ) აცეტალდეჰიდი. აცეტალდეჰიდი სამრეწველო გზით მიიღება აცეტილენიდან (კუჩეროვის რეაქცია), ეთანოლიდან (კატალიზური დეჰიდრირება) და ოქსირანიდან. იგი არის მკვეთრი, არასასიამოვნო სუნის, წყალში კარგად ხსნადი სითხე. მისი ჩასუნთქვა იწვევს სასუნთქი ორგანოების ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებასა და ხუთვას.

აცეტალდეჰიდი გამოიყენება პლასტმასების, ეთილის სპირტის, ძმარმყავას, ძმარმყავა ანჰიდრიდისა და მთელი რიგი სხვა ნივთიერებების მისაღებად.

ბ) აცეტონი (დიმეთილკეტონი). აცეტონი წარმოიქმნება წის მშრალად გამოხდის დროს. სამრეწველო გზით მას ღებულობენ ფენოლთან ერთად, ფენოლის კუმოლური მეთოდით მიღების დროს იზოპროპილის სპირტის კატალიზური დეჰიდრირებით. წინათ მისი მიღე-

ბის ძირითადი მეთოდი იყო კალციუმის აცეტატის პიროლიზი. მიღების ამ საშუალების გამო მას უწოდეს აცეტონი.

აცეტონი არის უფერო, ადვილმოდრავი, აქროლადი, დამახასიათებელი სუნის, წყალში, სპირტსა და ეთერში ნებისმიერი პროპორციით ხსნადი სითხე. მისგან, როგორც საწყისი ნივთიერებისაგან, ლებულბენ ორგანულ მინას, კეტენს (იხ. ქვემოთ) და სხვა მრავალრიცხოვან ორგანულ ნაერთს. იგი როგორც გამხსნელი გამოყენებულია ხელოვნური ბოჭკოს, უკვამლო ღენტის, ლაქსაღებარების მრეწველობაში და სხვა.

## თ ა ვ ი XVIII.

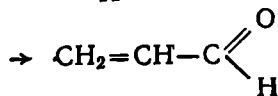
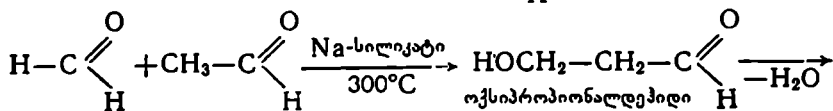
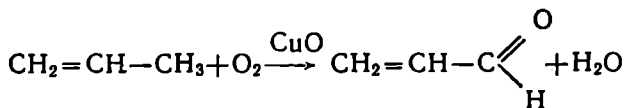
### უწყარი ალდეჰიდები და კეტონები. კატენები

#### 1. უწყარი ალდეჰიდები

უწყარი ალდეჰიდებიდან განვიხილავთ მხოლოდ ისეთ ეთილენურ ბმის ალდეჰიდებს, სადაც  $C=C$  და  $C=O$  ბმა შეუღლებულ მდგომარეობაში იმყოფებიან. ამ რიგის ალდეჰიდების უმარტივესი წარმო-

მადგენელია აკროლენი (პროპენალი)  $CH_2=CH-C \begin{matrix} O \\ // \\ H \end{matrix}$  იგი თავდა-

პირველად მიიღეს გლიცერინისა და  $KHSO_4$  ნარევის  $200^\circ C$ -მდე გაცხელებით. ამ დროს გლიცერინი განიცდის დეჰიდრატაციასა და გარდაიქმნება აკროლენად. იმის გამო, რომ აკროლენმა დიდი გამოყენება პოვა ორგანულ სინთეზში, დღეისათვის შემუშავებულია მისი სამრეწველო მიღების ორი ძირითადი მეთოდი. ერთი, პროპილენის ჰაერით კატალიზური დაჟანგვა  $350-400^\circ C$ -ზე და მეორე, ფორმალდეჰიდისა და აცეტალდეჰიდის კონდენსაცია ნატრიუმის სილიკატის თანაობით:

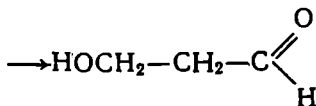
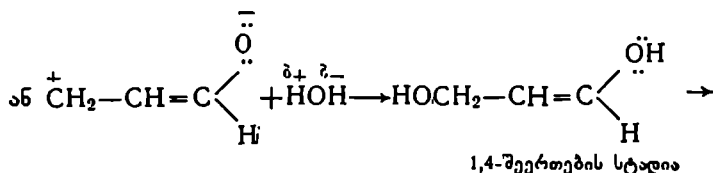
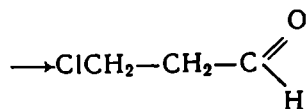
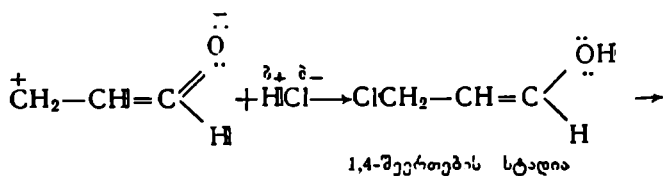
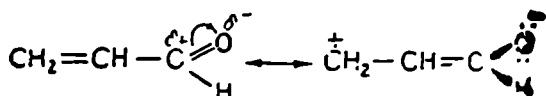




აკროლენი წარმოადგებს ძალიან მძაფრი სუხის უფერო სითხეს (დუღ. ტემპ. 52,5°C), საიდანაც წარმოშობილია მისი სახელწოდება (ლათ. acre — მძაფრი, oleum — ზეთი. იმიტომ, რომ იგი მიიღება გლიცერინისაგან). აკროლენი ლაკრიმატორია (ლათ. lacrima — ცრემლები). აკროლენი, როგორც ცრემლდენი (ლაკრიმატორი) და მომწამვლელი ნივთიერება, ფრანგებმა გამოიყენეს პირველ მსოფლიო ომში.

აკროლენი და, საერთოდ C=C და C=O ბმებიანი შეუღლებული ანუ α,β-უწყური კარბონილნაერთები, შედიან ოლეფინებისა და კარბონილის ჯგუფისათვის დამახასიათებელ ტიპურ რეაქციებში, მაგრამ ამასთან, მათ, როგორც α,β-უწყურ შეუღლებულ ნაერთებს, π-ელექტრონების დელოკალიზაციის გამო ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები. !

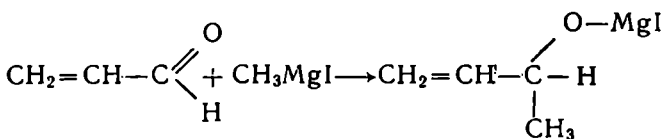
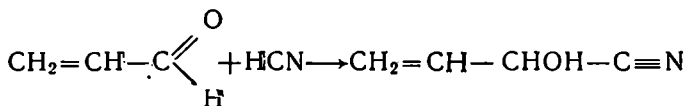
π-ელექტრონების დელოკალიზაციის გამო კარბონილის ჯგუფის ნახშირბადატომის დადებითი მუხტი გადადის β-ნახშირბადატომთან და მიმდინარეობს შეერთების რეაქციები 1,4-მიერთების სტადიის გავლით მარკოვნიკოვის წესის წინააღმდეგ:



ლი, ორი ორმაგბმინი ნაერთებისათვის დამახასიათებელი 1 და 4 ნახშირბადატომებთან შეერთების რეაქცია.

რიგი ქიმიური თვისებების მიხედვით, არსებობს გარკვეული ანალოგია  $C=C-C=O$  და  $C=C-C=C$  რიგის ნაერთებს შორის.

$\alpha, \beta$ -უნაჯერ აღდექიდებთან ციანწყალბადისა და მეტალორგანული ნაერთის შეერთება ძირითადად მიმდინარეობს კარბონილის ჯგუფთან:

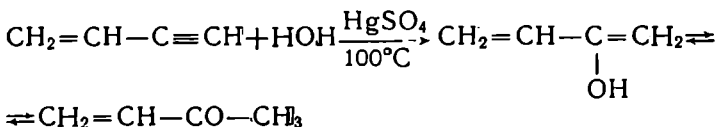


$\alpha, \beta$ -უნაჯერი აღდექიდების ჰომოლოგიური რიგის მეორე წევრია კროტონალდეჰიდი (2-ბუტენალი). მას ლებულობენ აცეტალდეჰიდის კროტონის ტიპის კონდენსაციით. იგი წარმოადგენს დამახასიათებელი მკვეთრი სუნის სითხეს (დულ. ტემპ.  $105^{\circ}C$ ).

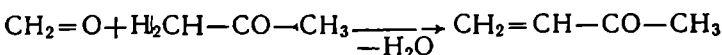
კროტონალდეჰიდის აღდგენით ლებულობენ ერბომჟავაალდეჰიდს, ბუტანოლს და სხვადასხვა ნივთიერებას.

## 2. უნაჯარი კეტონები

ამ რიგის უმარტივესი წარმომადგენელი მეთილვინილკეტონი  $CH_2=CH-CO-CH_3$  მიიღება ვინილაცეტილენის ჰიდრატაციით (კუჩეროვის რეაქცია):



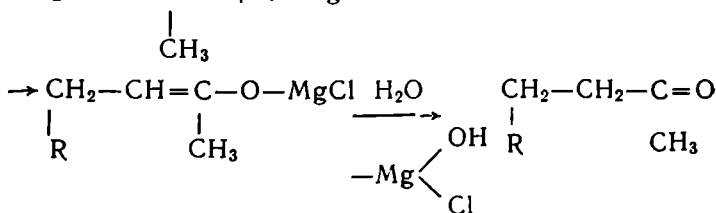
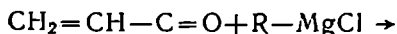
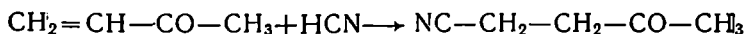
იგი მიიღება აგრეთვე ფორმალდეჰიდის აცეტონთან კონდენსაციით სუსტ ფუძე გარემოში:



მეთილვინილკეტონი არის სითხე (დულ. ტემპ.  $81^{\circ}C$ ), რომელსაც ახასიათებს ეთილენური ნახშირწყალბადებისა და კეტონების თვისებები.

$\alpha, \beta$ -უნაჯერ ალდეჰიდებსა და კეტონებს შორის საკმაოდ დიდი განსხვავება შედარდება მათზე HCN და მეტალორგანული ნაერთების მოქმედების დროს.

აღინიშნა, რომ  $\alpha, \beta$ -უნაჯერი ალდეჰიდები HCN და მეტალორგანულ ნაერთებთან ძირითადად რეაგირებენ კარბონილის ჯგუფის მონაწილეობით. ამისგან განსხვავებით, უნაჯერი კეტონები ციანწყალბადთან და მეტალორგანულ ნაერთებთან ძირითადად რეაგირებენ ეთილენური ბმის მიხედვით:



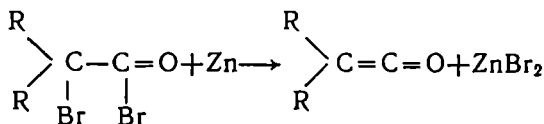
მეთილენილკეტონი პოლიმერიზაციით გარდაიქმნება გამჭვირვალე მინისებრ მასად და გამოყენებულია, როგორც პლასტმასა.

გარდა აღნიშნულისა, უნაჯერ კეტონებს მიეკუთვნებიან: მეზიტილის ქანგი, ფორონი და სხვა (გვ. 267).

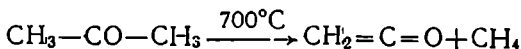
### 8. კ ე ტ ე ნ ე ბ ი

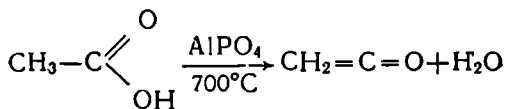
კეტენები წარმოადგენენ ისეთ ნაერთებს, რომლებშიაც ეთილენური (C=C) და კარბონილური (C=O) ბმა კუმულირებულია:

$\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$ . ამ რიგის ნაერთები პირველად მიიღო 1905 წ. შტაუდინგერმა,  $\alpha$ -ბრომაცილბრომიდზე თუთიის მოქმედებით:



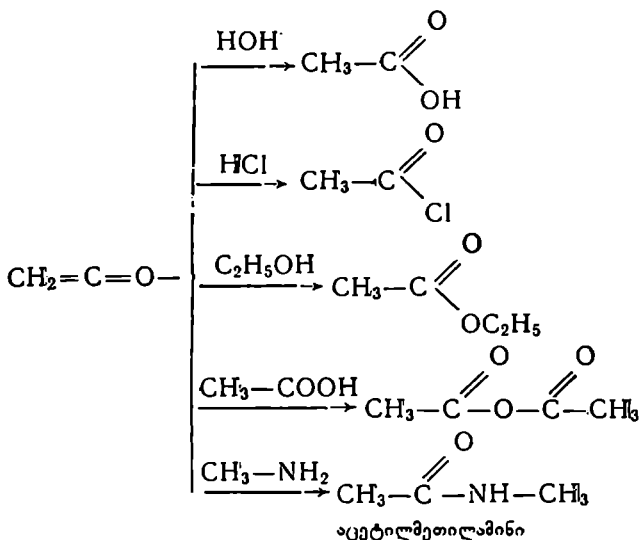
უმარტივესი წარმომადგენელი — კეტენი  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$  სამრეწველო მასშტაბით მიიღება აკეტონის პიროლიზით და ძმარმჟავას დეჰიდრატაციით:





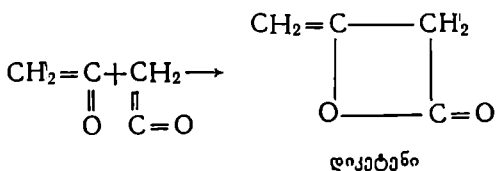
წყალი რეაქციას ადვილად აბრუნებს და ამიტომ იგი გამოყოფის-  
თანავე გამოყავთ რეაქციის სფეროდან.

კეტენი არის დამახასიათებელი მძაფრი სუნის შომწამვლელი გაზი  
(დულ. ტემპ.  $56^\circ\text{C}$ ). იგი წარმოადგენს მთელი რიგი ორგანული ნაერ-  
თების საუკეთესო მაცილირებელ საშუალებას:



კეტენით აცილირებისას მიმდინარეობს მხოლოდ შეერთების რე-  
აქციები და ადგილი არა აქვს თანამდე პროდუქტების გამოყოფას,  
რის გამოც იგი ფართოდაა გამოყენებული, როგორც მაცილირებელი  
რეაგენტი.

კეტენი თავისთავად ძალიან ადვილად გადადის დიმერში, რომელიც  
ცნობილია დიკეტენის სახელწოდებით:



დიკეტენი წარმოდგენს აცეტოქმარმეავას β-ლაქტონს.

დიკეტენი გახურებით გადადის კეტენში. დიკეტენი ხასიათდება რეაქციის დიდი უნარიანობითა და გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში.

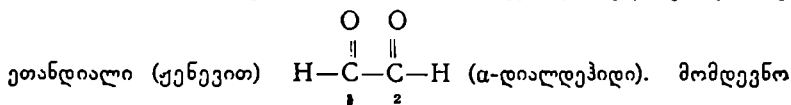
### თ ა ზ ი XIX.

#### დიალდეჰიდები და დიკეტონები

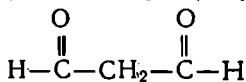
დიალდეჰიდები და დიკეტონები შეიცავენ ორ კარბონილის ჯგუფს. იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობა უჭირავთ კარბონილის ჯგუფებს ერთმანეთის მიმართ მოლეკულაში, არჩევენ α, β, γ და ა. შ. დიალდეჰიდებსა და დიკეტონებს. ხშირად α-დიკარბონილ, β-დიკარბონილ და γ-დიკარბონილ ნაერთებს უწოდებენ შესაბამისად 1,2, 1,3 და 1,4-დიკარბონილ ნაერთებს.

#### 1. დიალდეჰიდები

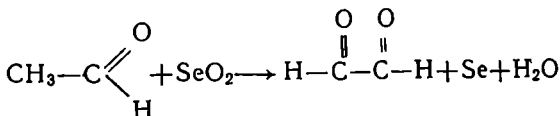
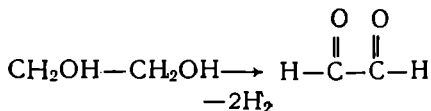
დიალდეჰიდების უმარტივესი წარმომადგენელია გლიოქსალი ანუ



წევრია მალონდიალდეჰიდი ანუ პროპანდიალი (β-დიალდეჰიდი)

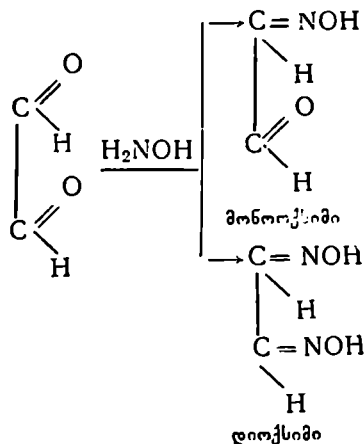
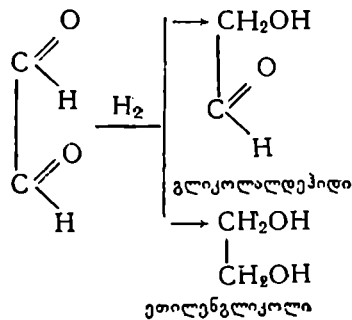
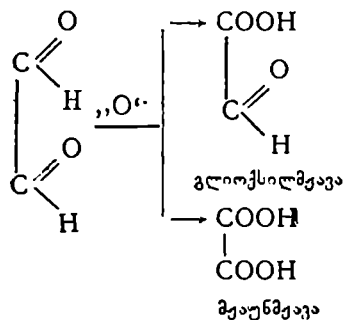


გლიოქსალი მიიღება ეთილენგლიკოლის კატალიზური დეჰიდრირებითა და აცეტალდეჰიდის დაჟანგვით (დამჟანგავად იყენებენ სელენის ორჟანგს):

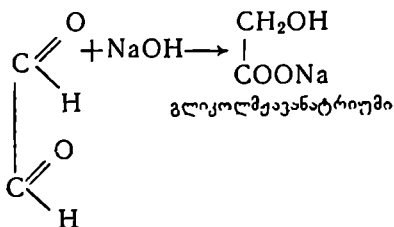


გლიოქსალი ყვითელი ფერის სითხეა (დუღ. ტემპ. 50°C), რომელიც გაზურ ფაზაში ღებულობს შუვანე ფერს. α-დიკარბონილნაერთების დიდი ნაწილი შეფერილი არიან ყვითლად, რაც განპირობებულია ორი ქრომოფორული ჯგუფის შეუღლებით.

$\alpha$ -დიკარბონილნაერთები და განსაკუთრებით, გლიოქსალი იჩენს რეაქციის დიდ უნარიანობას. მაგალითად, გლიოქსალი ადვილად გვაძლევს დაჟანგვის, აღდგენის, შეერთების, ჩანაცვლებისა და სხვა პროდუქტებს. თანაც რეაქციაში შეიძლება შევიდეს, ერთი ან ორივე კარბონილის ჯგუფი:



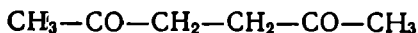
გლიოქსალისა და ტუტის ურთიერთმოქმედების დროს ადგილი აქვს კანიცაროს შიგამოლეკულურ რეაქციას (გლიოქსალის ერთი ალდეჰიდის ჯგუფი აღდგება და მეორე იჟანგება):



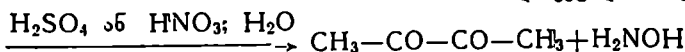
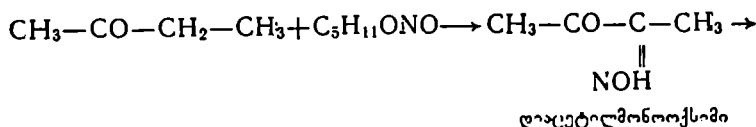
## 2. დიკეტონები

$\alpha$ -დიკეტონების პირველი წევრია დიაცეტილი ანუ 2,3-ბუტადიონი  $\text{CH}_3\text{—CO—CO—CH}_3$  (დიაცეტილი ეწოდება იმიტომ, რომ

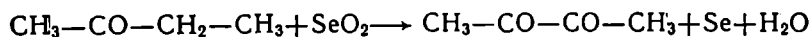
$\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$  უწოდებენ აცეტილს).  $\beta$ -დიკეტონების უპარტივესი წარმომადგენელია აცეტილაცეტონი ანუ 2,4-პენტადიონი  $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_2\text{—CO—CH}_3$   $\gamma$ -დიკეტონია აცეტონილაცეტონი ანუ 2,5-ჰექსადიონი.



დიაცეტილი მიიღება მეთილეთილკეტონზე აზოტოვანჰეავამილის რთული ეთერის მოქმედებით. ჯერ წარმოიქმნება დიაცეტილის მონოოქსიმი, რომელიც განზავებულ გოვირდის ან აზოტჰეავასთან გაცხელებით გადადის დიაცეტილში:

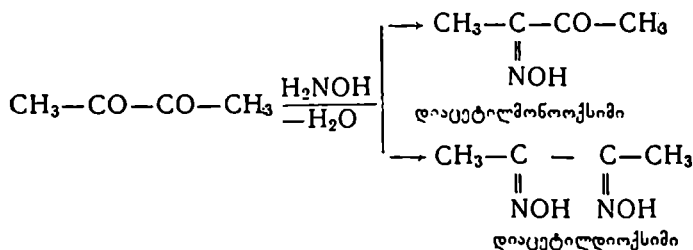


გარდა ამისა, დიაცეტილს ლებულობენ მეთილეთილკეტონის დაჟანგვით, დამჟანგავად იყენებენ სელენის დიოქსიდს:



დიაცეტილი არის ყვითელი ფერის, დამახასიათებელი სუნის სითხე (დულ. ტემპ.  $88^\circ\text{C}$ ).

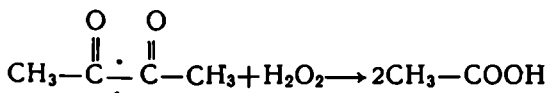
დიაცეტილს ახასიათებს კეტონების ქიმიური თვისებები, თანაც რეაქციაში შეიძლება შევიდეს ერთი ან ორივე კეტონის ჯგუფი:



დიაცეტილდიოქსიმი ნიკელის მარილებთან იძლევა წყალში უხსნად, ყოლო წითელი ფერის ნალექს. ეს რეაქცია აღმოჩენილია. ლ. ა.

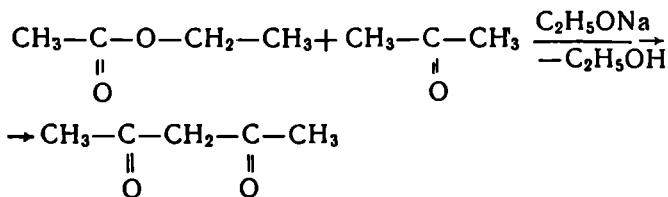
ჩუგაევის მიერ და გამოყენებულია ნიკელის თვისებრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

დიაცეტილზე წყალბადის ზეუანგის მოქმედებით კეტონის ჯგუფებს შორის წყდება C—C ბმა და მიიღება ძმარმჟავა:



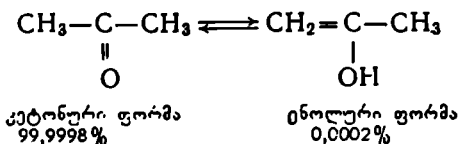
დიაცეტილის ძალიან მცირე ოდენობას ურევენ სხვა ნივთიერებებთან და ღებულობენ ისეთ კომპოზიციურ ნარევეს, რომელსაც ახასიათებს კარაქის სუნი. ასეთი ნარევი გამოყენებულია მარგარინისა და სხვა წარმოებაში.

აცეტილაცეტონი მიიღება ძმარმჟავაეთილის ეთერის აცეტონთან კონდენსაციით ალკოჰოლატის თანაობით (კლაიზენის რეაქცია):



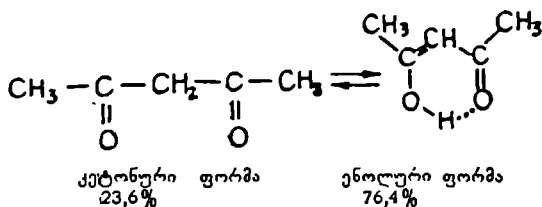
აცეტილაცეტონი არის სასიამოვნო სუნის სითხე (დულ. ტემპ. 137°C).

1,3-დიკარბონილ ნაერთებს კეტონების მსგავსად ახასიათებთ კეტონოლური ტაუტომერია, კეტონების შემთხვევაში დიდად ჰარბობს კეტონური ფორმა. მაგალითად, აცეტონში კეტონურ ფორმასა და ენოლურ ფორმას შორის წონასწორობა მყარდება თითქმის შთლიანად კეტონისაკენ გადაწეულ მდგომარეობაში:



1,3-დიკარბონილ ნაერთების ენოლურ ფორმაში წყალბადური ბმის წარმოქმნის გამო ენოლური ფორმა ჰარბობს კეტონურს. მაგალითად, აცეტილაცეტონი უპირატესად იმყოფება ენოლური ფორმის სახით:





ენოლური ფორმა შეიძლება გამოიყოს კეტონურისაგან. 1,3-დი-კარბონილ ნაერთები მძიმე მეტალების (რკინა, სპილენძი და სხვა) მარილებთან იძლევიან კომპლექსს ნაერთებს, რომლებიც იხდებიან დაუშლელად.

## თ ა ვ ი X X.

### კარბონმჟავები

#### 1. ერთფუძიანი ნაჯერი მჟავები

კარბონმჟავები არიან ისეთი ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც

მოლეკულაში შეიცავენ კარბოქსილის ჯგუფს  $-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} \text{ანუ} -\text{COOH}$

ორგანული მჟავებისათვის დამახასიათებელი ფუნქციონალური ჯგუფის ( $-\text{COOH}$ ) სახელწოდება კარბოქსილი შემოღებულია ბაიერის შიერ (სიტყვების—კარბონილი და ჰიდროქსილი—შერწყმით). იმისდა მიხედვით, თუ მჟავა რამდენ კარბოქსილის ჯგუფს შეიცავს, არჩევენ ერთ-, ორ- და მრავალფუძიან მჟავებს.

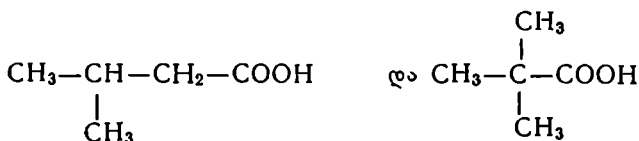
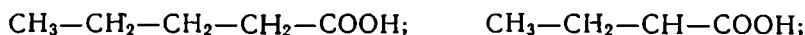
ერთფუძიანი ნაჯერი კარბონმჟავა, ყველა, გარდა პირველი წევრისა, შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ალკანები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია კარბოქსილის ჯგუფით  $-\text{C}_n\text{H}_{n-1}\text{COOH}$ . პირველი წევრის (ჰიანჰველმჟავა) ფორმულა არ თავსდება ზოგადი ფორმულის ჩარჩოებში. იგი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც კარბოქსილის ჯგუფი, რომელიც დაკავშირებულია წყალბადატომთან:  $\text{H}-\text{COOH}$  დანარჩენი მჟავების ფორმულების გამოყვანას აწარმოებენ ზოგადი ფორმულიდან.

იზომერია და ნომენკლატურა. პირველ სამ წევრს ( $\text{H}-\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3-\text{COOH}$  და  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ) იზომერი არა აქვს. იზომერია

იწყება მეოთხე წევრიდან და აქვს ორი იზომერი  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$  და  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ .

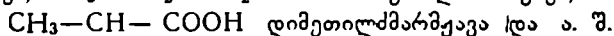


იზომერთა რაოდენობა იზრდება ნახშირბადატომების რიცხვის ზრდასთან ერთად. მაგალითად,  $\text{C}_4\text{H}_9-\text{COOH}$  აქვს ოთხი იზომერი:



მეავეებს სახელწოდებას აძლევენ ტრივიალური, რაციონალური და სისტემატური ნომენკლატურით. ტრივიალურ ნომენკლატურას საფუძვლად უდევს იმ წყაროების სახელწოდება, საიდანაც პირველად მიიღეს მათა. მაგალითად,  $\text{H}-\text{COOH}$  ჰიანჰველას შეაუა (ჰიანჰველმეა-ვა) უწოდეს იმის გამო, რომ იგი გამოყოფილ იქნა ჰიანჰველას სხეულის სითხიდან.  $\text{CH}_3-\text{COOH}$  ძმარმეაუა, თავდაპირველად მიიღეს ძმრის გამოხდით.

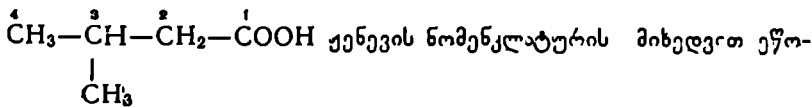
რაციონალური ნომენკლატურით მეავეებს იხილავენ ისე, როგორც ძმარმეაუას, სადაც მეთილის წყალბადატომი ან წყალბადატომები შეცვლილია ნახშირწყალბადრადიკალით:  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$  მეთილ-ძმარმეაუა,  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  ეთილძმარმეაუა,



სისტემატური ნომენკლატურით მეავეების სახელწოდება იწარმოება ნახშირწყალბადის სახელწოდებიდან. ნახშირწყალბადის სახელწოდების ბოლო ასო ი უნდა შეეცვალოთ სიტყვით—მეაუა. მაგალითად, ჰიანჰველამეაუას ეწოდება მეთანმეაუა, ძმარმეაუას ეთანმეაუა და ა. შ.

ენევის ნომენკლატურით მეთანმეაუას სხვაგვარად ეწოდება წყალბადკარბონმეაუა, ძმარმეაუას მეთანკარბონმეაუა და ა. შ.

როცა მეაუას ნახშირბადატომების ჩონჩხი განტოტვილია, მაშინ გრძელ ჯაჭვში მყოფი ნახშირბადატომები უნდა დავნომროთ კარბოქსილის ჯგუფიდან და ამის მიხედვით მივცეთ სახელწოდება. მაგალითად, მეაუას აგებულებით:



3-მეთილბუტანმეა ანუ მეთილპროპანკარბონმეა. უფრო ხშირად სიმარტივის (მოხდენილობის) გამო იხმარება ტრივალური სახელწოდება.

ზოგიერთი ერთფუძიანი მეავას სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურით მოცემულია 32-ცხრილში.

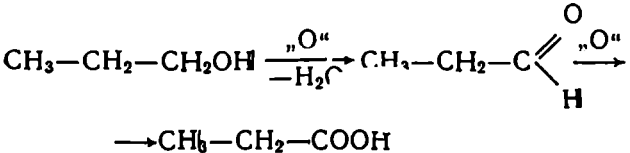
ცხრილი 32

ზოგიერთი ერთფუძიანი მეავას სახელწოდება სხვადასხვა ნომენკლატურით

ფორმულა	ტრივალური	რაციონალური	სისტემატური
H-COOH	კიანუვლეჟეა	—	მეთანმეა
CH <sub>3</sub> -COOH	კმარმეა	კმარმეა	ეთანმეა
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	პროპიონმეა	მეთილკმარმეა	პროპანმეა
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	ერბომეა	ეთ-ლკმარმეა	ბუტანმეა
CH <sub>3</sub> -CH-COOH   CH <sub>3</sub>	იზოერბომეა	დიმითილ- კმარმეა	მეთილპროპანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH	ვალერიანმეა	პროპანკმარ- მეა	პენტანმეა
CH <sub>3</sub> -CH-COOH   CH <sub>3</sub>	იზოვალერიან- მეა	იზოპროპილ- კმარმეა	3-მეთილბუტან- მეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	კარონმეა	ბუტ-ლკმარმეა	ჰექსანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -COOH	ჰენანტმეა	ამ-ლკმარმეა	ჰექსანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -COOH	კაპროლმეა	—	ოქტანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH	პელარგონმეა	—	ნონანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> -COOH	კაპრინმეა	—	დეკანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH	კალმეტრინმეა	—	ჰექსადეკანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> -COOH	მარგარინმეა	—	ჰექტადეკანმეა
CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH	სტეარინმეა	—	ოქტადეკანმეა

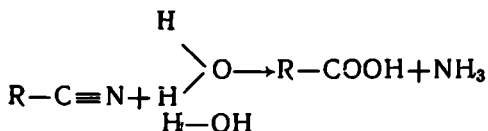
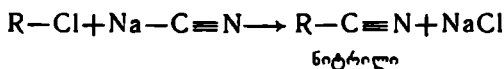
მიღების საშუალებანი. 1. ერთფუძიანი მეაეები მიიღებიან მრავალი სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების დაჟანგვით.

პირველადი სპირტები და ალდეჰიდები დამეანგავის გავლენით გარდაიქმნებიან მეაეებად ნახშირბადატომთა ჩონჩხის შეუცვლელად:

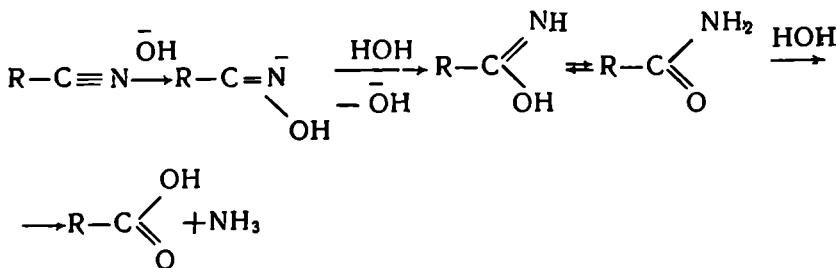
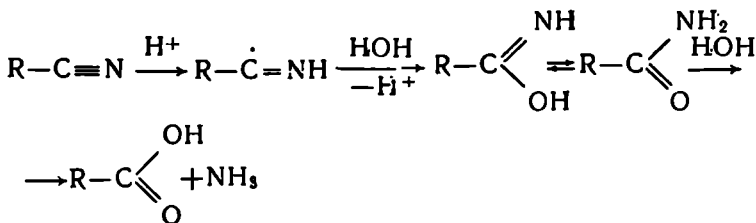


2. პარაფინული (ალკანები) ნახშირწყალბადების დაქანგვით მიიღება სხვადასხვა მოლეკულური მასის მქავე ნახშირბადოვანი ჯაჭვის გახლეჩით (გვ. 96—97).

3. მქავებს ლებულბენ ნიტრილებს ჰიდროლიზით. თვით ნიტრილები ადვილად შეიძლება მივიღოთ ჰალოგენალკილზე ციანწყალბად-მქავე მარილების მოქმედებით:



ნიტრილების ჰიდროლიზს ახორციელებენ მქავე ან ფუძე გარემოში. მქავეური კატალიზის შემთხვევაში რქაქციას აღძრავს პროტონი ( $H^+$ ), ხოლო ფუძე კატალიზისას — ჰიდროქსილ-იონი ( $HO^-$ ):

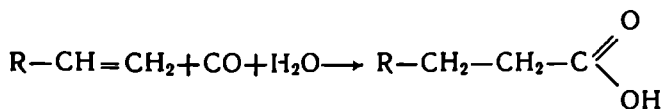


4. გრინიარის რქაქტივზე ნახშირბადის დიოქსიდის მოქმედებით ხდება კარბოქსილირება. კარბოქსილირებულ პროდუქტს ამუშავებენ შემქავებული წყლით და იმიღება კარბონმქავეს.

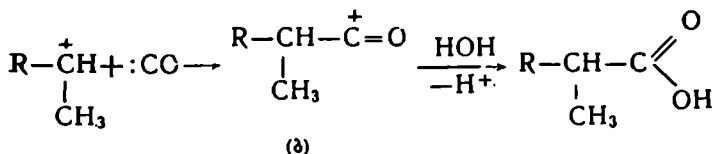
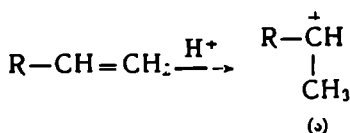


5. ოლეფინებზე ნახშირბადის ოქსიდის მოქმედებით (კარბონილი-

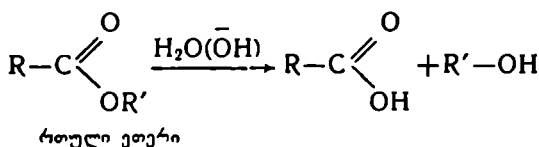
რება) კატალიზატორების ( $H_3PO_4$ ;  $BF_3$ ;  $Ni(CO)_4$  და სხვა) თანაობით მიიღებიან შედეგები (რეპეს სინთეზი):



რეაქციის მექანიზმი პროტონმეავს თანაობით ასეთია: პროტონი ოლეფინთან წარმოქმნის კარბკატიონს (ა), რომელიც ნახშირბადის ოქსიდთან იძლევა კარბონილირებულ კარბკატიონს (ბ). უკანასკნელი წყალთან ერთიერთმოქმედებით წარმოქმნის მეავს:



6. შედეგები მიიღებიან რთული ეთერების ჰიდროლიზით:



7. ერთფუძიანი მეავების სინთეზს ახდენენ მალონმეავასა და აკრეთვე აცეტმარმეავას ეთერიდან.

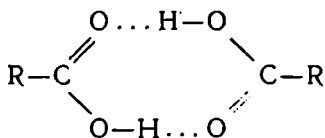
**ფიზიკური თვისებები.** ერთფუძიანი ნაჯერი მეავების (ცხიმმეავების) პირველი სამი წევრი არის ადვილმოძრავი, დამახასიათებელი მძაფრი სუნის სითხე, რომლებიც ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში, მე-4 წევრიდან მე-9 წევრამდე არიან ზეთისებური ცუდი სუნის (ოფლის) სითხეები, რომლებიც ნ-ერბომეავას გარდა ცუდად იხსნებიან წყალში (ნ-ერბომეავა ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში). მეავები მე-10 წევრიდან ზევით წარმოადგენენ წყალში უხსნად მყარ ნივთიერებებს. ეს აიხსნება იმით, რომ ალკილის სიდიდის მატებასთან ერთად მატულობს მისი (ალკილის) ჰიდროფობური თვისება და აჭარბებს კარბოქსილის ჰიდროფილურ თვისებას. ჰიანჰველამეავასა და ძმარმეავას სიმკვრივე ერთზე მეტია, დანარჩენი მეავე-

ბის — ერთზე ნაკლებია. დუღილის ტემპერატურის მხრივ აქ ვხვდებით იგივე კანონზომიერებას, რაც სხვა ნაერთების ჰომოლოგიური რიგშია. ლობის ტემპერატურა უფრო მეტი აქვს ლუწი ნახშირბადატომის შემცველ მჟავას, ვიდრე მის მეზობლად მდგომ კენტი ნახშირბადატომის შემცველ მჟავას. მაგალითად, კაპრილმჟავა  $\text{CH}_3\text{—}(\text{CH}_2)_6\text{—COOH}$  ლღვება  $+16,5^\circ\text{C}$ -ზე, ხოლო მის მეზობლად მდგომი ენანტმჟავა და პელარგონმჟავა შესაბამისად ლღვება  $-10,5^\circ\text{C}$  და  $+12,5^\circ\text{C}$ -ზე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ლუწი ნახშირბადატომის შემცველ მჟავაში მეთილისა და კარბოქსილის ჯგუფი მოლეკულის ღერძის მიმართ დგანან სხვადასხვა მხარეზე, ხოლო კენტი ნახშირბადატომის შემცველ მჟავებში — ერთ მხარეზე.

მჟავების დუღილის ტემპერატურა გაცილებით მეტია, ვიდრე შესაბამისი სპირტების. მაგალითად, ძმარმჟავა დუღს  $118,1^\circ\text{C}$ -ზე და ეთილის სპირტი კი  $78,3^\circ\text{C}$ -ზე. ეს აიხსნება, იმით, რომ მჟავები  $\text{O—H}$

ბმის შედარებითი დიდი პოლარობის ( $\overset{\ominus}{\text{O}}\text{—}\overset{\oplus}{\text{H}}$ ) გამო მოლეკულათა შორის წარმოქმნიან უფრო მტკიცე წყალბადურ ბმას, ვიდრე ეს სპირტებშია.

მჟავები მყარ და თხევად მდგომარეობაში იმყოფებიან ციკლური დიმერების სახით:



ასეთ მდგომარეობას ისინი ნაწილობრივ ინარჩუნებენ ნახშირწყალბადთა განზავებულ ხსნარებსა და გაზურ ფაზაშიც კი.

მჟავებში წყალბადური ბმის არსებობა მკვეთრ გამოსახულებას პოულობს ინფრაწითელ სპექტრში. ეთანოლის ინფრაწითელ სპექტრში არის შთანთქმის ორი ზოლი. ერთი, რომელიც შეესაბამება არაასოცირებულ  $\text{O—H}$  ( $3640 \text{ სმ}^{-1}$  უბანში) და მეორე, ასოცირებულ  $\text{O—H}$  ( $3350 \text{ სმ}^{-1}$  უბანში). ძმარმჟავას სპექტრში არ შეიმჩნევა არაასოცირებული  $\text{O—H}$  შთანთქმის ზოლი. მაგრამ მსგავსად ეთანოლისა, აქაც არის ინტენსიური შთანთქმის ფართო ზოლი, რომელიც შეესაბამება არაასოცირებულ  $\text{O—H}$  ჯგუფს ( $1740 \text{ სმ}^{-1}$  უბანში). ამასთან, შთანთქმის ზოლი  $3000 \text{ სმ}^{-1}$  უბანში მნიშვნელოვნად გადაწეულია ეთანოლის შთანთქმის შესაბამის ზოლთან შედარებით, რაც გამოჩნატავს წყალბადური ბმის შედარებით დიდ სიმტკიცეს ძმარმჟავაში.

შთანთქმის ზოლი, რომელიც დამახასიათებელია ძმარმჟავას კარბოქსილის ჯგუფისათვის ( $1740 \text{ სმ}^{-1}$ ), გაფართოებულია, მაგრამ არსე-

ბითად არ არის გადაწეული აცეტალდეჰიდის შთანთქმის ზოლთან შედარებით.

ერთფუძიანი ნაჭერი მჟავების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები მოცემულია 33-ე ცხრილში.

ცხრილი 33

ერთფუძიანი ნაჭერი მჟავების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები

ფორმულა	სახელწოდება	ლუწ. ტემპ. °C	ლუწ. ტემპ. °C	სიმკვრივე $d_4^{20}$
H—COOH	ჰიანჰველმჟავა	100,7	+8,4	1,220
CH <sub>3</sub> —COOH	მმარმჟავა	118,1	+16,6	1,049
CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —COOH	პროპანმჟავა	141,1	-22,0	0,992
CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —COOH	ერბომჟავა	163	-7,9	0,964
CH <sub>3</sub> —CH—COOH	იზოერბომჟავა	154,4	-47,0	0,950
$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	ვალერანმჟავა	187,0	-34,5	0,939
$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	იზოვალერიანმჟავა	176,7	-37,6	0,933
$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH} \end{array}$	კპრონმჟავა	205	-3,9	0,922
	ენანტმჟავა	223,5	-7,5	0,915
	კპრილმჟავა	237,5	+16,3	0,910
	ჰელარგონმჟავა	254	+12,0	0,9055
	კპრინმჟავა	268,4	+31,5	0,8658 (40°C)
	პალპიტინმჟავა	271	+64,0	0,841 (80°C)
CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> —COOH	მარგარიჩმჟავა	(100 მგ დროს) 277	+60,6	0,848 (70°C)
CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> —COOH	სტეარინმჟავა	(100 მგ დროს) 287	+69,4	0,839 (80°C)

ქიმიური თვისებები. ორგანული მჟავების ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია კარბოქსილის ჯგუფით—COOH. ამიტომ მეცნიერთა დიდი დაინტერესება გამოიწვია კარბოქსილის ჯგუფის აგებულების დადგენამ. კარბოქსილის ჯგუფი მოიცავს კარბონილისა

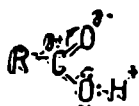
და ჰიდროქსილის ჯგუფს— $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$  უნდა გვახსოვდეს, რომ ჩვენ აქ საქმე

მე გვაქვს კარბონილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფების არაუბრალლო მექანიკურ თავმოყრასთან, არამედ მათ ძლიერ ურთიერთგაეგნასთან,

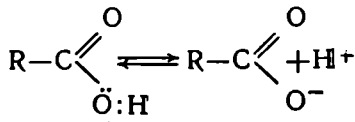
რომლითაც ძირითადად განპირობებულია კარბოქსილის მჟავური ბუნება.

კარბოქსილის მჟავური ბუნების განპირობებაში გარკვეული წვლილი შეაქვს აგრეთვე მეზომერულ და ინდუქციურ ეფექტს.

კარბოქსილის ჭგუფის მჟავური ბუნება ნაწილობრივ გამოწვეულია კარბონილის პოლარობით. კარბონილის ჭგუფი აძლიერებს O—H ბმის პოლარიზაციას და ზღვრულ ფაზაში ელექტრონული წყვილი მთლიანად გადადის ჟანგბადატომზე, რაც იწვევს O—H ბმის იონურად გარდაქმნას:



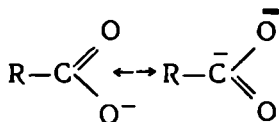
ასეთი მოლეკულა დისოცირდება კარბოქსილატ და წყალბად იონად:



კარბოქსილატ-იონში ელექტრონების გადაადგილება გამოისახება შემდეგი ფორმით:

$R-\overset{\ominus}{C}(=O)-$  როცა ელექტრონების გადაადგილება (ნაჩვენები მოლუ-

ნული ისრების მიმართულებით) დასრულდება, მაშინ კარბონილისა და ჰიდროქსილის ჟანგბადატომებთან ელექტრონების გადაადგილება მოხდება საპირისპირო მიმართულებით:

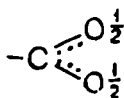


ამის გამო კარბოქსილატ იონში ორივე ჟანგბადატომი ტოლფასიანია. მოცემულ შემთხვევაში საქმე გვაქვს მეზომერულ ანუ რეზონანსულ ეფექტთან.

რომპრივი ისარი ( $\longleftrightarrow$ ) არის სიმბოლო, რომლითაც აღნიშნავენ მუხტების თანაბარ განაწილებასა და იმას, რომ მოლეკულის ჰემიპარი-



ტი ფორმა დევს ორ კიდურა (განაპირა) ფორმულებს შორის, რომელ-  
შიაც C და O შორის ბმა არც მარტივია და არც ორმაგი. იგი შეიძლე-  
ბა გამოისახოს წილადებში:



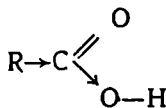
ორგანული მჟავები მინერალურ მჟავებთან (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> და სხვა) შედარებით სუსტია, მაგრამ ისინი გაცილებით უფრო ძლი-  
ერი მჟავური ბუნებით ხასიათდებიან, ვიდრე სპირტები და წყალი.

ორგანული მჟავების სიძლიერე (დისოციაციის ხარისხი) დამოკი-  
დებულებაში იმყოფება იმ ნახშირწყალბადრადიკალთან, რომელიც  
დაკავშირებულია კარბოქსილის ჯგუფთან. რადიკალის გადიდება ამ-  
ცირებს მჟავას დისოციაციის ხარისხს. ე. ი. მჟავა უფრო სუსტი ხდება.  
მაგალითად, ძმარმჟავას დისოციაციის ხარისხი  $K = 1,76 \cdot 10^{-5}$ , ვალე-  
რიანმჟავას  $K = 1,50 \cdot 10^{-5}$ . ერთფუძიანი ნაჭერი მჟავებიდან (ცხიმ-  
მჟავებიდან) ყველაზე უფრო ძლიერია ჰიანჰველამჟავა ( $K = 2,14 \cdot 10^{-4}$ ).

თუ მჟავას σ-წყალბადატომს ან ატომებს შევცვლით ელექტრო-  
ფილური ჩამნაცვლებლებით, მაშინ მჟავას დისოციაციის ხარისხი  
დიდება. მაგალითად, ტრიფტორძმარმჟავა CF<sub>3</sub>-COOH მჟავური სი-  
ძლიერით უტოლდება მარილმჟავას.

მჟავას დისოციაციის ხარისხის შემცირება გამოწვეულია დადები-  
თი ინდუქციური (+I) ეფექტით, ხოლო გადიდება უარყოფითი ინ-  
დუქციური (-I) ეფექტით.

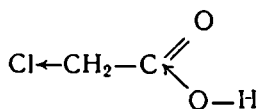
ალკილებს ახასიათებთ დადებითი ინდუქციური ეფექტი, ამი-  
ტომ კარბოქსილში ელექტრონები გადაიწეეს ჰიდროქსილის ჟანგბა-  
დისაქენ და O-H ბმა უფრო ძლიერი გახდება (ჟანგბადი უფრო მე-  
ტად მიიზიდავს წყალბადატომს), ე. ი. შემცირდება მჟავას დისოცი-  
აციის ხარისხი (მჟავა უფრო სუსტი იქნება)



ბუნებრივია, რაც უფრო დიდი მოცულობის იქნება ნახშირბა-  
დრადიკალი, მით უფრო მეტი იქნება მისი +I და ნაკლები იქნება მჟა-  
ვას დისოციაციის ხარისხი.

პირიქით, როცა მჟავას α-მდებარეობის წყალბადატომი შევცვლი-  
თ ელექტროფილური ატომით ან ატომთა ჯგუფით, მაშინ ელექ-  
ტრონები კარბოქსილის ჰიდროქსილის ჟანგბადატომიდან გადაიწეეს

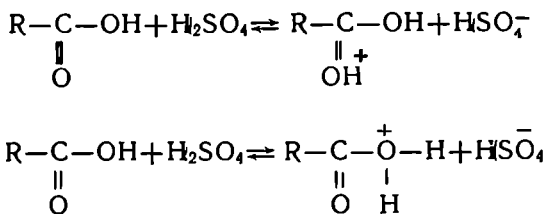
ელექტროფილური ფრაგმენტისაკენ ნახშირბადატომების გავლით, O—H ბმა სუსტი გახდება და ადვილად მოწყდება პროტონი. ე. ი. გადიდება მჟავას დისოციაციის ხარისხი (მჟავა უფრო ძლიერი გახდება):



ცხადია,  $\alpha$ -მდებარეობაში, რაც უფრო მეტი ელექტროფილური ჩანაცვლებელი იქნება, ელექტრონები მით უფრო მეტად გადაიწევენ ელექტროაქცეპტორული (ელექტროფილურ) ჩანაცვლებულისაკენ. ამ დროს კიდევ უფრო სუსტდება O—H ბმა, მჟავას დისოციაციის ხარისხი კი იზრდება.

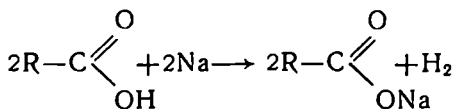
ინდექციური ეფექტი თანდათან სუსტდება (კლებულობს) კარბოქსილისა და ელექტროფილურ ჩანაცვლებულს შორის მანძილის გადიდების კვალობაზე. მაგალითად,  $\alpha$ ,  $\beta$ , და  $\gamma$ -ქლორერბომჟავებიდან ყველაზე ძლიერია  $\alpha$ -იზომერი და სუსტია  $\gamma$ -იზომერი.

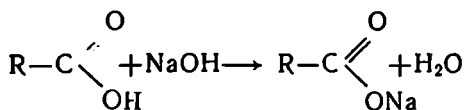
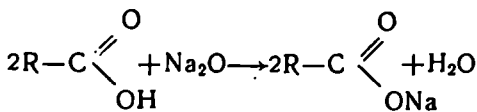
ორგანული მჟავები ძირითად მჟავურ ბუნებასთან ერთად ამჟღავნებენ სუსტი ფუძის თვისებას. ეს იმაში გამოიხატება, რომ ძლიერი მჟავების მოქმედებით ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  ან  $\text{HClO}_4$ ) კარბოქსილის ჯგუფის კარბონილის უანგბადი იერთებს პროტონს. ამასთან პროტონი შეიძლება შეუერთდეს ჰიდროქსილსაც და წარმოიქმნება შეუღლებული მჟავა:



მჟავების ქიმიური გარდაქმნების დროს რეაქციათა უმრავლესობა მიმდინარეობს O—H, C—O ბმის გაწყვეტით, დეკარბოქსილირებით (ნახშირბადატომის მოწყვეტა  $\text{CO}_2$  სახით) და  $\alpha$ -წყალბადატომების ჩანაცვლების მიმართულებით.

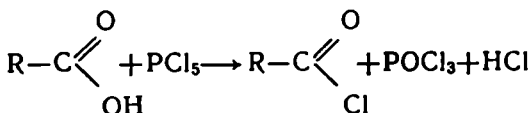
1. ორგანულ მჟავებში მეტალებთან, მათ ოქსიდებთან და ჰიდროქსიდებთან ურთიერთმოქმედებით წყდება O—H ბმა და წარმოიქმნება მარილი:



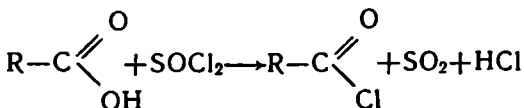


ორგანულ მჟავათა კალციუმის ან ბარიუმის მარილების პიროლიზით მიიღებიან ალდეჰიდები და კეტონები (გვ. 247). კარბონმჟავა ნატრიუმის მარილების ნატრიუმკითან გახურებით წარმოიქმნება ნაჯერი ნახშირწყალბადები (გვ. 87). ამ დროს ადგილი აქვს დეკარბოქსილირებას.

2. მჟავებზე ფოსფორჰალოგენიდებისა და თიონილქლორიდის მოქმედებით წყდება C—O ბმა და მიიღება ჰალოგენანჰიდრიდები:

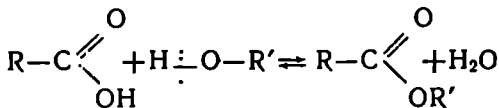


მჟავას ქლორანჰიდრიდი



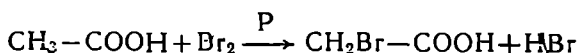
ამ რეაქციების დროს ისე, როგორც სპირტებში, ჰიდროქსილის ჯგუფი იცვლება ჰალოგენით.

3. მჟავეებისა და სპირტების ურთიერთმოქმედებით ძლიერი მინერალური მჟავეების ( $H_2SO_4$  ან  $HCl$ ), როგორც კატალიზატორების თანაობით კარბოქსილში იხლიჩება C—O ბმა და წარმოიქმნება რთული ეთერი:

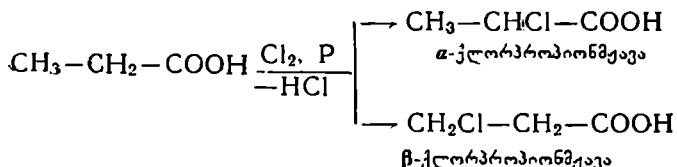


4. ისე, როგორც ალდეჰიდებსა და კეტონებში, მაგრამ უფრო ნაქბად მჟავეებშიც ადვილმოდრავია  $\alpha$ -წყალბადატომები. აღინიშნა რომ  $\alpha$ -წყალბადატომების ადვილმოდრავობა ძირითადად განპირობებულია კარბონილის ჯგუფის პოლარიზებულიობით. იმის გამო, რომ მჟავას კარბოქსილის ჯგუფის კარბონილი პოლარიზებადებულია,  $\alpha$ -წყალბად-

ატომები ადვილმოდრავი ხდებიან და იცვლებიან ჰალოგენატომებით. მაგალითად, მჟავებზე ბრომის მოქმედებით. მცირე ოდენობის ფოსფორის თანაობისას მიიღებიან  $\alpha$ -ბრომკარბონმჟავები (ჰელ-ფოლგარდ-ზელინსკის რეაქცია):

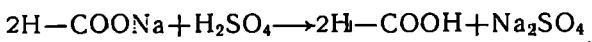
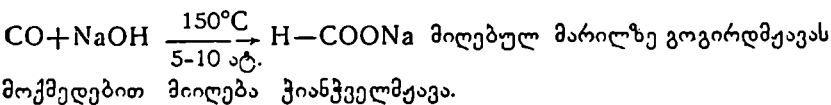


აღნიშნული რეაქციით მიიღება მხოლოდ  $\alpha$ -ჩანაცვლებულები. მჟავებზე ქლორის მოქმედების შემთხვევაში ფოსფორის თანაობით  $\alpha$ -ჩანაცვლებულთან ერთად მიიღება  $\beta$ ,  $\gamma$  და  $\delta$ . შ. ჩანაცვლებულები (რეაქცია მიმდინარეობს ალკანების ქლორირების მსგავსად):



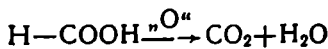
**ცალკეული წევრები.** ჰიანჰველმჟავა  $\text{H}-\text{COOH}$  პირველად აღმოაჩინეს ტყის წითელი ჰიანჰველების სხეულის სითხეში. იგი თავისუფალი სახით იმყოფება აგრეთვე ჰინჭრის ბუსუსებში. ჰინჭრის დამსუსხველი თვისება აიხსნება ჰიანჰველმჟავას მოქმედებით.

სამრეწველო მასშტაბით ჰიანჰველმჟავას ღებულობენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და ნახშირბადის ოქსიდის ურთიერთმოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე, წნევის ქვეშ:

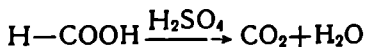


ჰიანჰველმჟავა წარმოადგენს მწვავე სუნის მქონე სითხეს, ძლიერ გამაღიზიანებელი მოქმედებით. იგი ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში, სპირტსა ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) და ეთერში ( $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$ ). მის მარილებს ფორმატები ეწოდება, რომლებიც ზოგიერთი გამოწვლისის გარდა იხსნიან წყალში.

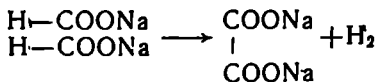
ჰიანჰველმჟავა იჩენს ყველა იმ ქიმიურ თვისებებს, რაც დამახასიათებელია მჟავებისათვის. ამასთან იგი ამჟღავნებს სპეციფიკურ თვისებებს, რომლითაც იგი განსხვავდება სხვა მჟავებისაგან. ჰიანჰველმჟავა იძლევა ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელ ვერცხლის სარკის რეაქციას,  $\text{KMnO}_4$  მოქმედებით იჟანგება და მიიღება  $\text{CO}_2$  და  $\text{H}_2\text{O}$ .



ქიანჭველმეყვა გოგირდმეყვას მოქმედებით იშლება  $\text{CO}_2$ -ად და  $\text{H}_2\text{O}$ -ად.



ნატრიუმის ან კალიუმის ფორმატის  $360^\circ\text{C}$ -მდე სწრაფად გახურებით მიიღება მეაუნმეყვას მარილი (ოქსალატი):

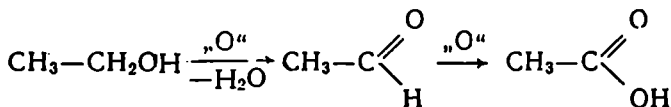


ნატრიუმის ოქსალატი

ქიანჭველმეყვას ახასიათებს ბაქტერიოციდული მოქმედება და გამოყენებულია საკონსერვო, ღვინისა და ლუდის წარმოებაში. მისი 1,25%-ანი წყალხსნარი იხმარება მედიცინაში. ალუმინის ფორმატს იყენებენ ქსოვილების გასაყლენთად.

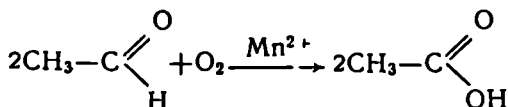
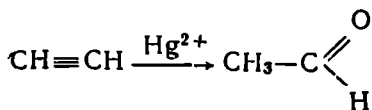
ძმარმეყვა  $\text{CH}_3-\text{COOH}$  ცნობილია უძველესი დროიდან ძმრის სახით. პირველად იგი მიიღეს ძმრის გამოსხდით (ძმარში ძმარმეყვა დაახლოებით 6—7%-ია). მისი შედგენილობა დადგენილ იქნა მიღებიდან ერთი საუკუნის შემდეგ. ძმარმეყვა არის ცხიმმეყვების ტიპური წარმომადგენელი, რომელიც შეიძლება მივიღოთ ყველა იმ მეთოდებით, რომლებიც გამოყენებულია ცხიმმეყვების მისაღებად. იმის გამო, რომ ძმარმეყვამ პოვა მრავალმხრივი გამოყენება, ამჟამად სამრეწველო მასშტაბით მას ღებულობენ სხვადასხვა მეთოდით:

1. ღვინის სპირტის სწრაფი ძმარმეყვეური დუღილით. ამ მიზნით რეაქტორში ათავსებენ წიფლის ბურბუშელას. რეაქტორში ქვევიდან აწვდიან ჰაერის ნაკადს, ხოლო ზემოდან ნელი ნაკადით ასხამენ 10%-იან ეთილის სპირტის წყალხსნარს. მცირე ხნის შემდეგ ღვინის სპირტი გარდაიქმნება ძმარმეყვად:

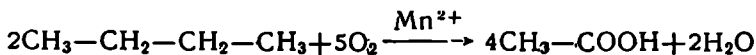


მიღებული ძმარმეყვა 70-80%-იანია და ცნობილია ძმრის ესენციის სახელწოდებით. ამ გზით მიღებულ ძმარმეყვას იყენებენ საკონსერვო და კვების მრეწველობის სხვა დარგებში.

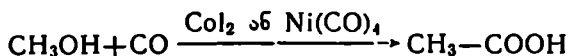
2. აცეტილენიდან. აცეტილენი კუჩეროვის რეაქციით ჭერ გადაყავთ აცეტალდეჰიდში, რომელსაც შემდეგ ჟანგავენ მანგანუმის შემცველი კატალიზატორების თანაობით:



3. ნ-ბუტანიდან. ნ-ბუტანის დაქანგვა  $\text{Mn}^{2+}$  შემცველი კატალიზატორების თანაობით გვაძლევს ძმარმჟავას:



4. მეთილის სპირტიდან ოქსოსინთეზით. მეთილის სპირტისა და ნახშირბადის ოქსიდის ურთიერთმოქმედებით, კობალტის იოდიდის ან ნიკელკარბონილის თანაობით, მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში მიიღება ძმარმჟავა:



5. ძმარმჟავას მეთანოლთან და აცეტონთან ერთად ღებულობენ ხის მშრალი გამოხდით. ნარევიდან ძმარმჟავას გამოყოფას ახდენენ კირის დამატებით, რომელიც ძმარმჟავასთან შედის რეაქციაში და გვაძლევს კალციუმის აცეტატს, მასზე მინერალური მჟავას მოქმედებით მიიღება ძმარმჟავა.

ძმარმჟავა წარმოადგენს დამახასიათებელი სუნის სითხეს, რომელიც  $16,7^\circ\text{C}$  გამყარდება და გარეგნულად ჰგავს ყინულს. ამიტომ მას (უწყლო ძმარმჟავას) უწოდებენ ყინულძმარმჟავას. იგი ნებისმიერი პროპორციით იხსნება წყალში, სპირტსა და ეთერში. თვითონ არის კარგი ორგანული გამხსნელი. ძმარმჟავას მარილებს აცეტატები ეწოდება, რომლებიც, გარდა ვერცხლისა და ვერცხლისწყლის (I) მარილისა, კარგად იხსნებიან წყალში. აცეტატებიდან სხვადასხვა მიზნით დიდ გამოყენებას პოულობს ნატრიუმის, ალუმინის, რკინის, სპილენძის, ტყვიის აცეტატი და სხვა. მაგალითად, ალუმინის აცეტატის წყალხსნარით გაღვნილი ქსოვილი გამოყენებულია ჭრილობების შესახვევად (სისხლის დენის შეკავების მიზნით), ტყვიის (IV) აცეტატი გამოიყენება დამყანგავად. ტყვიის (II) აცეტატს აქვს ტკბილი გემო (ტყვიის შაქარი), რომელიც ძლიერი საწამლაია.

ძმარმჟავა გამოყენებულია, როგორც ორგანული გამხსნელი, მისგან ღებულობენ რთულ ეთერებს, ძმრის ანჰიდრიდს, სუნამოებს. გარ-

და ამისა, მას იყენებენ სამღებრო, ქსოვილთა მოჩითვის, ტყავის და მუშავეების საქმეში და სხვა. ძმარმჟავა ესენციის სახით გამოყენებულია კვების მრეწველობაში, აცეტატური ბოჭკოების მისაღებად და სხვა.

### პალმიტინისა და სტეარინის მჟავა

ეს მჟავები ბუნებაში გვხვდებიან უმთავრესად რთული ეთერების სახით. მათ ლებულობენ ცხიმებისა და ზეთების პიდროლიზით (გვ. 304) და პარაფინული ნახშირწყალბადების დაჟანგვით (გვ. 96—97). პალმიტინისა და სტეარინის მჟავას ნატრიუმისა და კალიუმის მარილი წყალში ხსნადი საპონია და გამოიყენება, როგორც საუკეთესო გამრეცი საშუალება. (ნატრიუმის საპონი მყარია, კალიუმის საპონი თხევადია).

პალმიტინისა და სტეარინის მჟავას Ca, Mg, Ba და ზოგიერთი სხვა მეტალის მარილები წარმოადგენენ წყალში უხსნად მარილებს ამიტომ, რომ მაგარ (ხისტი) წყალში ჩვეულებრივი საპონი გადადის წყალში უხსნად მდგომარეობაში და კარგავს გამრეცხ ბუნებას.

ნატრიუმის, კალიუმისა და კალციუმის საპონი გამოყენებულია თვითმფრინავის ბორბლის საკისარის საცხისი ზეთის დამზადებისათვის.

პალმიტინისა და სტეარინის მჟავას ნარევისაგან ამზადებენ სტეარინის სანთელს.

## თ ა ვ ი X X I .

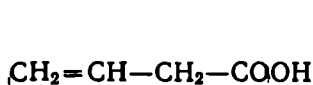
### ერთფუძიანი უნაჯარი მჟავები. ცხიმები და ზეთები.

#### ფოსფატიდები

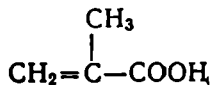
##### 1. ერთფუძიანი უნაჯარი მჟავები.

ეთილენური, (ერთ ორმაგბმიანი) ერთფუძიანი მჟავების ზოგადი ფორმულაა:  $C_nH_{n-1}COOH$

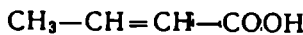
ამ რიგის მჟავების პირველი წევრია  $CH_2=CH-COOH$ , აკრილ-მჟავა, რომელსაც საერთაშორისო ნომენკლატურით ეწოდება პროპენმჟავა. მეორე წევრი არსებობს სამი სტრუქტურული იზომერული ფორმის სახით:



ვინილმარმჟავა  
(3-ბუტენმჟავა)

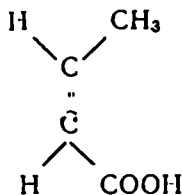


მეთაკრილმჟავა  
(2-მეთილპროპენმჟავა)

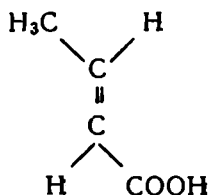


კროტონმჟავა  
(2-ბუტენმჟავა)

კროტონმჟავა არსებობს ორი გეომეტრიული იზომერის სახით:



ცის-იზომერი  
(ლაბილური ფორმა)

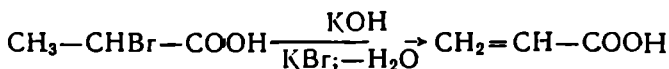


ტრანს-იზომერი  
(სტაბილური ფორმა)

ცის-იზომერში ორმაგი ბმის მიმართ წყალბადები განლაგებულია ერთ მხარეზე, ხოლო ტრანს-იზომერში სხვადასხვა მხარეზე.

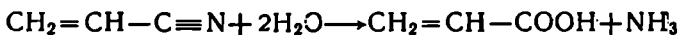
მჟავებში ბერძნული ასოებით აღინიშნება ის ნახშირბადატომები, რომელთა შორის არსებობს ორმაგი ბმა. მაგალითად, აკრილმჟავა მიეკუთვნება  $\alpha$ ,  $\beta$ -უნაჯერ მჟავებს, ვინილმარმჟავა  $\beta$ ,  $\gamma$ -უნაჯერ მჟავებს.

მიღების საშუალებანი. 1. პალოგენმჟავებზე ტუტეების სპირტ-ხსნარების მოქმედებით ადგილი აქვს დეჰიდროპალოგენირებას და წარმოიქმნება უნაჯერი მჟავები:

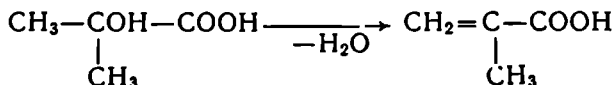


ამ გზით შედარებით ადვილად მიიღება  $\alpha$ ,  $\beta$ -უნაჯერი მჟავები.

2. უნაჯერი ნიტრილების ჰიდროლიზით წარმოიქმნება შესაბამისი მჟავები:



3. ოქსიმჟავების დეჰიდრატაციით მიიღებიან უნაჯერი მჟავები:



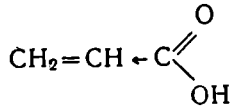
ფიზიკური თვისებები. უნაჯერი მჟავები არიან, როგორც სითხეები, ასევე კრისტალური ნივთიერებები. პირველი წევრები მძაფრი



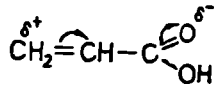
სუნის მქონე წყალში ხსნადი ნივთიერებებია, ნაჭერი რიგის მჟავებთან შედარებით, აქვთ მეტი სიმკვრივე და დისოციაციის ხარისხი.

**ქიმიური თვისებები.** უნაჭერი რიგის მჟავები ბევრად უფრო ძლიერია, ვიდრე ნაჭერი რიგის ერთფუძიანი მჟავები.

უნაჭერი მჟავების სიძლიერე ძირითადად განპირობებულია ეთილენური ფრაგმენტის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტით (—I):

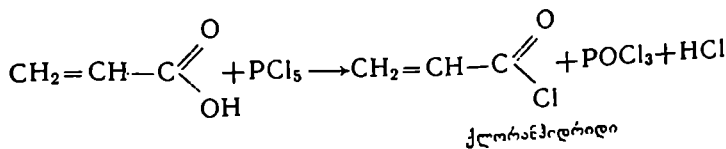
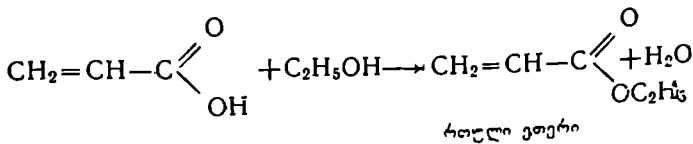
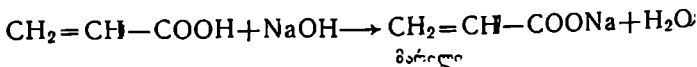


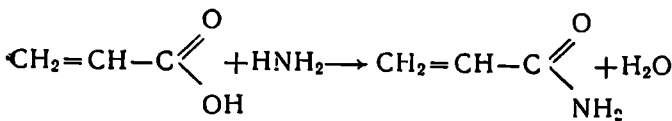
მჟავა მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო ახლოა ეთილენური ბმა კარბოქსილის ჯგუფთან. ეს აიხსნება იმით, რომ ორმაგი ბმა კარბოქსილის ჯგუფთან იმყოფება შეუღლებულ მდგომარეობაში:



უნაჭერი მჟავები კარბოქსილის ჯგუფის მიხედვით წარმოქმნიან ყველა იმ ნივთიერებებს, რომლებსაც იძლევიან ნაჭერი ერთფუძიანი მჟავები — მარილები, რთული ეთერები, ჰალოგენანჰიდრიდები, ანჰიდრიდები, ამიდები და სხვა. ამასთან, ისინი აშეღვენებენ იმ ქიმიურ თვისებებს, რომლებიც დამახასიათებელია ეთილენური ბმისათვის:

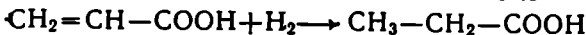
**ა) რეაქციები კარბოქსილის ჯგუფის მიხედვით:**



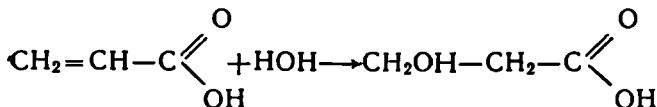


ამილი

ბ) რეაქციები ეთილენური ჰბმის მიხედვით:

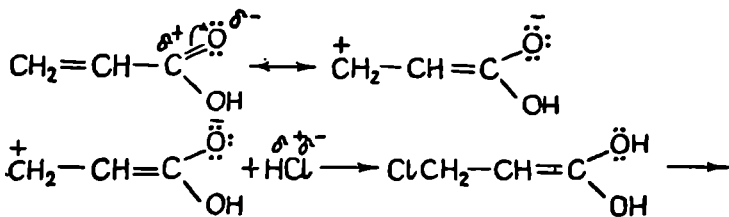


β-კლორპროპიონის შეკვა

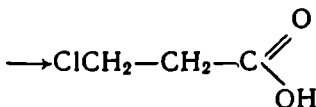


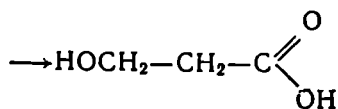
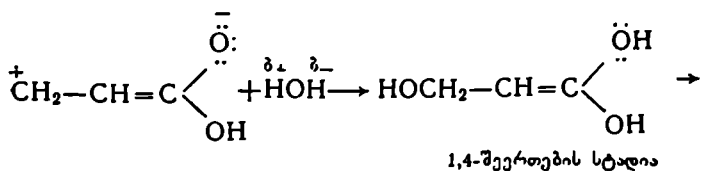
β-ოქსიპროპიონშეკვა

როგორც რეაქციათა განტოლებებიდან ჩანს, ჰალოგენწყალბადისა და წყლის შეერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის საპირისპიროდ. ისე, როგორც ამას ადგილი აქვს α, β-უხაჯერი კარბონილნაერთების დროს. π-ელექტრონების დელოკალიზაციის გამო კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადატომის დადებითი მუხტი გადადის β-ნახშირბადატომთან და შეერთების რეაქციები α, β-უხაჯერ შეკვებთან მიმდინარეობს 1,4-შეერთების სტადიის გავლით:



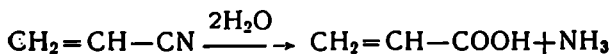
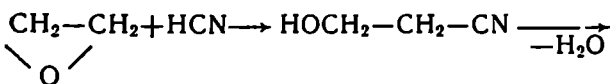
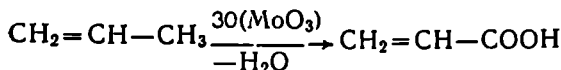
1,4-შეერთების სტადია





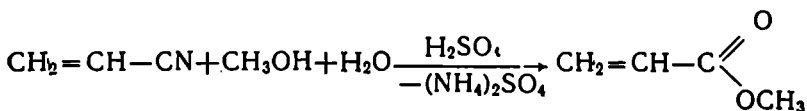
ცალკეული წევრები. ცალკეული წევრებიდან განვიხილავთ იმ წარმომადგენლებს, რომელთაც დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ.

აკრილმჟავა  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ . მრეწველობაში მას ლებულობენ პროპილენის დაქანგვით, ეთილენის ქანგისა და  $\text{HCN}$  ურთიერთმოქმედებით და აცეტილენიდან ოქსოსინთეზით:



აკრილმჟავა წარმომადგენს მძაფრი სუნის, უფერო სითხეს, რომელიც დუღს  $140^\circ\text{C}$ -ზე. იგი განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება მყარი მასა—პოლიაკრილმჟავა.

დიდ ყურადღებას იპყრობს აკრილმჟავამეთილის ეთერი ანუ მეთილაკრილატი, რომელსაც სამრეწველო გზით ლებულობენ, აკრილონიტრილის, მეთანოლისა და გოგირდმჟავას ნარევის გაცხელებით:

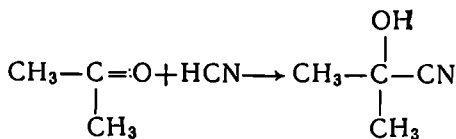


მეთილაკრილატი ადვილად განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება გამჭვირვალე მინისებური ნივთიერება, რომელიც გამოიყენება ორგანული მინისა და ზოგიერთი სხვა პოლიმერების მისაღებად.

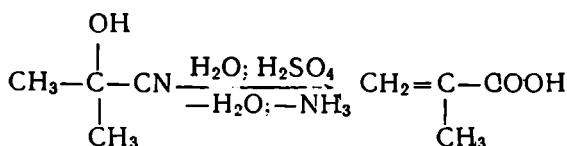
მეთაკრილმეჟავა.  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{COOH}$ . იგი დიდი რაოდენობით მი-



იღება აცეტონიდან მიღებული ოქსინიტრილის ერთდროულად დეჰიდრატაციისა და ჰიდროლიზის შედეგად გოგირდმეჟავის თანაობით:

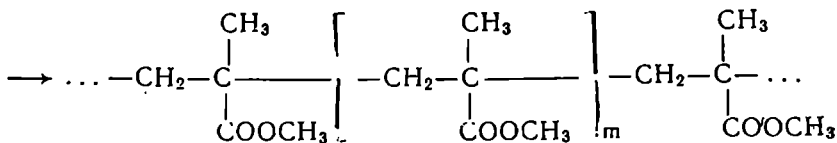
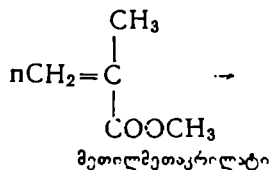


აცეტონოქსინიტრილი  
(2-ოქსი-2-მეთილპროპანონიტრილი)



მეთაკრილმეჟავას მიღების დროს რეაქციაში თუ ჩაერთავთ მეთანოლს, მაშინ მიიღება მეთაკრილმეჟავამეთილის ეთერი ანუ მეთილმეთაკრილატი, რომელიც ადვილად განიცდის პოლიმერიზაციას და წარმოიქმნება მინისებური მასა.

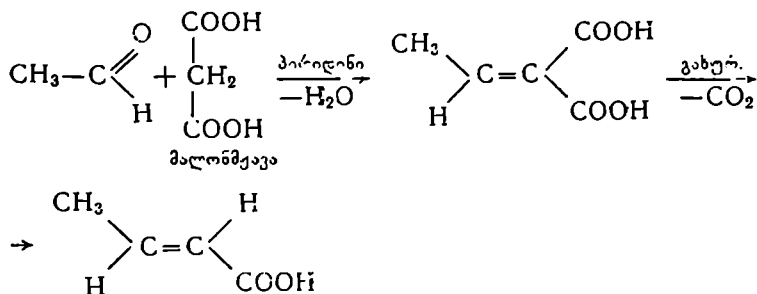
მეთილმეთაკრილატის პოლიმერიზაცია მიმდინარეობს შემდეგ სქემის მიხედვით:



პოლიმეთილმეთაკრილატი

პოლიმეთილმეთაკრილატი გამოყენებულია ორგანული მინის, აფსკების, წებოებისა და მრავალი სხვა დანიშნულების მასალების მისაღებად.

კროტონმჟავა  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$  მიიღება აცეტალდეჰიდზე მალონმჟავას მოქმედებით პირიდინის თანაობით:

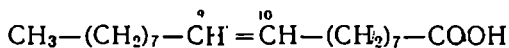


კროტონმჟავა, როგორც აღინიშნა, არსებობს ორი გეომეტრიული იზომერის სახით. ტრანს-იზომერი წარმოადგენს მყარ ნივთიერებას (ლ. ტემპ.  $72^\circ\text{C}$ , დუღ. ტემპ.  $189^\circ\text{C}$ ). ცის იზომერი სითხეა (დუღ. ტემპ.  $172^\circ\text{C}$ , ლ. ტემპ.  $15,5^\circ\text{C}$ ). ცის-იზომერი — იზოკროტონმჟავა (ლაბილური ფორმა) იოდის, ბრომის ან სინათლის გავლენით რაოდენობრივად გადადის ტრანს-იზომერში — კროტონმჟავაში (სტაბილური ფორმა). სტაბილური ფორმის გადაყვანა ლაბილურ ფორმაში ხდება ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით.

ერთი ორმაგბმნიანი მჟავების მაღალი წვერებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს ოლეინმჟავა, რომელიც გლიცერინის რთული ეთერების სახით წარმოადგენს ზეთებისა და ცხიმების ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს.

ოლეინმჟავა მიიღება ცხიმებისა და ზეთების ჰიდროლიზით („გასაპნით“). მაგალითად, ზეთუნის ზეთის ჰიდროლიზის შედეგად იგი წარმოიქმნება საკმაო დიდი ოდენობით.

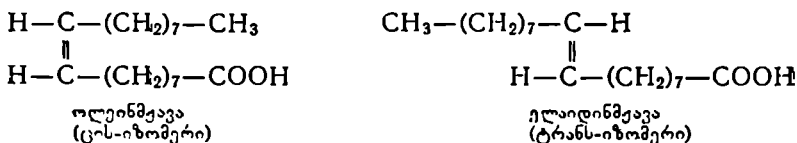
ოლეინმჟავა არის უფერო, ზეთისებური სითხე, რომელიც ჰაერზე სწრაფად ლებულობს ყავისფერ შეფერვას. მისი აღდგენით მიიღება სტეარინის მჟავა, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ იგი არაგანტოტილჯაქვიანი ნაერთია. მის მოლეკულაში ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობა დადგენილ იქნა ოზონოლიზით და აღმოჩნდა, რომ ორმაგი ბმა იმყოფება მე-9 და მე-10 ნახშირბადატომებს შორის:



ოლეინმჟავა ბრომიან წყალთან შენჯღრევით წარმოქმნის დიბრომსტეარინმჟავას, რასაც თან სდევს ბრომიანი წყლის გაუფერულება. ასევე აუფერულებს იგი განზავებულ  $\text{KMnO}_4$  დიოქსისტეარინმჟავას წარმოქმნის გამო.

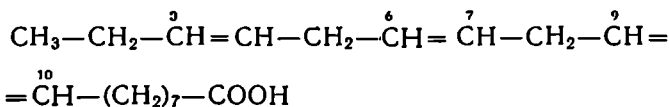
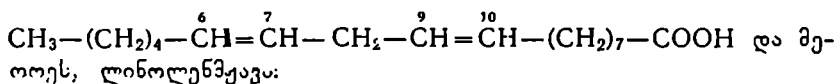
ოლეინმჟავა არის ცის-იზომერი, მის ტრანს-იზომერს ელაიდინ-მჟავა ეწოდება. ეს უკანასკნელი მყარია.

ოლეინმჟავა აზოტმჟავასთან შერევისას, სპილენძის თანაობით გარდაიქმნება ელაიდინმჟავად. (აზოტმჟავასა და სპილენძის ურთი-ერთმოქმედებით წარმოიქმნება აზოტის ოქსიდები, რომელსაც ოლეინმჟავა გადაყავს ელაიდინმჟავაში):



ოლეინმჟავას კალიუმის ან ნატრიუმი ს მარილი — ოლეინის სა-პონი გამოყენებულია საფეიქრო მრეწველობაში საქსოვი მასალის გარეცხვისათვის. ოლეინმჟავაში დასველებული ძაფი ადვილად არ წყდება და ამის გამო ოლეინმჟავას იყენებენ ქსოვილების ქსოვის პროცესში.

დიდი მნიშვნელობა აქვთ მჟავეებს, რომლებიც შეიცავენ ორ ორ-მაგ და სამ ორმაგ ბმას. პირველს მიეკუთვნება ლინოლმჟავა:



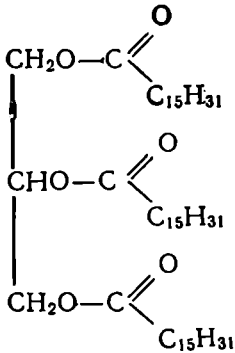
ეს მჟავეები გლიცერიდების სახით იმყოფებიან კანაფის, სელის და სხვა შრობად ზეთებში.

#### გ. ცხიმები და ზეთები (გლიცერიდები)

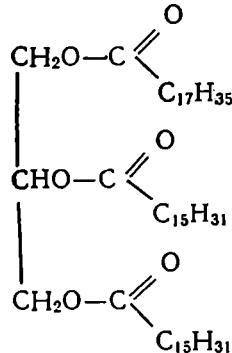
ცხიმები და ზეთები წარმოადგენენ გლიცერინის სრულ ეთე-რებს. ბუნებრივი ცხიმებისა და ზეთების მოლეკულის შედგენილო-ბაში გლიცერინის ნაშთთან უმთავრესად დაკავშირებულია სწორ-ჯაჭვიანი ლუწნახშირბადატომიანი (ნაჯერი და უნაჯერი მჟავეების ნაშთები, რომლებიც შეიცავენ 4-დან 24-მდე ნახშირბადატომებს. გლიცერინი ცხიმებისა და ზეთების მუდმივი შემადგენელი ნაწი-ლია. თუ გლიცერინის ნაშთთან უმთავრესად დაკავშირებულია ნაჯე-რი მჟავეების (პალმიტინმჟავა, სტეარინმჟავა, ლაურინმჟავა და სხვა) ნაშთები, მაშინ ისინი წარმოადგენენ მყარ ცხიმებს, ხოლო თუ გლი-ცერინის ნაშთთან დაკავშირებულია უმთავრესად უნაჯერი მჟავეების

ნაშთები (ოლეინმჟავა, ლინოლმჟავა, ლინოლენმჟავა და სხვა), მაშინ საქმე გვაქვს რეთებთან.

გლიცერიდებში შემავალი მჟავების ნაშთების მიხედვით, არჩევენ მარტივ და შერეულ გლიცერიდებს. მარტივი გლიცერიდები შეიცავენ ერთი და იგივე მჟავების, ხოლო შერეული სხვადასხვა მჟავების ნაშთებს:



მარტივი გლიცერიდი  
(ცხიმო-ტრიპალმიტინი)



შერეული გლიცერიდი  
(ცხიმო-მონოსტეარინდიპალმიტინი)

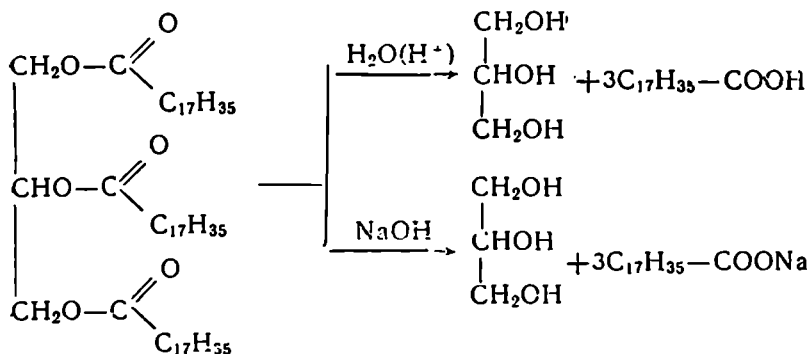
მყარი ცხიმები არიან ცხოველური, ხოლო ზეთები მცენარეული წარმოშობის ნივთიერებები. არსებობს ისეთი ცხიმები, რომლებიც შეიცავენ, როგორც ნაჭერი, ასევე უნაჭერი მჟავების ნაშთებს. ცხიმების კონსტიტენცია უმთავრესად დამოკიდებულია მჟავათა ნაშთების (აცილის) ბუნებაზე. მაგალითად. ცხიმში, რაც უფრო მეტი იქნება ნაჭერი მჟავის (აცილის) პროცენტული შედგენილობა, იგი მით უფრო მაგარი კონსტიტენციისაა. ასეთს მიეკუთვნება საქონლის, ცხვრისა და ღორის ცხიმი. საერთოდ ცხიმი, რომელიც იმყოფება ადამიანისა და ცხოველის კანის ქსოვილის ქვეშ, მაგარი კონსტიტენციისაა იმ ცხიმთან შედარებით, რომელიც დაგროვილია შიდა ორგანოებთან. ბატისა და ზოგიერთი სხვა ფრინველის ცხიმი ადვილად ლღვება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ იგი ნაჭერ აცილთან ერთად საკმაო ოდენობით შეიცავს უნაჭერ აცილს. საკვები ზეთები ძირითადად შეიცავენ ოლეინის მჟავას ნაშთს. ისინი ცნობილი არიან არაშრობადი ზეთების სახელწოდებით. მათ მიეკუთვნება — მზესუმზირას, ბამბის, სოიას, ზეთუნის და სხვა ზეთები.

ლინოლის, ლინოლენისა და ზოგიერთი სხვა უნაჭერი მჟავების აცილების შემცველი გლიცერიდები ჰაერის ჟანგბადის გავლენით განიცდიან პოლიმერიზაციას და წარმოიქმნება მალალმოლეკულური

გამჭვირვალე მყარი აფსკი. ამის გამო ასეთ გლიცერიდებს შრობადი ზეთები ეწოდებათ. მათ მიეკუთვნება — კანაფის, სელისა და სხვა ზეთები. იმისათვის, რომ დაჩქარდეს აღნიშნული პოლიმერიზაციის პროცესი, შრობად ზეთებს უმატებენ ზეთში ხსნადი კობალტის, მან-ჯანუმისა და ტყვიის მარილებს (სიკატივი). მაგალითად, სიკატივზე დამზადებული სელის ზეთს ოლიფა ეწოდება, რომელიც გამოყენებულია ზეთიანი საღებარებისა და ხის მერქნისაგან დამზადებული საგნების გასაქვინათ.

სხვადასხვა ცხიმის ლღობის ტემპერატურა სხვადასხვაა, რაც განპირობებულია აცილის ჯაჭვის სიგრძითა და იმით, თუ რა რაოდენობის ნაჯერ და უნაჯერ აცილს შეიცავს იგი. მაგალითად, ცხიმში, რაც უფრო მეტი ნაჯერი აცილია, მით უფრო მაღალია მისი ლღობის ტემპერატურა, ხოლო უნაჯერი აცილის პროცენტული რაოდენობის მომატებით ცხიმის ლღობის ტემპერატურა კლებულობს.

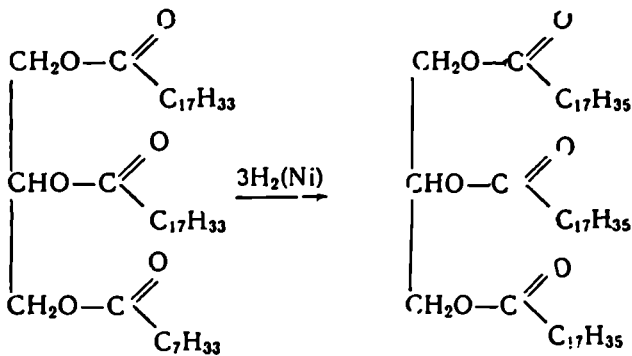
ბულობს.  
ცხიმები, ისე როგორც ყველა რთული ეთერი, გადახურებული წყლის ორთქლით ან მეავე არეში გაცხელებით განიცდის ჰიდროლიზს და მიიღება გლიცერინი და მეავეები. ხოლო ტუტე არეში გაცხელებით, წარმოიქმნება გლიცერინი და საპონი:



ცხიმების ჰიდროლიზს ახორციელებენ აგრეთვე ფერმენტების (ლიპაზა) მეშვეობით. ცხიმების სრული ჰიდროლიზი ერთბაშად არ ხდება. გლიცერინის ნაშთს ჯერ ჩამოშორდება ერთი, შემდეგ მეორე და ბოლოს მეავეს მესამე მოლეკულა.

ზეთებისათვის დამახასიათებელი ქიმიური რეაქციებიდან ყურადღებას იპყრობს მათი ჰიდროგენიზაცია, რომელსაც ახორციელებენ ნიკელის, როგორც კატალიზატორის თანობით:





ზეთი — ტრიოლეინი

ციხიმი — ტრისტეარინი

ზეთების ცხიმებად გარდაქმნის ტექნიკური მეთოდი პირველად შეიმუშავა ა. ფოკინმა. ამ პროცესის საწარმოო მასშტაბით განხორციელებას ძალიან დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს კვების მრეწველობისა და საპნის წარმოებისათვის.

ს ა პ ო ნ ი. საპნის მიღებისათვის იყენებენ სხვადასხვა სახის ცხიმს. იმ ცხიმებიდან მიღებული საპნონი, რომლებიც დიდი ოდენობით შეიცავენ სტეარინის მკაფას ნაშთს, წყალში ნაკლებად ხსნადია და ამცირებს აქაფებს. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში, მაღალი ხარისხის საპნის მიღებისათვის უმატებენ ქოქოსის ან პალმის ზეთს. ისინი დიდი ოდენობით შეიცავენ ლაურინის მკაფას ( $\text{C}_{13}\text{H}_{27}-\text{COOH}$ ) ნაშთს. ამ შემთხვევაში მიიღება ისეთი საპნონი, რომელიც ძლიერ ქაფდება. (საპნის წყალხსნარი, რაც უფრო კარგად ქაფდება. მით უფრო კარგი გამრეცხია). მაღალი ხარისხის საპნის იძლევა აგრეთვე ოლეინმკაფა.

საპნის, როგორც ზედაპირულად აქტიური ნივთიერების ბუნება, განპირობებულია ერთი მხრივ მოლეკულაში ჰიდროფილური, პოლარული  $\text{COO}$  ჯგუფით და მეორე მხრივ, ჰიდროფობური, არაპოლარული ნახშირწყალბადრადიკალით.

სინთეზური გამრეცხი ნივთიერებები. უკანასკნელ ხანებში ძალიან დიდი გამოყენება პოვა სინთეზურმა გამრეცხმა საშუალებებმა, ისინი წარმოადგენენ ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებს. მათ, როგორც დეტერგენტებს, დიდი გამოყენება აქვთ საფეიქრო, ტყავის მრეწველობასა და საოჯახო პირობებში. აღმოჩნდა, თუ პოლარული ჯგუფიდან დაწყებული ჯაჭვი შეიცავს 12 — 18 ნახშირბადატომს, მაშინ მათ ახასიათებს კარგად გამოხატული დეტერგენტული თვისებე-

ბი. პოლარული ჯგუფი შეიძლება იყოს ანიონი  $\text{COO}^-$ , როგორც ეს საპონშია ან  $\text{SO}_3^-$  (ან  $\text{SO}_3\text{Na}$ ) ჯგუფის შემცველი.  $\text{SO}_3^-$  (ან  $\text{SO}_3\text{Na}$ )

ჯგუფის შემცველი დეტერგენტები შეიძლება გამოვიყენოთ ხისტი წყლის შემთხვევაშიც, რადგან კალციუმისა და მაგნიუმის სულფონატები წყალში იხსნებიან.

ანიონურ დეტერგენტებს წარმოადგენენ ოქტადეცილის სპირტის გოგირდმჟავანატრიუმეთერი  $C_{18}H_{37}-OSO_3Na$ , ალიფატური ნახშირწყალბადებისაგან მიღებული სულფომჟავების ნატრიუმის მარილი— $R-SO_3Na$  და სხვა. მათში R უმთავრესად შეიძლება იყოს 12-დან 18-მდე ნახშირბადატომის შემცველი სწორკუთხედიანი ალკილი.

### 8. ფოსფორიანი (ლიპიფილი)

ფოსფორიანებს მიეკუთვნებიან ლეციტინი და კეფალინი. ისინი ფართოდ არიან გავრცელებული, განსაკუთრებით ცხოველურ ორგანიზმებში. გვხვდებიან აგრეთვე მცენარეებშიც. შედარებით დიდი ოდენობით გვხვდებიან თავისა და ხერხემლის ტვინში, ღვიძლში, ნერვულ ქსოვილებში, ქათმის კვერცხის გულში, სოიაში, რაფსში და სხვა.

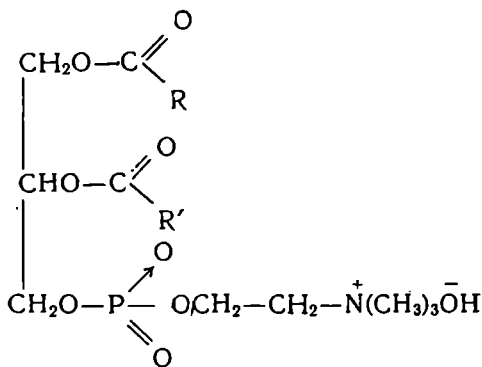
ფოსფორიანები დიდ როლს ასრულებენ სხვადასხვა ბიოლოგიურ პროცესში. მათი მეშვეობით ხორციელდება ნერვული აღგზნების გადაცემა. ისინი, როგორც ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებებია, ხელს უწყობენ უჯრედის გარსის გამტარებლობის რეგულირებას და სხვა.

ფოსფორიანების სრული ჰიდროლიზით მიიღებიან გლიცერინი, ცხიმებისათვის დამახასიათებელი მჟავები, ფოსფორმჟავა და ამინოსპირტები, ამინოსპირტებიდან ლეციტინი შეიცავს ქოლინის

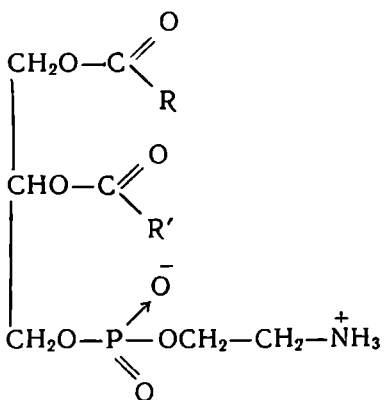
$HOCH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3\overset{-}{O}H$  ნაშთს, ხოლო კეფალინი კოლამინის (ეთანოლამინი)  $HOCH_2-CH_2NH_2$ -ის ნაშთს. ზოგ შემთხვევაში კეფალინში ვხვდებით კოლამინის ნაცვლად ამინომჟავას—სერინის  $HO-CH_2-CH-COOH$  ნაშთს.



ფოსფორიანებში გლიცერინის ნაშთთან დაკავშირებულია პალმიტინის, სტეარინის ან ოლეინის მჟავას ნაშთი (არიან ისეთი ბუნებრივი ფოსფორიანები, რომლებიც შეიცავენ სხვა მჟავების ნაშთებს) და ფოსფორმჟავას ფრაგმენტი. უკანასკნელთან დაკავშირებულია ამინოსპირტის ფრაგმენტი:



ლექიტინი



კეფალინი

ფოსფატიდები წარმოადგენენ ცვილის მავარი კონსტიტუენტის მყარ ნივთიერებებს. ლექიტინი იხსნება სპირტსა და ეთერში, ხოლო კეფალინი — ეთერში.

თავი XXII

ერთფუნქციანი კარბონწყვილების ნაწარმები

ფართო გაგებით შუაეების ნაწარმებად ითვლება ყველა ის ნაერთები, რომლებიც მიიღებიან კარბოქსილის გარდაქმნით. ვიწრო გაგებით იგულისხმება მხოლოდ ის ნაერთები, რომლებიც წარმოიქ-

მნება კარბოქსილის ჰიდროქსილის ატომებით ან ატომთა ფრაგმენტებით შეცვლის შედეგად.

მეყავას მოლეკულიდან ჰიდროქსილის ჯგუფის ჩამოშორებით წარმოქმნილ ერთვალენტოვან ფრაგმენტს (მეყვეურ ნაშთს) ზოგადად

ეწოდება აცილი. კერძოდ, ჰიანჰველმეყავას ფრაგმენტს  $H-C \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix}$  ტრივალური ნომენკლატურით ეწოდება ფორმილი, ძმარმეყავასას

$CH_3-C \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix}$  აცეტილი, პროპიონმეყავასას  $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix}$  პროპი-

ონილი, ერბომეყავასას  $CH_3-CH_2-CH_2-C \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix}$  ბუტირილი და ა. შ.

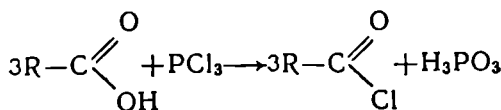
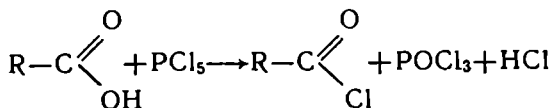
სისტემატური (საერთაშორისო ნომენკლატურა) ნომენკლატურით შესაბამისად მათ ეწოდება მეთანოილი, ეთანოილი ან მეთანკარბონილი, პროპანოილი ან ეთანკარბონილი, ბუტანოილი ან პროპანკარბონილი და ა. შ.

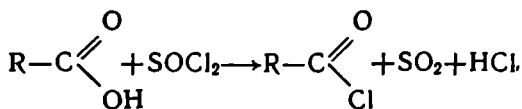
მეყავების ნაწარმთა ზოგადი ფორმულაა  $R-C \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix}$  სადაც Z არის X, OCOR, OR, NH<sub>2</sub> და სხვა ატომთა ფრაგმენტები.

თუ აცილთან დაკავშირებულია ჰალოგენის ატომი (X)  $R-C \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown \end{matrix}$  მაშინ მათ ეწოდებათ აცილჰალოგენიდები ანუ მეყავას ჰალოგენანჰიდრიდები.

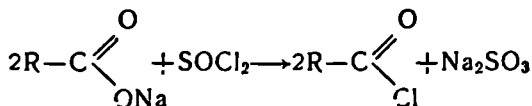
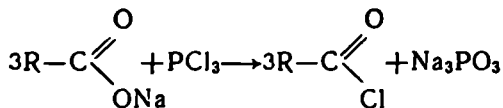
### 1. აცილჰალოგენიდაი ანუ ჰალოგენიდაი

აცილჰალოგენიდები მიიღებიან მონოკარბონმეყავებზე ხუტჰლორიანი ან სამჰლორიანი ფოსფორისა და აგრეთვე თიონილჰლორიდის მოჰმედებით:





სამრეწველო გზით მიღების დროს მჟავების ნაცვლად უღებენ მათ მარილებს:

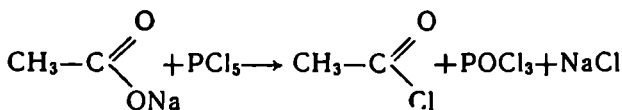


ჰალოგენანჰიდრიდების დაბალი წევრები დამახასიათებელი მძაფრი სუნის სითხეებია, რომლებიც ძლიერ აღიზიანებს ლორწოვან გარსს.

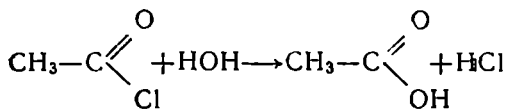
ჰალოგენანჰიდრიდები საერთოდ, და კერძოდ, ქლორანჰიდრიდები ხასიათდებიან რეაქციის დიდი უნარიანობით. ჰალოგენანჰიდრიდებში ჰალოგენი ადვილმოდრავს ხდის  $\alpha$ -წყალბადატომს, ისე როგორც ეს კარბონილნაერთებშია.

ჰალოგენანჰიდრიდებში კარბონილის ჯგუფის გავლენით ჰალოგენი ადვილად იცვლება სხვადასხვა ატომთა ფრაგმენტით. ასე, მაგალითად, ნაერთებში, რომლებიც შეიცავენ აქტიურ წყალბადს ან მეტალს ქალოგენანჰიდრიდებთან მოქმედებით წყალბადატომი და მეტალის ატომი იცვლება აცილით. ამის გამო ასეთი ხასიათის რეაქციებს ეწოდებათ აცილირების რეაქციები. აცილირების კერძო შემთხვევას წარმოადგენს რომელიმე ნივთიერების მოლეკულაში აკეტილის შეყვანა, რასაც აკეტილირება ეწოდება.

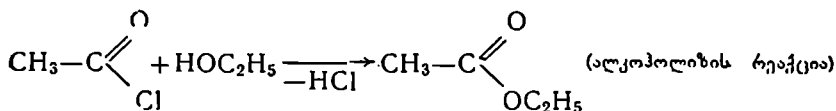
აკეტილქლორიდი. მჟავების ქლორანჰიდრიდებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია აკეტილქლორიდი, რომელსაც ლებულობენ ნატრიუმის აკეტატზე ხუთქლორიანი ფოსფორის ან თიონილქლორიდის მოქმედებით:



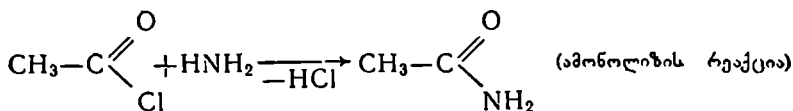
აკეტილქლორიდი გამოიყენება ორგანულ სინთეზში, როგორც მაკეტილირებელი საშუალება. მაგალითად:



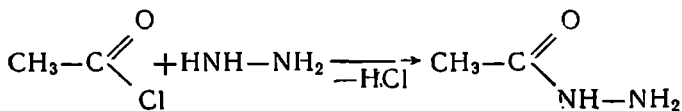
(ჰიდროლიზის რეაქცია მიმდინარეობს მძაფრად). 3



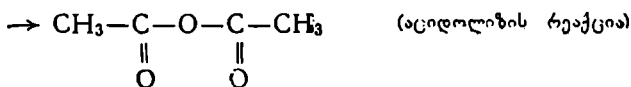
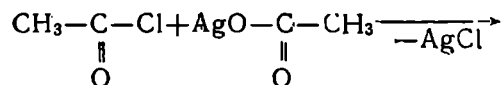
მარმევეეთილს ეთერი



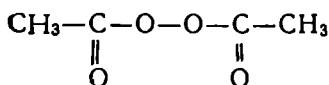
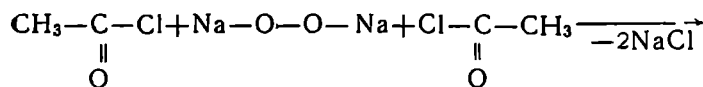
აცეტამიდი



აცეტჰიდრაზიდი



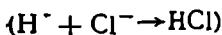
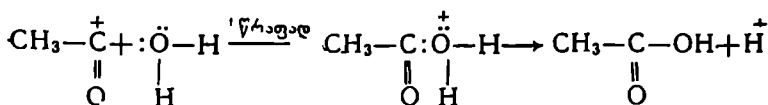
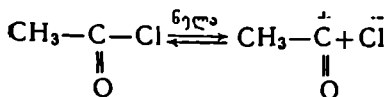
მარმევეანჰიდრიდი



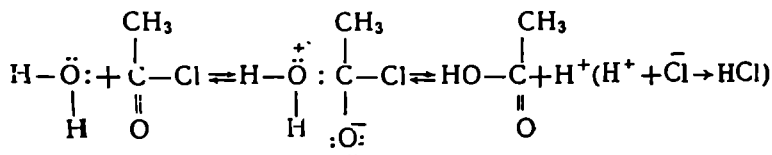
აცეტალზეანგი  
(აცეტილპეროქსიდი)

ეს რეაქციები მიეკუთვნებიან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებს, რომლებიც მიმდინარეობს მონო- ( $S_N1$ ) ან ბიმოლეკულური ( $S_N2$ ) მექანიზმით:

ა). მონომოლეკულური მექანიზმი:



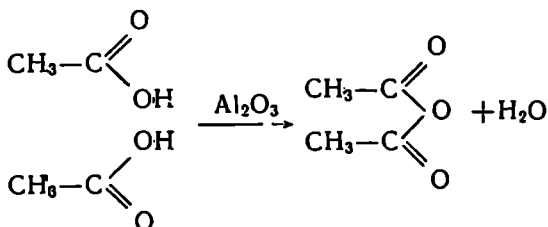
ბ). ბიმოლეკულური მექანიზმი:



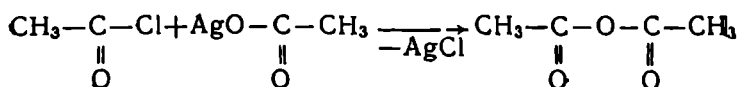
განზავებულ წყალხსნარში მონომოლეკულური, ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია კარბობს ბიმოლეკულურს.

### ჟ. მჟავათა ანჰიდრიდები

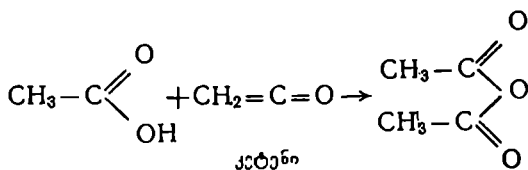
მჟავათა ანჰიდრიდებიდან, როგორც მაცეტილირებელი საშუალება, ყურადღებას იპყრობს ძმრის ანჰიდრიდი (ძმარმჟავაანჰიდრიდი). მას ღებულობენ ძმარმჟავადან წყლის ჩამოშორებით მაღალ ტემპერატურაზე,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  თანაობით ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  წყალწამრთმევი საშუალებაა):



იგი მიიღება აგრეთვე აცეტილქლორიდის აციდოლიზით:

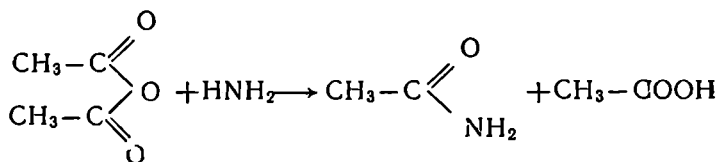
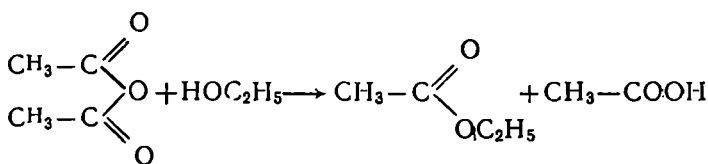
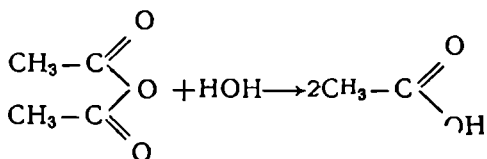


ძმრის ანჰიდრიდი კარგი გამოსავლიანობით მიიღება ძმარმჟავაზე კეტენის მოქმედებით:



ძმრის ანჰიდრიდი წარმოადგენს უფერო, მძაფრი სუნის სითხეს (დუღ. ტემპ. 139,5°C), რომელიც დიდი ოდენობით გამოიყენება ფარმაცევტულ მრეწველობასა და ორგანულ სინთეზში, როგორც მ-ა აცეტილირებელი რეაგენტი.

ძმრის ანჰიდრიდი აცეტილირების რეაქციებში შედის აცეტილ-ქლორიდის ანალოგიურად:



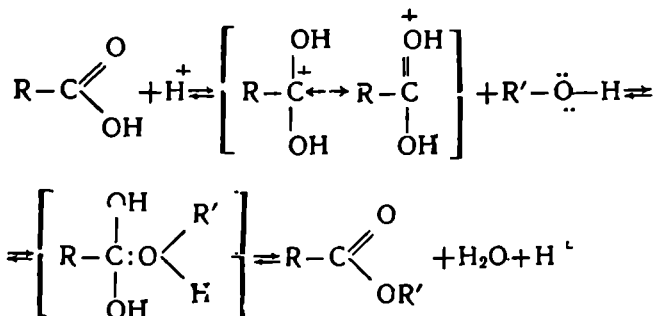
### 8. მჟავების რთული ეთერები

ორგანული მჟავების რთული ეთერები მიიღებიან ეთერიფიკაციის რეაქციით (მჟავასა და სპირტის ურთიერთმოქმედება).

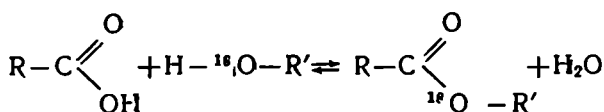
მჟავასა და სპირტის ერთმანეთში შერევით ეთერიფიკაცია მიმდინარეობს ძალიან ძნელად. იგი შეიძლება დავანქაროთ ძლიერი მჟავების თანაობით. ამისათვის იღებენ ქლორწყალბადს გაზურ მდგომარეობაში ან გოგირდმჟავას. კატალიზატორის როლი გამო-



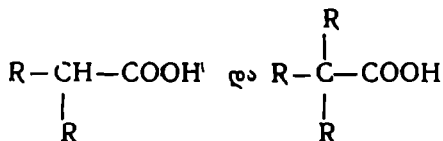
ინატება მჟავას პროტონირებაში. პროტონირებული მჟავა ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ნუკლეოფილური რეაგენტის (ამ შემთხვევაში სპირტის მოლეკულა) დაჯახებისათვის, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სხვადასხვა აგებულების შუალედური პროდუქტი. უკანასკნელიდან წყლისა და პროტონის მოწყვეტით წარმოიქმნება ეთერი. ყველა პროცესი, რომელიც ეთერიფიკაციის დროს მიმდინარეობს, შექცევადია:



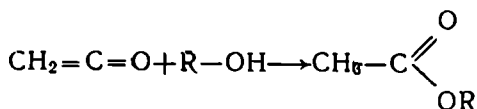
ნიშანდებული ატომების მეშვეობით დადგინდა, რომ ეთერიფიკაციის რეაქციების დროს წყლის გამოყოფა ხდება მჟავის კარბოქსილის, ჰიდროქსილისა და სპირტის ჰიდროქსილის წყალბადის ხარჯზე. მაგალითად, თუ ავიღებთ ისეთ სპირტს, რომლის ჰიდროქსილი შეიცავს ჟანგბადის იზოტოპს, მაშინ ჟანგბადის  $^{18}\text{O}$  იზოტოპი აღმოჩნდება ეთერის მოლეკულაში და არა წყლის შედგენილობაში:



ეთერიფიკაციის რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია სარეაქციოდ აღებული სპირტისა და მჟავას აგებულებაზე. მაგალითად, მჟავა, აგებულებით  $\text{R}-\text{CH}_2-\text{COOH}$  უფრო ადვილად შედის ეთერიფიკაციის რეაქციაში, ვიდრე ის მჟავები, რომლებსაც აქვთ აგებულება:

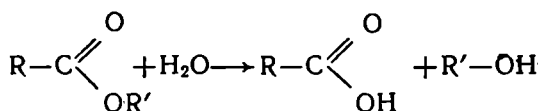


ორგანული მჟავების რთულ ეთერებს, გარდა აღნიშნულისა, ლე-პულობენ კეტენზე სპირტების მოქმედებით:



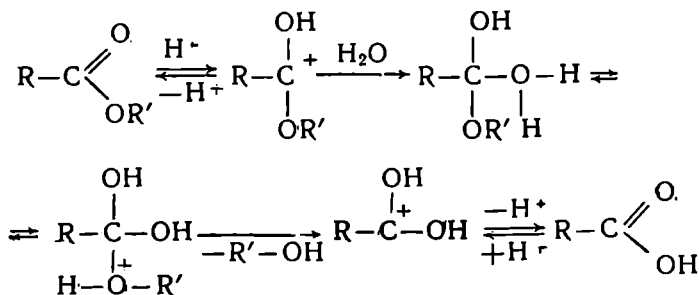
ცხიმმჟავებიდან და ნაჯერი სპირტებიდან წარმოქმნილი რთული ეთერები არიან სასიამოვნო სუნის (მწიფე ხილის სუნი) სითხეები. მაგალითად, იზოამილაცეტატს აქვს მსხლის სუნი, იზოამილიზოვალერატს ვაშლის სუნი. მეთილისა და ეთილის ეთერები დუღან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე, ვიდრე იმავე მოლეკულური მასის მქონე მჟავები.

ქიმიური თვისებები. ორგანული მჟავების რთული ეთერების მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებას წარმოადგენს ჰიდროლიზი (ეთერიფიკაციის შებრუნებული რეაქცია), რის შედეგადაც მიიღება მჟავა და სპირტი:

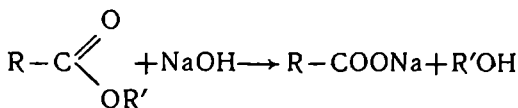


ორგანული მჟავების რთული ეთერების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს მჟავური და ფუძე კატალიზის პირობებში.

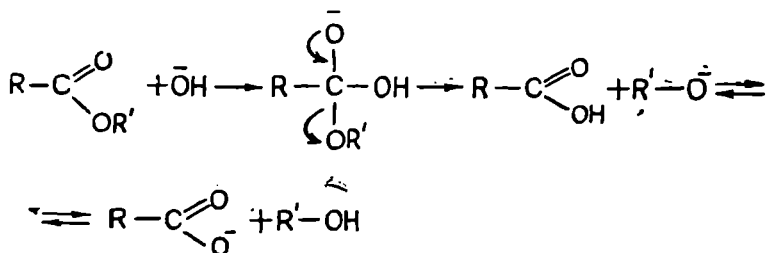
ა) მჟავური კატალიზის დროს ეთერის პროტონირებით წარმოიქმნება კარბკატიონი. უკანასკნელი წყლის მოლეკულასთან გვაძლევს შეერთების შუალედურ პროდუქტს, რომელსაც ჩამოშორდება სპირტის მოლეკულა და მიიღება ახალი კარბკატიონი. უკანასკნელს წყდება პროტონი და მიიღება მჟავა:



ბ) ფუძე კატალიზის დროს სპირტთან ერთად წარმოიქმნება მჟავას მარილი:

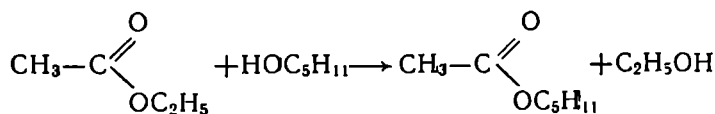


ამ პროცესის მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

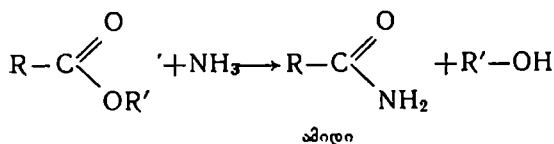


ფუძე კატალიზის დროს ჰიდროლიზის რეაქცია გაცილებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე მკაუვური კატალიზის შემთხვევაში.

ორგანული მკაუვების რთული ეთერების მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებას წარმოადგენს გადაეთერიფიკაცია და ამონოლიზის რეაქცია. პირველ შემთხვევაში ეთერის მოლეკულაში სპირტის ნაშთი იცვლება სხვა სპირტის ნაშთით, ხოლო მეორე შემთხვევაში მიიღება ამილი:



(მიმდინარეობს როგორც მკაუვური, ასევე ფუძე კატალიზის დროს).

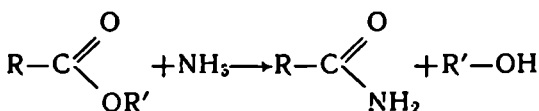
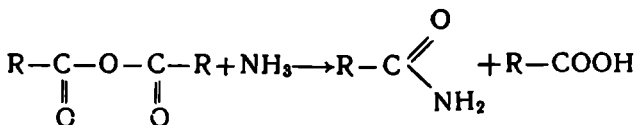
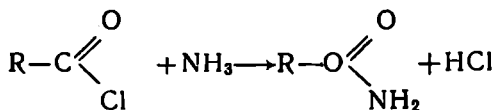


ორგანული მკაუვების რთული ეთერების რიგი წარმომადგენლებისა იმყოფება ბუნებრივი ეთერზეთების შედგენილობაში.

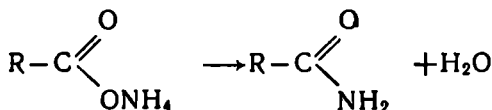
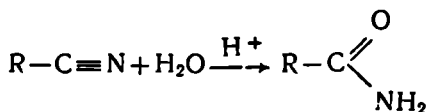
რთული ეთერების ზოგიერთი წარმომადგენელი გამოიყენება ორგანულ სინთეზში გამხსნელებად, სურნელოვან ნივთიერებათა დასამზადებლად და სხვა.

ამილბი შეიძლბა წარმოვიდგინოთ როგორც აცილირბული ამიაკი, ან როგორც კარბონმბევები, სადაც კარბოქსილის ჯგუფში ჰიდროქსილი შეცვლილია ამინო ჟგუფით.

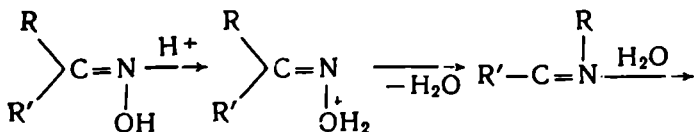
ამილბი მიილბიან ამიაკის მოქმედბით მბევების ჰალოგენან-ჰიდრილბებზე ან ანჰიდრილბბსა და ეთერბებზე:

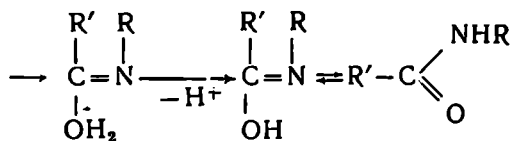


ისინი მიილბიან აგრეთვე ნიტრილბის არასრული ჰიდროლიზი-თა და ამონიუმის მარილბბს პიროლიზით:



არასიმბტრული კეტოქსიმბბი გოგირდმბევეს ან ხუთქლორიანი ფოსფორისა და ზოგიერთი სხვა ნივთიერბბის თანაობით განიცდიან ბეკმანის გადაჯგუფბბსა და მიილბა ამილბის N ჩანაცვლბებულბბი:





ამიდის N ჩანაცვლებული

ამიდებს სახელწოდებას აძლევენ აცილის სახელის მიხედვით.

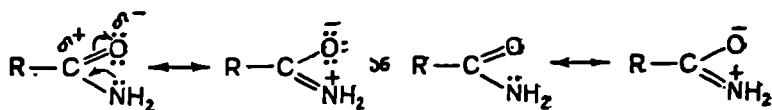
მაგალითად, ჰიანჰველმჟეავას ამიდს  $\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{NH}_2 \end{array}$  ეწოდება ფორმამიდი,

ძმარმჟეავასას  $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{NH}_2 \end{array}$  — აცეტამიდი და ა. შ.

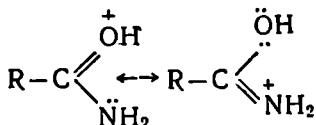
საერთაშორისო ნომენკლატურით ფორმამიდს ეწოდება მეთანამიდი, აცეტამიდს — ეთანამიდი და ა. შ.

ამიდებიდან პირველი წევრი (ფორმამიდი) არის სითხე, დანარჩენები კრისტალური ნივთიერებებია. პირველი წევრები წყალში იხსნებიან. მოლეკულათა შორის წყალბადური ბმის დროს მათ აქვთ ლობისა და დუდილის მაღალი ტემპერატურა (ფორმამიდი დუღს  $210,5^{\circ}\text{C}$ -ზე).

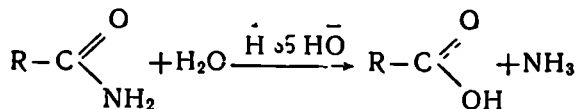
კიმიური თვისებები. ამიდებში  $\text{NH}_2$  ჯგუფის +M ეფექტისა და კარბონილის -M ეფექტის გამო აზოტის ატომზე შემცირებულია ელექტრონული სიმკვრივე, რის გამოც ამინებთან შედარებით ამიდები იჩენენ ზუსტი ფუძის თვისებებს:



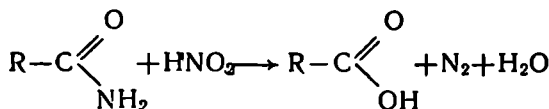
1. ამიდების მოცემული ელექტრონული სტრუქტურები მიუთითებენ იმაზე, რომ მარილების წარმოქმნა შეიძლება მოხდეს მხოლოდ ძლიერი მჟავების მოქმედებით. ამ დროს პროტონირდება უანგბადატომი და წარმოქმნილი კატიონის სტაბილიზაცია ხდება მეზომერიის ეფექტის ხარჯზე:



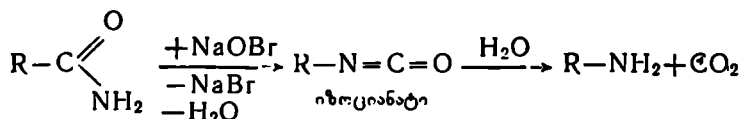
2. ჰიდროლიზი. ამილები ადვილად განიცდენ ჰიდროლიზს მჟავების ან ფუძეების თანაობით და წარმოიქმნება კარბონმჟავა და ამიაკი.



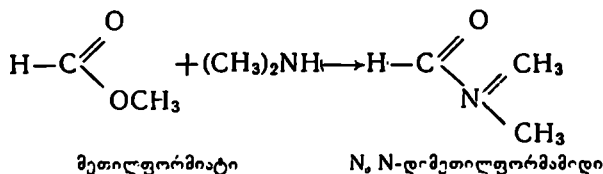
3. ამილების აზოტოვან მჟავასთან ურთიერთმოქმედებით გამოიყოფა აზოტი და წარმოიქმნება კარბონმჟავა;



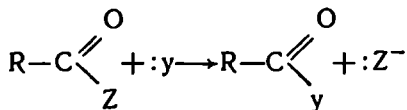
4. ამილებზე ჰიპოჰალოგენიდის ან ბრომის მოქმედებით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის გარემოში იზოციანატის სტადიის გავლით წარმოიქმნება ამინი (ჰოფმანის გადაჯგუფება):



ამილების N, N ჩანაცვლებულებიდან, როგორც საუკეთესო ბიპოლარული აპროტონული გამხსნელი, დიდი გამოყენება პოვა N,N-დიმეთილფორმამიდა (დულ. ტემპ. 152°C). იგი გამოიყენება აგრეთვე, როგორც მაცილირებელი საშუალება. მას ღებულობენ მეთილფორმატზე დიმეთილამინის მოქმედებით:



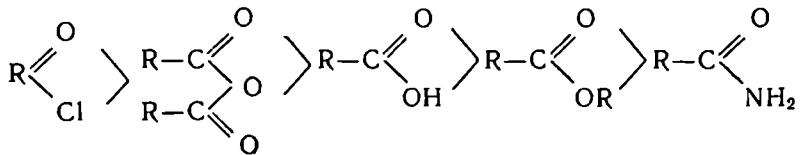
კარბონმჟავების განხილულ ნაწარმა ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციების ზოგადი განტოლება შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სქემით:



ეს რეაქციები მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, რაც უფრო

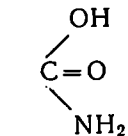
მეტადაა გამოხატული Z ელექტროაქტივობის (ელექტროფილური) ბუნება.

მააცილირებელი ნივთიერებების ნუკლეოფილურ რეაქციათა უნარი კლებულობს შემდეგი სქემის მიხედვით:

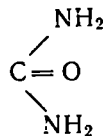


უმეტეს შემთხვევაში აცილირების რეაქციათა სიჩქარე დამოკიდებულია შინერალურ და ლუისის მკვებების თანაობაზე.

ნახშირმჟავას ამიდები. ნახშირმჟავა იძლევა არასრულ და სრულ ამიდს. აქედან არასრული ამიდია კარბამინმჟავა, ხოლო სრულია შარლოვანა:

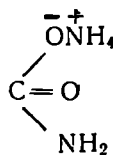


კარბამინმჟავა  
არასრული ამიდი

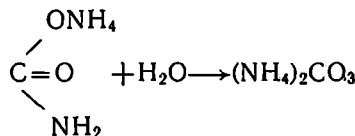


შარლოვანა (კარბამიდი)  
სრული ამიდი

კარბამინმჟავა თავისუფალი სახით არ არსებობს, ცნობილია მისი მარილები, ეთერები. მაგალითად, მის მარილს წარმოადგენს ამონიუმის კარბამატი:

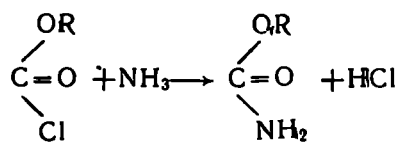
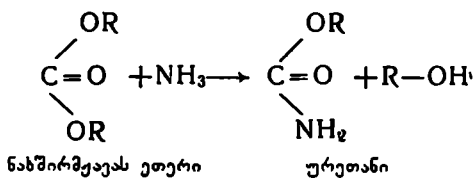


ამონიუმის კარბამატი არის წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც მაღალ ტემპერატურაზე განიცდის ჰიდროლიზს და მიიღება ამონიუმის კარბონატი:

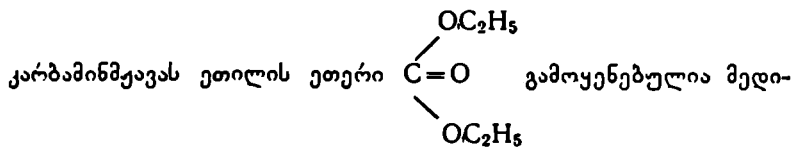


კარბამინმჟავას ეთერებს ეწოდებათ ურეთანები, რომლებიც მი-

ოლებიან ნახშირმჟავას ეთერებზე ან ნახშირმჟავას ქლორეთერზე ამიაკის მოქმედებით.



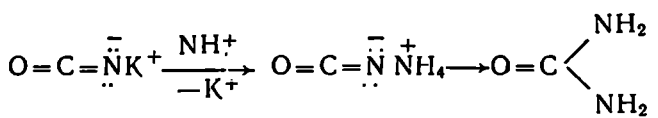
ურეთანები არიან უფერო კრისტალური ნივთიერებები, რომლებიც გამოიხდებიან დაუშლელად.



ცინაში, როგორც ძილის მომგვრელი საშუალება.

**შარდოვანა** (კარბამიდი). შარდოვანა, როგორც აღინიშნა, წარმოადგენს ნახშირმჟავას სრულ ამიდს. იგი იმყოფება ადამიანისა და ძუძუმწოვრების შარდში. ადამიანის შარდში იგი არის დაახლოებით 2%-მდე. დღე-ღამის განმავლობაში ადამიანი შარდოვანას გამოყოფს დაახლოებით 30 გ-მდე. შარდოვანა წარმოადგენს ადამიანსა და ძუძუმწოვრებში აზოტოვანი ცვლის საბოლოო პროდუქტს.

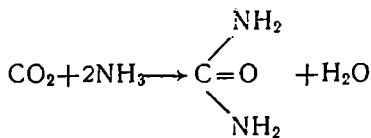
შარდოვანა პირველად (1928 წ.) მიიღო ველერმა ციანმჟავაკალიუმისა და ამონიუმის სულფატის ხსნარის აორთქლებით. ამ პროცესის დროს წარმოქმნილი ციანმჟავამონიუმი განიცდის იზომერიზაციას და შიილება შარდოვანა:



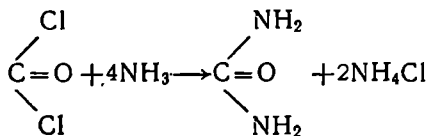
დღეისათვის ამ გზით შარდოვანას შიილებას აქვს მხოლოდ ისტორიული მნიშვნელობა.

ამჟამად შარდოვანას დიდი ოდენობით ღებულობენ ნახშირბადის დიოქსიდისა და ამიაკის ნარევის გახურებით მაღალ წნევაზე:

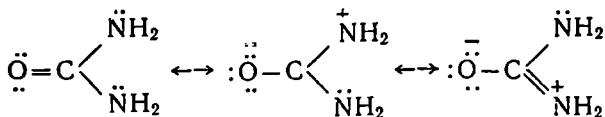




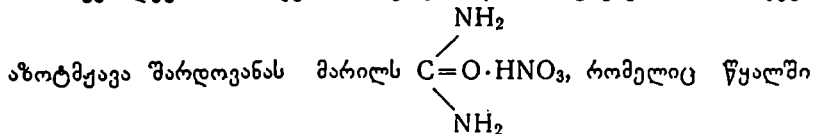
შარდოვანას აგებულების შესახებ წარმოდგენას იძლევა მისი მიღება ფოსგენიდან:



შარდოვანას ელექტრონული აგებულება შეიძლება გამოისახოს სხვადასხვა მეზომერული სტრუქტურებით:

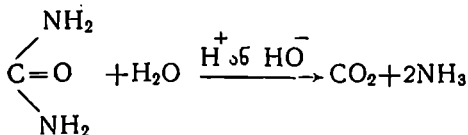


შარდოვანა წარმოადგენს ერთმევიან ფუძეს, რომელიც მჟავებთან გვაძლევს მარილებს. მაგალითად, აზოტმეავასთან იძლევა



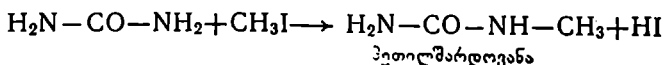
უხსნაღია.

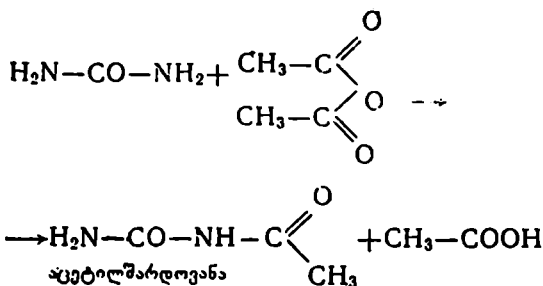
შარდოვანა მჟავებთან ან ფუძეებთან გაცხელებით ვანიცდის ჰიდროლიზს წახშირორჟანგისა და ამიაკის წარმოქმნით:



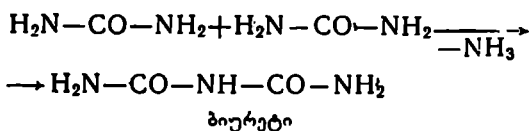
აღნიშნული რეაქცია ფერმენტ ურეაზის გავლენით მიმდინარეობს ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში.

შარდოვანა ვანიცდის ალკილირებასა და აცილირებას, რის შედეგადაც მიიღება ალკილირებული და აცილირებული შარდოვანა:





შარდოვანას გახურებით მიიღება სხვადასხვა პროდუქტი, რომელთა შორის ძირითადია ბიურეტი:



ბიურეტი სპილენძის მარილების ფუძე ხსნარში იძლევა იისფერ შეფერვას.

შარდოვანა ნორმალურ (არაგანშტოებულ) მთელ რიგ პარაფინულ ნაერთებთან (ალკანები, ალკენები, სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მჟავები, მარტივი ეთერები და სხვა) იძლევა მეთანოლში უხსნად კრისტალურ აღუქტებს, რომლებიც წყლის მოქმედებით ან გახურებით იშლებიან საწყის პროდუქტებად.

აღნიშნული აღუქტები წარმოადგენენ ჩართვის და არა ქიმიური ბმით წარმოქმნილ ნაერთებს.

შარდოვანა წარმოადგენს უფრო კრისტალებს (ლღ. ტემპ. 133°C). იგი იხსნება წყალსა და სპირტში.

შარდოვანა არის ძვირფასი აზოტოვანი სასუქი და ამ მიმართულებით იხარჯება მისი დიდი რაოდენობა. იგი გამოყენებულია პლასტიკური მასების მიღებისათვის, რომლებიც ხასიათდებიან სიმტკიცითა და ელვარებით. ცხოველთა საკვებში შარდოვანას შეტანით იზრდება საკვების კვებითი ღირებულება.

### 5. მართუმიანი ნაჯვარი მჟავების ჰალოგენაწარმოები

მჟავების ჰალოგენაწარმები არიან ისეთი ნაერთები, სადაც მჟავას ალკილის წყალბადატომები შეცვლილია ჰალოგენის ატომებით. იმის მიხედვით, თუ რამდენი წყალბადატომია ალკილში შეცვლილი ჰალოგენის ატომით, არჩევენ მონო-, დი- და ა. შ. ჰალოგენჩანაც-

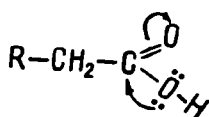
ვლებულებს. ამასთან, კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ თუ რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება ჰალოგენატომი, შეიძლება გავარჩიოთ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და ა. შ. ჰალოგენჩანაცვლებულები. მაგალითად:  $\alpha$ -ქლორპროპიონმჟავა  $\text{CH}_3\text{—CHCl—COOH}$ ,  $\beta$ -ქლორპროპიონმჟავა  $\text{CH}_2\text{Cl—CH}_2\text{—COOH}$ ,  $\gamma$ -ბრომბრომჟავა  $\text{CH}_2\text{Br—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$ .

საერთაშორისო ნომენკლატურით ჰალოგენმჟავების სახელწოდება გამომდინარეობს მჟავას სახელწოდებიდან. ჰალოგენის ადგილმდებარეობას უჩვენებენ ციფრით. მაგალითად,  $\overset{1}{\text{C}}\text{H}_3\text{—}\overset{2}{\text{C}}\text{HCl—}\overset{3}{\text{C}}\text{OOH}$  2-ქლორპროპანმჟავა,  $\text{CH}_2\text{Br—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$  4-ბრომბუტანმჟავა და ა. შ.

მიღების საშუალებანი. მჟავების პირდაპირი ქლორირება და ბრომირება მიმდინარეობს გაცხელებით სინათლის ან კატალიზატორების თანაობით. ამასთან მჟავას ალკილის სიგრძის შესაბამისად შეიძლება მიღებულ იქნეს  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და ა. შ. ჰალოგენჩანაცვლებულები.

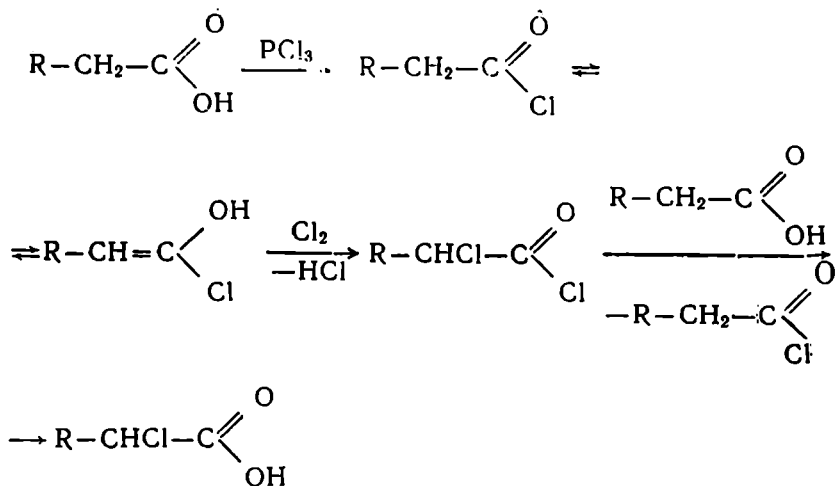
პირველად დიუმას მიერ ძმარმჟავას პირდაპირი ქლორირებით მიღებულ იქნა მონო-, დი- და ტრიქლორძმარმჟავა.

მჟავები უფრო ადვილად განიცდიან ჰალოგენირებას, ვიდრე ალკანები, მაგრამ გაცილებით უფრო ძნელად ჰალოგენირდებიან, ვიდრე ალდეჰიდები, კეტონები და აცილჰალოგენიდები. მჟავების შედარებით ძნელად ჰალოგენირება გამოწვეულია იმით, რომ კარბოქსილის ნახშირბადის ელექტრონული დეფიციტი ანაზღაურებულია პიროქსილის ჯგუფის ელექტრონების გადაწვევით ნახშირბადისაკენ:

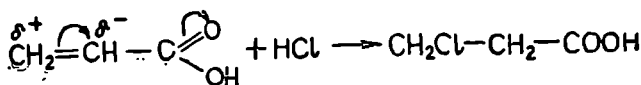


ამიტომ  $\alpha$ -ჰალოგენმჟავების მიღებისათვის მიმართავენ ჰელ-ფოლგარდ-ზელინსკის მეთოდს (რეაქციას). აღნიშნული იყო, რომ ამისათვის იღებენ მჟავას, ქლორს ან ბრომს და მცირე ოდენობით წითელ ფოსფორს.

ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ფოსფორისა და ჰალოგენის (ქლორი ან ბრომი) შოქმედებით წარმოიქმნება ტრიქლორფოსფორი, რომელიც მჟავას გარდაქმნის აცილქლორიდად. უკანასკნელი, მჟავას კარბოქსილის ჯგუფთან შედარებით, კარბონილქლორიდის ძლიერი უარყოფითი ინდუქციური ეფექტის ( $-I$ ) გამო,  $\text{C—H}$  იძენს მეტ მჟავურ ბუნებას, რასაც თან სდევს ენოლიზაცია:

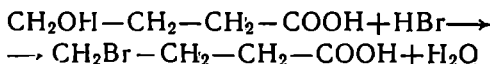


β-ჰალოგენკარბონმჟავები მიიღებიან შესაბამის უნაჯერ მჟავეებზე ჰალოგენწყალბადის მოქმედებით:

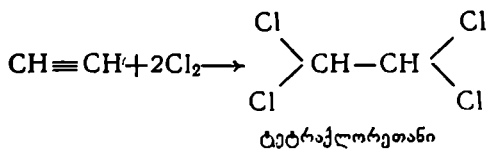


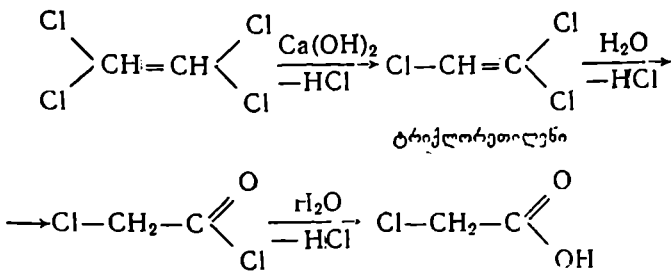
β-ჰლორპროპიონმჟავა

γ-ჰალოგენკარბონმჟავეებს დებულობენ შესაბამის ოქსიმჟავეებზე ჰალოგენწყალბადმჟავას მოქმედებით:



მონოქლორმარმჟავა, რომელიც დიდ გამოყენებას პოულობს ორგანულ სინთეზში, საწარმოო მასშტაბით მიიღება აცეტილენის ქლორირებით და მიღებული ტეტრაქლორეთანის დეჰიდროქლორირებით:



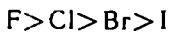


ჰალოგენკარბონმჟავები არიან, როგორც სითხეები, ასევე მყარი ნივთიერებები. მაგალითად, ქლორძმარმჟავა კრისტალური ნივთიერებაა (ლ. ტემპ. 61.5°C) დიქლორძმარმჟავა CHCl<sub>2</sub>-COOH სითხეა (დუღ. ტემპ. 194°C), ტრიქლორძმარმჟავა CCl<sub>3</sub>-COOH მყარია (ლ. ტემპ. 52°C).

ჰალოგენკარბონმჟავები ჰალოგენის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტის (-I) გამო უფრო ძლიერი მჟავები არიან. ვიდრე კარბონმჟავები. როგორც აღინიშნა. ტრიფტორძმარმჟავა სიძლიერით უტოლდება ისეთ ძლიერ მინერალურ მჟავას, როგორიც ქლორწყალბადმჟავაა.

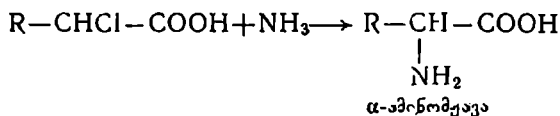
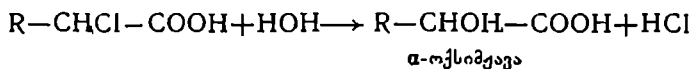
α-ჰალოგენმჟავებში ჰალოგენი უფრო ადვილმოდრავია, ვიდრე ჰალოგენალკილებში, რადგან ჰალოგენისა და მჟავას კარბონილის ჯგუფის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტის გავლენით C-X ბმა ძლიერ პოლარიზებულია.

ჰალოგენმჟავების დისოციაციის ხარისხი სწრაფად ეცემა კარბოქსილის ჯგუფსა და ჰალოგენს შორის მანძილის გადიდების კვალობაზე. მათი სიძლიერე აგრეთვე დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი ჰალოგენატომი იმყოფება მჟავაში. მაგალითად, ჰალოგენჩანაცვლებული მჟავებიდან ყველაზე უფრო ძლიერია ფტორჩანაცვლებულები და სუსტია იოლჩანაცვლებულები:

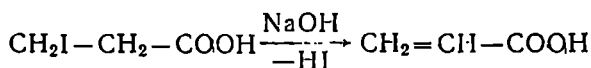


ჰალოგენმჟავები შედიან რეაქციებში, რომლებიც დამახასიათებელია ერთფუძიანი ნაჭერი მჟავებისათვის, ისინი იძლევიან მარილებს, რთულ ეთერებს, ჰალოგენანჰიდრიდებს, ანჰიდრიდებსა და სხვა. ამასთან შათთვის დამახასიათებელია ჰალოგენატომის ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს S<sub>N</sub> 2 მექანიზმის მიხედვით.

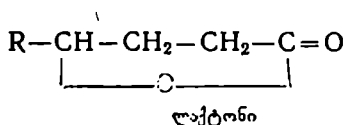
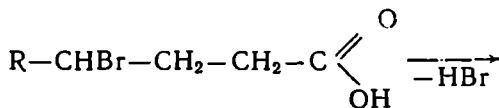
მაგალითად, α-ჰალოგენმჟავები წყლის მოქმედებით გარდაიქმნებიან α-ოქსიმჟავებად, ხოლო ამიაკთან ურთიერთმოქმედებით იძლევიან α-ამინომჟავებს:



β-ჰალოგენმჟავები ტუტეებთან დუდილით განიცდიან დეჰიდრო-ჰალოგენირებას და შიილება კუნაჯერი მჟავები:



α-ჰალოგენმჟავები ტუტეებთან ან წყალთან დუდილის დროს β-ჰალოგენმჟავების ანალოგიურად განიცდიან დეჰიდროჰალოგენირებას და მიიღებიან ლაქტონები და არა უნაჯერი მჟავები:



ჰალოგენმჟავებში ჰალოგენის ატომთა ფრაგმენტებით ჩანაცვლების რეაქციების განხორციელების დროს უმთავრესად იყენებენ არა უშუალოდ ჰალოგენმჟავებს, არამედ შათ რთულ ეთერებს.

### თ ა ვ ი X X I I I .

#### ( ო რ ფ უ ძ ი ა ნ ი კ ა რ ბ ო ნ შ ა ვ ე ბ ი

##### 1. ო რ ფ უ ძ ი ა ნ ი ნ ა ჯ უ რ ი მ შ ა ვ ე ბ ი |

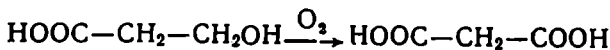
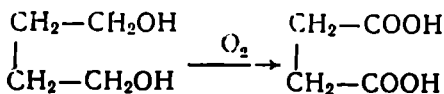
ორფუძიანი მჟავები მოლეკულაში შეიცავენ კარბოქსილის ორ ჯგუფს. მათი ზოგადი ფორმულაა:  $HOOC-C H_{2n}-COOH$ . თუ  $n=0$ , მაშინ მივიღებთ პირველი წევრის ფორმულას  $HOOC-COOH$ . როცა  $n=1$ , გვექნება  $HOOC-CH_2-COOH$  და ა. შ.

ქვემოთ მოყვანილია ზოგიერთი ორფუძიანი მჟავას ფორმულები და მათი სახელწოდება ტრივიალური და საერთაშორისო ნომენკლატურით:

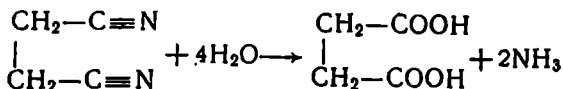
ფორმულა	ტრივიალური	საერთაშორისო
$\text{HOOC}-\text{COOH}$ $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ $\text{HOOC}-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad  $ $\quad \text{CH}_3$	მეანმჟავა, მალონმჟავა ქარვმჟავა, მეთილმალონმჟავა,	ეთანდიმჟავა პროპანდიმჟავა ბუტანდიმჟავა მეთილპროპანდიმჟავა
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ $-\text{CH}_2-\text{COOH}$ $\quad  $ $\quad \text{CH}_3$	გლუტარმჟავა,	პენტანდიმჟავა
$\text{HOOC}-\text{C}-\text{COOH}$ $\quad  $ $\quad \text{CH}_3$	დამეთილმალონმჟავა	დამეთილპროპანდიმჟავა
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$ $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	აღიპნმჟავა, პიმელონმჟავა, კორპმჟავა (სუბერინის მჟავა) აზელანმჟავა, სებაცინმჟავა,	ჰექსანდიმჟავა ჰეპტანდიმჟავა ოქტანდიმჟავა
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$		ნონანდიმჟავა დეკანდიმჟავა

მიღების საშუალებანი. ორფუძიანი მჟავების მიღების ზოგადი მეთოდები ანალოგიურია ერთფუძიანი მჟავების მიღებისა. ამასთან კარბოქსილის ჯგუფები თანდათან ან ერთდროულად შეიძლება შეყვანილ იქნეს რეაქციებში, მაგალითად:

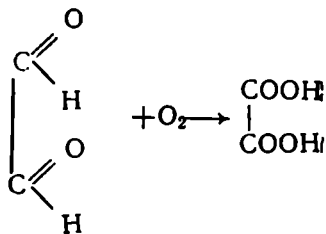
1: ორი პირველადი სპირტის ჯგუფის შემცველი გლიკოლების ან პირველადი სპირტმჟავების დაეანგვით წარმოიქმნებიან ორფუძიანი მჟავები:



2. დინიტრილების ჰიდროლიზი:

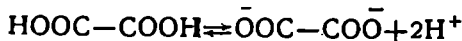


### 3. დიალდეჰიდების დაჟანგვა:



4. ორფუძიანი მჟავები მიიღებიან მალონმჟავისა და აცეტმარ-მჟავას ეთერიდან (გვ. 334, 371)

**ფიზიკური თვისებები.** ორფუძიანი მჟავები არიან კრისტალური ნივთიერებები. ეს აიხსნება იმით, რომ წყალბადური ბმის შეშვე-ობით ისინი უფრო ძლიერ ასოცირებულნი არიან, ვიდრე ერთფუ-ძიანი მჟავები. ისე, როგორც ერთფუძიან მჟავებში, ორფუძიან მჟა-ვეებში (უფრო მკვეთრად) გამოხატულია ლობის ტემპერატურის თავისებური კანონზომიერება. ლუწი ნახშირბადატომის შემცველი მჟავების ლობის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე მეზობ-ლად მდგომი კენტი ნახშირბადატომის შემცველი მჟავასი. მაგალი-თად, ადიპინმჟავა  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$  ლღვება  $153^\circ\text{C}$ , გლუ-ტარმჟავა  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$   $97,5^\circ\text{C}$  და პიმელინმჟავა  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$   $105^\circ\text{C}$ . (აღნიშნული კანონზომიერება ძალა-შია იმ შემთხვევაში, როცა კარბოქსილის ჯგუფები განლაგებული არიან ჯაჭვის თავსა და ბოლოში). ორფუძიანი მჟავები წყალში იხს-ნებიან. თანაც უფრო კარგად იხსნებიან კენტი ნახშირბადატომების, ვიდრე ლუწი ნახშირბადატომების შემცველი მჟავები. წყალში ხსნა-დობა ჰომოლოგიური რიგის ზრდასთან ერთად მცირდება. ორფუძი-ანი მჟავები უფრო ძლიერია, ვიდრე ერთფუძიანი მჟავები. თანაც, რაც უფრო ახლოა ერთმანეთთან კარბოქსილის ჯგუფები, მით უფ-რო ადვილად ახდენენ ერთმანეთზე გავლენას და მჟავა უფრო ძლი-ერია. კონცენტრირებულ წყალხსნარში იონიზებულია ერთი კარბო-ქსილის ჯგუფი, ხოლო განზავებულ წყალხსნარში მეორე კარბოქსი-ლის ჯგუფი ნაწილობრივია იონიზირებული:



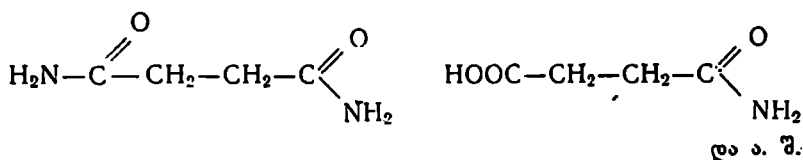
თუ შევადარებთ ერთმანეთს მჟაუნმჟავას, მალონის, ქარვისა და გლუტარის მჟავას იონიზაციის კონსტანტებს  $25^\circ\text{C}$  წყალხსნარში, შემდეგ სურათს შევიღებთ.



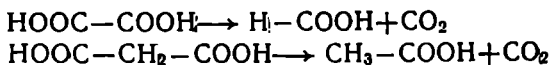
	$K_{a1}$	$K_{a2}$
HOOC—COOH	$5,90 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$
HOOC—CH <sub>2</sub> —COOH	$1,49 \cdot 10^{-3}$	$2,03 \cdot 10^{-6}$
HOOC—(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> —COOH	$6,89 \cdot 10^{-5}$	$2,47 \cdot 10^{-5}$
HOOC—(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> —COOH	$4,55 \cdot 10^{-5}$	$3,89 \cdot 10^{-6}$

სადაც  $K_{a1}$  და  $K_{a2}$  არის პირველი და მეორე კარბოქსილის ჯგუფის იონიზაციის კონსტანტა განზავებულ წყალხსნარში.

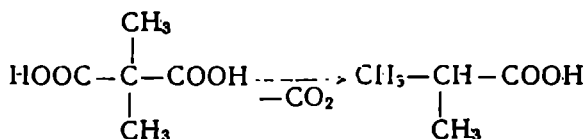
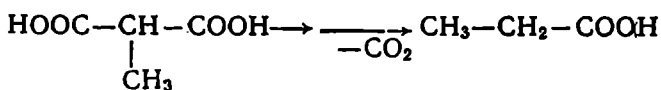
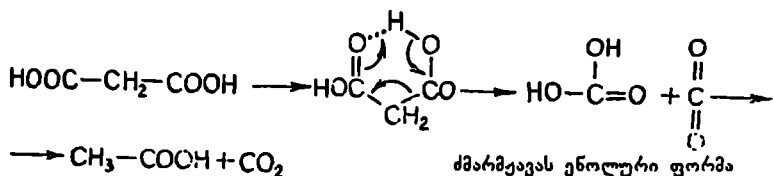
ქიმიური თვისებები. ორფუძიანი მჟავები იძლევიან ორი რიგის მარილებს, რთულ ეთერებს, ამიდებსა და სხვა ნაერთებს. მაგალითად: ნატრიუმის ოქსალატი  $\text{NaOOC—COONa}$ , ნატრიუმის მჟავე ოქსალატი  $\text{HOOC—COONa}$ , მალონმჟავას დიეთილის ეთერი  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OOC—CH}_2\text{—COOC}_2\text{H}_5$ , მალონმჟავას ეთილის (მჟავა) ეთერი  $\text{HOOC—CH}_2\text{—COOC}_2\text{H}_5$ , ქარვის მჟავას დი-და მონოამიდი, შესაბამისად:



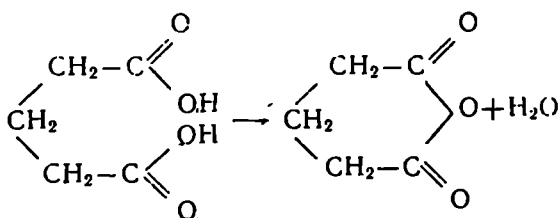
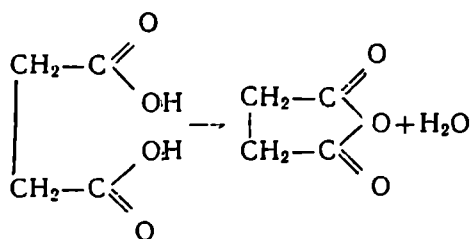
1. მოლეკულაში ორი კარბოქსილის ჯგუფის არსებობით განპირობებულია ორფუძიანი მჟავების სპეციფიკური თვისებები. მაგალითად, თუ კარბოქსილის ორივე ჯგუფი ერთმანეთთან არის დაკავშირებული (როგორც ეს მჟაუნმჟავაშია) ან თუ კარბოქსილის ჯგუფები დაკავშირებულია ერთი და იმავე ნახშირბადატომთან, მაშინ მათი გახურებით ადგილი აქვს დეკარბოქსილირებას და წარმოიქმნება ერთფუძიანი მჟავები:



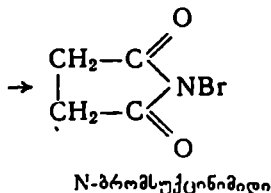
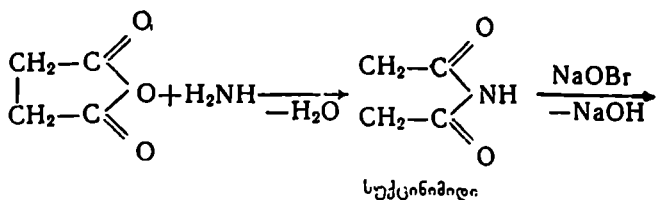
მალონმჟავას გახურებით გამოწვეული დეკარბოქსილირების მექანიზმი მიმდინარეობს პირველ სტადიაში ექვსწევრიანი ციკლური სისტემის წარმოქმნით, რომელიც სტაბილირებულია შიგამოლეკულური წყალბადური ბმით:



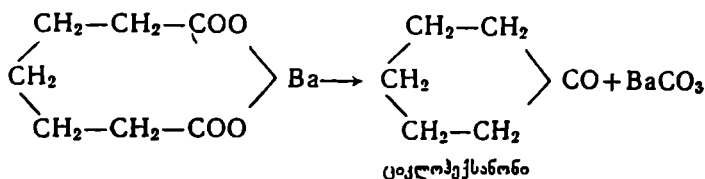
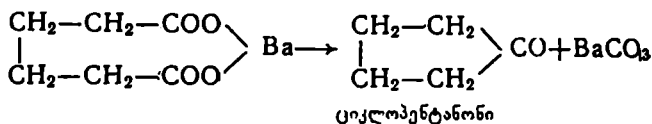
2. ქარვისა და გლუტარის შეკვების გახურებით წარმოიქმნებიან ციკლური ანჰიდრიდები:



ქარვის შეკვას ანჰიდრიდი ამიაკთან ურთიერთმოქმედებით გარდაიქმნება იმიდად (სუქცინიმიდი), რომელიც NaOBr მოქმედებით იძლევა N-ბრომსუქცინიმიდს:



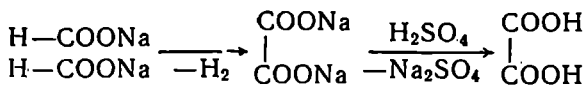
3. ალიბინის ან პიმელინის მეყავს Ca ან Ba მარილის გახურებისას ადგილი აქვს დეკარბოქსილირებას და შესაბამისად წარმოიქმნება ციკლოპენტანონი და ციკლოჰექსანონი:



წარმოქმნილი ალიციკლური კეტონები სტაბილური ნაერთებია.

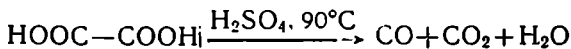
ცალკეული წევრები. მეაუნმეაუა. მეაუნმეაუა მარილების სახით ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა უჯრედების წვენში. განსაკუთრებით მას დიდი ოდენობით შეიცავს წყალმცენარეები, სოკოები, გვიმრები. არის ისეთი ზავსი, რომლის მშრალი ნაშთის 60%-ი კალციუმის ოქსალატი. კალციუმის მეაუე მარილის სახით იგი გვხვდება მეაუნასა და მეაუელაში. კალციუმის ოქსალატის სახით იგი გვხვდება ადამიანის შარდში, როცა დარღვეულია ზოგიერთ ნივთიერებათა ცვლა.

მეაუნმეაუას სამრეწველო მასშტაბით ქლებულობენ ნატრიუმის ფორმატის 400°C სწრაფი გახურებით:

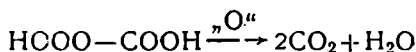


წყალხსნარიდან მჟაუნმჟავა კრისტალდება (ჰიდრატის სახით  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , რომელიც ღვება  $101,5^\circ\text{C}$ . უწყლო მჟაუნმჟავა დაშლით ღვება  $180^\circ\text{C}$ .

მჟაუნმჟავა კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან გაცხელებით იშლება ნახშირბადის ოქსიდის, დიოქსიდისა და წყლის გამოყოფით:

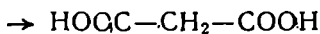
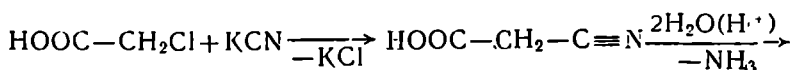


მჟაუნმჟავა იჟანგება და წარმოქმნის ნახშირბადის დიოქსიდსა და წყალს:



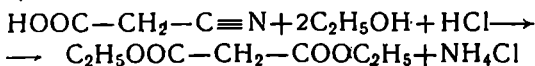
მჟაუნმჟავას ამ თვისების გამო იყენებენ, როგორც აღმდგენელსა და პერმანგანატის ხსნარების ტიტრის დასადგენად. გარდა ამისა, მას იყენებენ სამღებრო საქმეში, როგორც ფერმჭერს, მეტალთა გაპრიალებისათვის, ზოგიერთი ჯის ნაკეთობათა გათეთრებისათვის, ურანის გაწმენდასა და სხვა საქმეში.

**მალონმჟავა.** მალონმჟავა იმყოფება შაქრის ჰარხლის წვენში. პირველად იგი მიღებულ იქნა ვაშლისმჟავას დაჟანგვით. ამჟამად მას ღებულობენ მონოქლორმარმჟავადან. უკანასკნელი KCN მოქმედებით გადაყავთ ციანმარმჟავაში, რომლის მჟავე არეში ჰიდროლიზით წარმოიქმნება მალონმჟავა:



მალონმჟავა წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $130,3^\circ\text{C}$ .

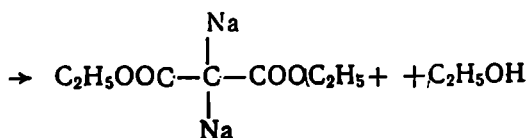
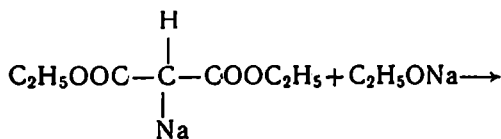
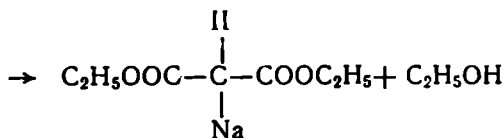
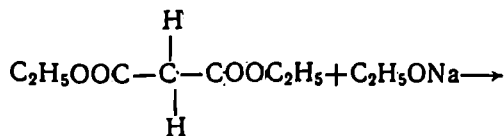
ციანმარმჟავაზე ეთანოლისა და მარილმჟავას მოქმედებით მიიღება მალონმჟავას დიეთილის ეთერი:



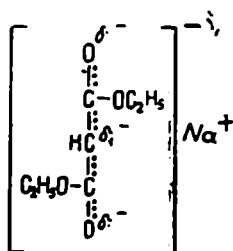
მალონმჟავაეთერი წარმოადგენს სასიამოვნო სუნის სითხეს, რომელიც ღვებს  $199^\circ\text{C}$ -ზე.

მჟავეების სინთეზი მალონმჟავას ეთერის მეშვეობით. ეთოქსი-კარბონილის ჯგუფების ძლიერი -I ეფექტის გამო მალონმჟავა ეთე-

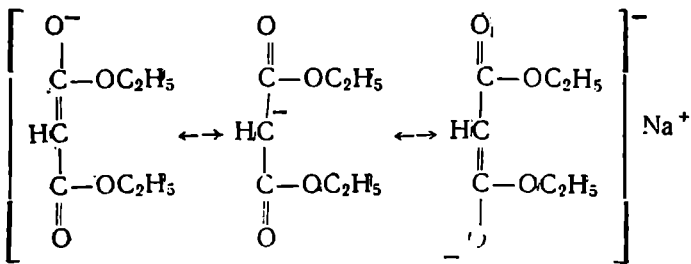
რი ხასიათდება C—H მევეური ბუნებით, რის გამოც მეტალური ნატრიუმის ან ნატრიუმეთილატის მოქმედებით მეთილენური წყალბადატომები ჩაინაცვლება ნატრიუმის ატომით და მიიღება. როგორც მონო-, ასევე დინატრიუმმალონმეაქვას ეთერი:



ნატრიუმმალონმეაქვას ელექტრონული აგებულება შეიძლება გამოისახოს უარყოფითმუხტიანი დელოკალიზირებული ერთი ფორმულით ან სამი სხვადასხვა ლოკალიზებული მუხტიანი რეზონანსული ფორმულით:

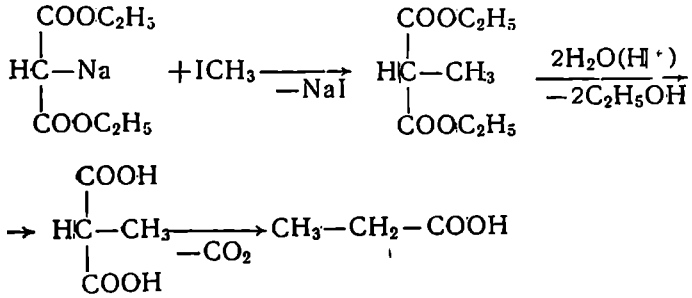


შეუღლებული ანიონი

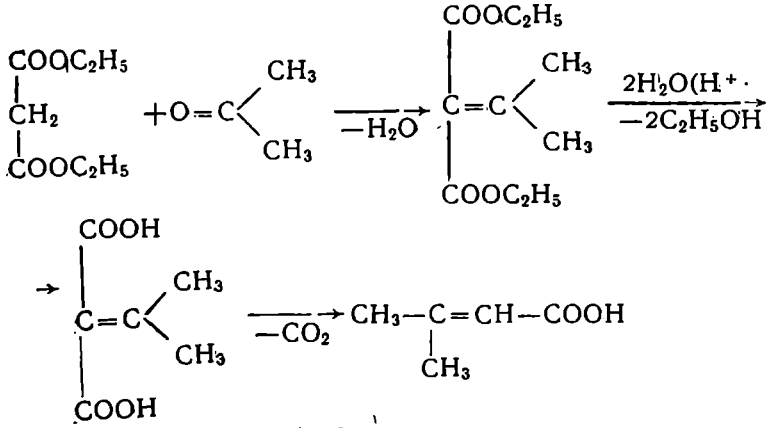


რეზონანსული სტრუქტურები

ნატრიუმმალონმეცხვას ეთერისა და ჰალოგენალკილის ურთიერთ-მოქმედებით მიიღება ალკილმალონმეცხვას ეთერი, რომლის ჰიდროლიზით მიიღება ორფუძიანი მჟავა. უკანასკნელი გახურებით გარდაიქმნება ერთფუძიან მჟავად:

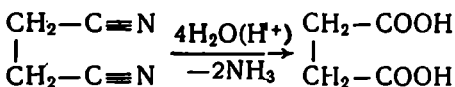
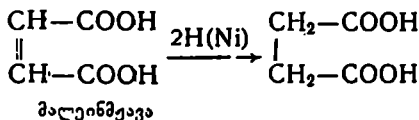


მალონმეცხვას ეთერის ალდეჰიდებთან ან კეტონებთან კონდენსაციით შეორეული ამინების თანაობით მიიღებიან უნაჯერი მჟავები:



β,β-დიმეთილაკრილმჟავა

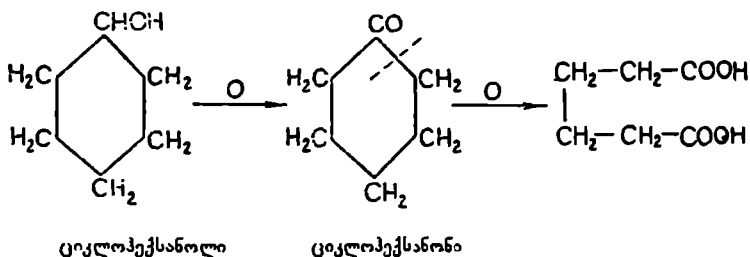
ქარვმევა. ქარვმევა პირველად აღმოჩენილ იქნა ქარვის გამო-  
ნახადის პროდუქტებში (1556 წ.), იმყოფება უმწიფარ ხილში. იგი  
მიიღება მალეინმეავას აღდგენითა და დინიტრილის ჰიდროლიზით:



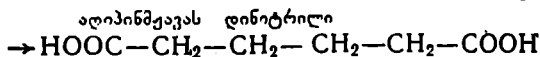
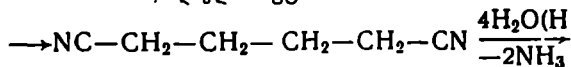
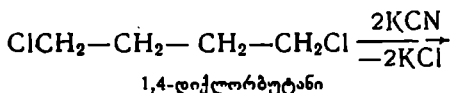
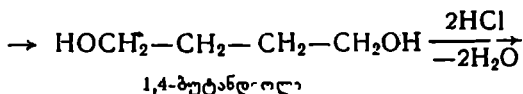
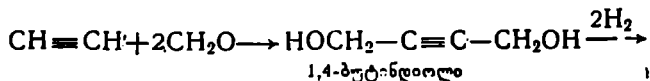
ქარვმეავას მარილებს სუქცინატები ეწოდებათ.

ქარვმევა არის კრისტალური ნივთიერება, ლობის ტემპერა-  
ტურაა 182.8°.

ადიპინმევა. ადიპინმევა იმყოფება შაქრის ქარხლის წვეწოში.  
იგი დიდი რაოდენობით მიიღება ციკლოპექსანოლის დაჟანგვით:



გარდა ამისა, ადიპინმეავას ლეზულობენ აცეტილენის კონდენსა-  
ციით ფორმალდეჰიდთან რეპეს რეაქციით:

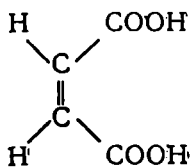


ადიპინმჟავა წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას (ლლ. ტემპ. 153°C), რომელიც ცუდად იხსნება წყალსა და ეთერში. კარგად იხსნება სპირტში.

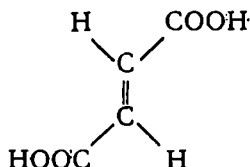
ადიპინმჟავა გამოყენებულია სინთეზური მბოქვოს — ნაილონის მისაღებად.

### ჟ. ორფუმიანი უნაჯარი მჟავები

უმარტივესი ორფუმიანი უნაჯერი მჟავებია მალეინისა და ფუმარის მჟავა. მათ აქვთ ერთი და იგივე სტრუქტურული ფორმულა  $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ . მიუხედავად ამისა, ისინი ხასიათდებიან სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით, რაც განპირობებულია გეომეტრიული იზომერიის მოვლენით. ცის-იზომერს უწოდებს მალეინის მჟავა, რადგან იგი პირველად მიიღეს ვაშლის მჟავას დეჰიდრატაციით (ლათ. malum — ვაშლი), ხოლო ტრანს-იზომერს — ფუმარის მჟავა, იგი აღმოჩენილ იქნა მცენარე — შავთარაში (ლათ. *Fumaria officinalis*)

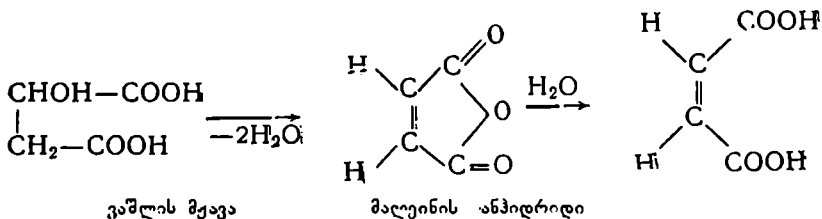


მალეინის მჟავა



ფუმარის მჟავა

მიღების საშუალებანი. 1. მალეინმჟავა მიიღება ვაშლის მჟავას 250°C-ზე გახურებით. ჯერ წარმოიქმნება მალეინმჟავას ანჰიდრიდი, რომელიც წყლის მოქმედებით გარდაიქმნება მალეინმჟავად:

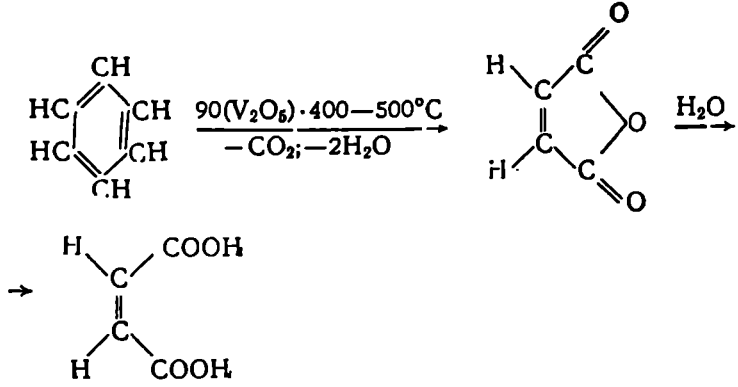
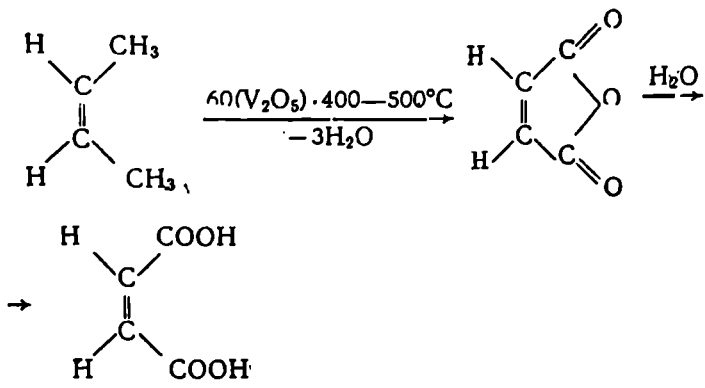


ვაშლის მჟავა

მალეინის ანჰიდრიდი

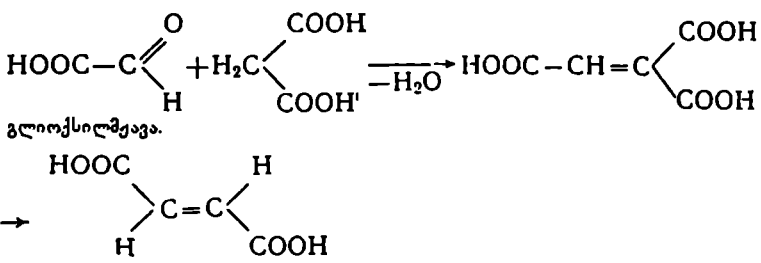
2. მალეინმჟავას სამრეწველო მასშტაბით დებულობენ 2-ბუტენის, ბენზოლისა და ზოგიერთი სხვა ნივთიერებების კატალიზური დაჟანგვით:





მალეინმეჟევა კრისტალდება პრიზმულ ფორმაში. იგი წყალში კარგად იხსნება, წარმოადგენს ლაბილურ ფორმას.

ფუმარმეჟევის ლებულობენ გლიოქსილმეჟევისა და მალონმეჟევის ურთიერთმოქმედებით:



ფუმარმეჟევა წყალში კარგად იხსნება. განსხვავებით მალეინის მეჟევისაგან, წარმოადგენს სტაბილურ ფორმას.

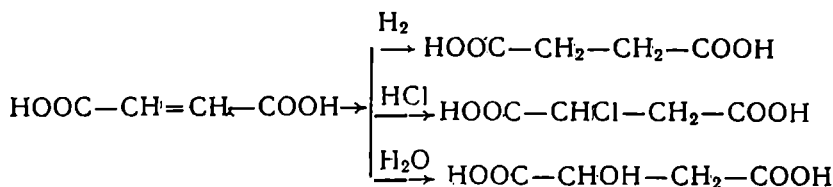
მალენისა და ფუმარის მჟავას ფიზიკური თვისებები მოცემულია 34-ე ცხრილში.

ცხრილი 34

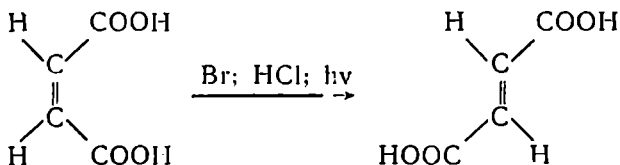
მალენისა და ფუმარის მჟავას ფიზიკური თვისებები

მჟავა	ლ. ტემ. °C	წყალში ხსნადობა 25°C %	წილს ენერგია კჯ/მოლი	სიმკვრივე d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	იონიზაციის კონსტანტა	
					K <sub>a1</sub>	K <sub>a2</sub>
მალენმჟავა	130,5	78,7	1372,5	1,590	1,7 · 10 <sup>-2</sup> (25°C ზე)	2,6 · 10 <sup>-7</sup> (25°C-ზე)
ფუმარმჟავა	187	0,7	1339,8	1,635	9,3 · 10 <sup>-4</sup> (18°C-ზე)	1,9 · 10 <sup>-6</sup> (18°C-ზე)

ქიმიური თვისებები. მალენისა და ფუმარის მჟავას, როგორც ორმაგი ბმის შემცველ ნაერთებს, ახასიათებთ შეერთების რეაქციები, მაგალითად, იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენწყალბადს, წყალსა და სხვა.

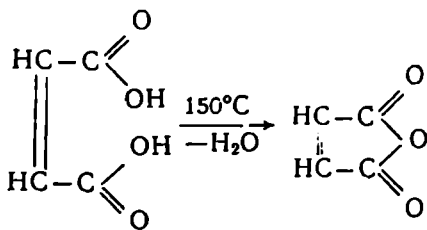


მალენის მჟავა, როგორც ლაბილური ფორმა, ბრომის, ჰალოგენწყალბადმჟავათა კატალიზური მოქმედებით, მზის სხივების გავლენითა და სხვა გადადის ფუმარის მჟავაში:



ფუმარმჟავას გადასვლა მალენმჟავაში ზორციელდება ულტრაიისფერი დასხივებით.

იმის გამო, რომ მალენმჟავაში სივრცობრივად ახლოს იმყოფებიან ერთმანეთთან კარბოქსილის ჯგუფები, გახურებით მალენმჟავა ადვილად გადადის ციკლურ ანჰიდრიდში — მალენმჟავა ანჰიდრიდში:



ფუმარის შეჯავა 150°C-ზე გახურებით (და სხვა პირობებშიც) არ განიცდის ციკლიზაციას და არ წარმოქმნის ანჰიდრიდს.

მალეინმჟავასა და ფუმარმჟავას შორის აღნიშნული ქიმიური თვისებების მხრივ განსხვავება იმაზე მიუთითებს, რომ მალეინმჟავა ცის-იზომერია, ხოლო ფუმარმჟავა — ტრანს-იზომერი.

მალეინმჟავათი დამუშავებული შინის ქსოვილი თავისი სიმტკიცით არ ჩამოუვარდება უქანგავ ფოლადს. მალეინმჟავას სხვადასხვა ნივთიერებასთან კომპოზიციით მიღებულია ისეთი გამძლე მასალები, რომლებიც გამოყენებულია კოსმოსური რაკეტების კორპუსის, ავტომანქანების ძარის, გემების კორპუსის, წყალსადენი მილებისა და სხვათა დასამზადებლად. მალეინმჟავას ბაზაზე შექმნილია სპეციალური საიზოლაციო ქსოვილები და სხვა. მალეინმჟავას იყენებენ კვების მრეწველობაში, ცხიმების, ზეთების, რძის ფხვნილისა და სხვა საკვები პროდუქტების გამწარების თავიდან ასაშორებლად. მალეინმჟავას ანჰიდრიდს, როგორც დიენოფილს, იყენებენ დილს-ალდერის რეაქციებში და სხვა.

#### თავი XXIV.

### ოქსიმჟავები და ოპტიკური იზომერია

ოქსიმჟავები არიან ისეთი ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც მოლეკულაში ერთდროულად შეიცავენ კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფს. იმის მიხედვით, თუ რამდენი კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფი იმყოფება მოლეკულაში, შეიძლება გავარჩიოთ: მონოოქსიმონოკარბონმჟავები (შეიცავენ ერთ ჰიდროქსილისა და ერთ კარბოქსილის ჯგუფს), მონოოქსიდიკარბონმჟავები (შეიცავენ ერთ ჰიდროქსილისა და ორ კარბოქსილის ჯგუფს), დიოქსიდიკარბონმჟავები (შეიცავენ ორ ჰიდროქსილისა და ორ კარბოქსილის ჯგუფს) და ა. შ.

ოქსიმჟავების ფუძიანობა განისაზღვრება კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობით, ხოლო ატომიანობა ჰიდროქსილისა და კარბოქსილის ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობით. მაგალითად, მონოოქსიმონოკარბონმჟავები არიან ერთფუძიანი და ორატომიანი ოქსიმჟავები, ხოლო მონოოქსიდიკარბონმჟავები წარმოადგენენ ორფუძიან და სამატომიან ოქსიმჟავებს.

### 1. მონოოქსიმონოკარბონმჟავები

მონოოქსიკარბონმჟავები შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები (ძმარმჟავიდან დაწყებული), სადაც ალკილის ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით. იმის მიხედვით, თუ კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ, რომელ ნახშირბადატომთან იმყოფება ჰიდროქსილის ჯგუფი, არჩევენ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და ა. შ. ოქსიმჟავებს. უმარტივესი წარმომადგენელია ოქსიმარმჟავა  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{COOH}$ , რომელსაც გლიკოლმჟავა ეწოდება. შემდეგი წევრი არსებობს ორი იზომერის სახით:  $\alpha$ -ოქსიპროპიონმჟავა (რძის მჟავა)  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{COOH}$  და  $\beta$ -ოქსიპროპიონმჟავა  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ .

სისტემატური ნომენკლატურით მჟავაში ჰიდროქსილის ჯგუფის ადგილმდებარეობას უჩვენებენ ციფრებით, თანაც ნახშირბადატომების დანომერას აწარმოებენ კარბოქსილის ჯგუფიდან.  $\alpha$  და  $\beta$  ოქსიპროპიონის მჟავებს სისტემატური ნომენკლატურით ეწოდებათ შესაბამისად:



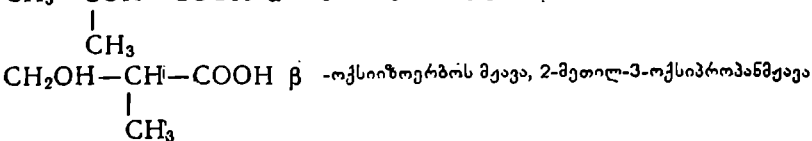
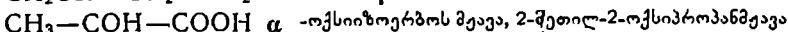
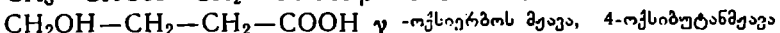
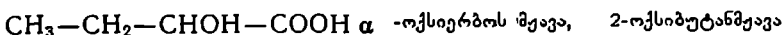
2-ოქსიპროპანმჟავა



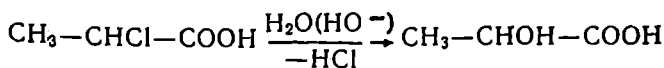
და

3-ოქსიპროპანმჟავა.

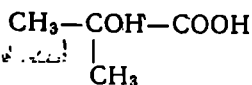
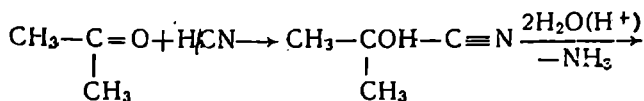
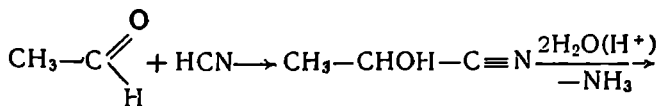
ოქსიმჟავა, რომელიც შეიცავს ოთხ ნახშირბადატომს, არსებობს ხუთი სტრუქტურული იზომერის სახით:



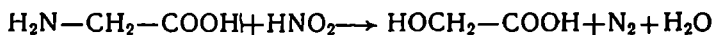
მიღების საშუალებანი. 1.  $\alpha$ -ოქსიმჟავები ადვილად მიიღებიან შესაბამისი ჰალოგენმჟავების ტუტე გარემოში ჰიდროლიზით.



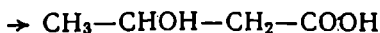
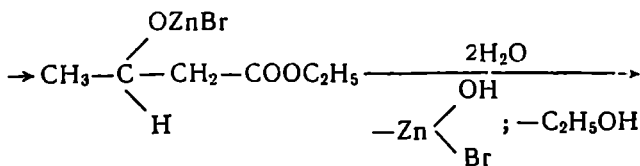
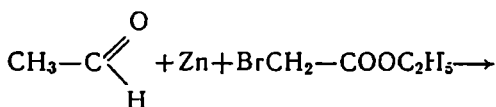
2.  $\alpha$ -ოქსიმჟავების მიღების ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს ოქსინიტრილების ჰიდროლიზი:



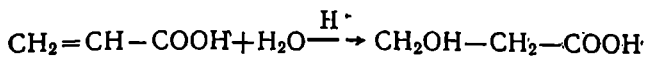
3. ამინომჟავებისა და აზოტოვანი მჟავას ურთიერთმოქმედებით მიიღებიან ოქსიმჟავები:



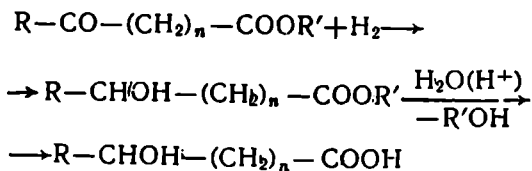
4.  $\beta$ -ოქსიმჟავების მისაღებად ხშირად იყენებენ ს. ნ. რეფორმატსკის რეაქციას. ამისათვის იღებენ ალდეჰიდებს ან კეტონებს, რომლებზედაც მოქმედებენ ჰალოგენმჟავას ეთერიზა და თუთიით:



5. უნაჯერი მჟავების ჰიდრატაციით, ორმაგი ბმის ადგილმდებარეობის შესაბამისად წიიღებიან  $\beta$ ,  $\gamma$  და  $\delta$ -ოქსიმჟავები:



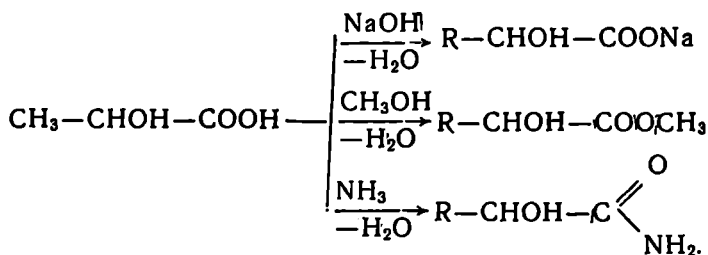
6. ოქსიმჟაეები მიიღებიან შესაბამისი კეტონმჟაეების რთული ეთერების კატალიზური ჰიდრირებით:



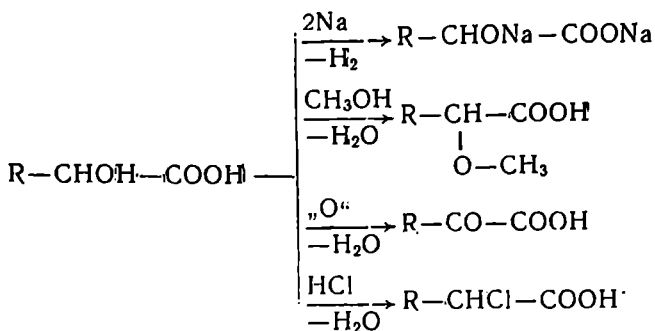
**ფიზიკური თვისებები.** ოქსიმჟაეების ზოგიერთი წარმომადგენელი ბლანტი სითხეა. უმეტესი ნაწილი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებებს. ოქსიმჟაეები წყალში უფრო კარგად იხსნებიან, ვიდრე შესაბამისი ცხიმმჟაეები. დაბალი წვერები წყალში იხსნებიან ნებისმიერი პროპორციით.

**ქიმიური თვისებები.** ჰიდროქსილის ჯგუფის —I ეფექტის გამო, ოქსიმჟაეები უფრო ძლიერი მჟაეებია, ვიდრე შესაბამისი ერთფუძიანი ნაჯერი მჟაეები. მაგალითად, გლიკოლმჟაეას დისოციაციის კონსტანტა 8,5 ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე ძმარმჟაეასი. თანაც, რაც უფრო ახლოა ჰიდროქსილის ჯგუფი კარბოქსილთან, მჟაეა .-მით უფრო ძლიერია. მაგალითად, α-ოქსიპროპიონმჟაეის დისოციაციის კონსტანტაა  $15 \cdot 10^{-4}$ , ხოლო β-ოქსიპროპიონმჟაეისა  $3,5 \cdot 10^{-5}$ .

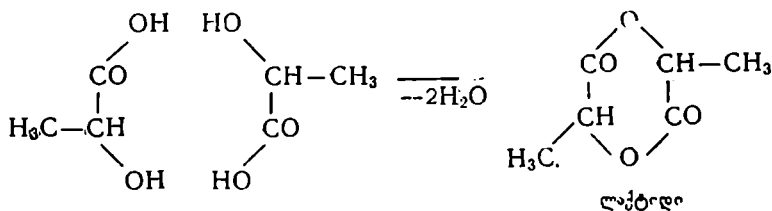
ოქსიმჟაეებს ახასიათებთ, როგორც მჟაეების, ასევე სპირტების თვისებები. მაგალითად, ისინი, როგორც მჟაეები, იძლევიან მარილებს, რთულ ეთერებს, ამიდებსა და სხვა:



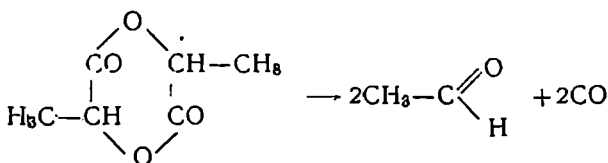
ოქსიმჟაეები, როგორც სპირტოჯგუფის შემცველი ნაერთები. წარმოქმნიან ალკოჰოლატებს, მარტივ ეთერებს, კეტონმჟაეებს, ჰალოგენმჟაეებს და სხვა:



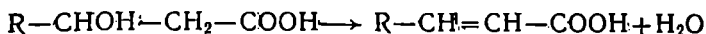
გარდა აღნიშნულისა, მათ, როგორც ბიფუნქციონალურ ნაერთებს, ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები, რაც განპირობებულია ფუნქციონალური ჯგუფების ურთიერთმოქმედებითა და განლაგებით. მაგალითად:  $\alpha$ -ოქსიმჟავები გახურებით განიცდიან მოლეკულათაშორის დეჰიდრატაციას და წარმოიქმნება ციკლური რთული ეთერები, რომელთაც ლაქტიდები ეწოდებათ:



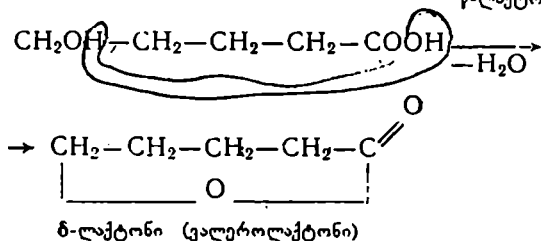
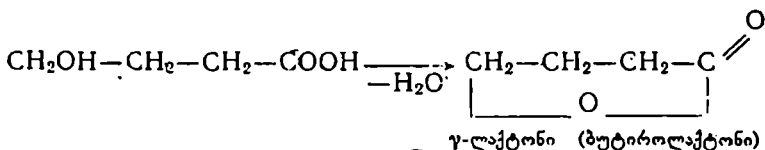
ლაქტიდებს გამოხდისა წყდება ნახშირბადის ოქსიდი და მიიღება ალდეჰიდები:



$\beta$ -ოქსიმჟავები გახურებით განიცდიან შიგამოლეკულურ დეჰიდრატაციას და წარმოიქმნება უნაჯერი მჟავები:

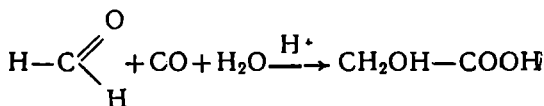


$\gamma$  და  $\delta$ -ოქსიმჟავები გახურებით, მოლეკულაში არსებული ჰიდროქსილის წყალბადისა და კარბოქსილის ხარჯზე განიცდიან დეჰიდრატაციას და მიიღება შესაბამისი  $\gamma$  და  $\delta$ -ლაქტონი (ა. მ. ზაიცევი):



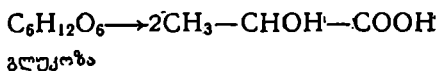
ე — ოქსიმჟავები და კიდევ უფრო ერთმანეთისაგან დაშორებულ ონი OH და COOH ჯგუფის შემცველი მჟავები გახურებით გარდაიქმნებიან შოლექულათა შორის კონდენსირებულ ხაზობრივ პოლიეთერებად.

ვალკეული წვერები. გლიკოლმჟავა (ოქსიმარმჟავა). იგი გვხვდება შაქრის ლერწმისა და უმწიფარ ყურძნის წვენში. მას ღებულობენ ფორმალდეჰიდის, ნახშირბადის ოქსიდისა და წყლის ურთიერთმოქმედებით, მჟავური კატალიზატორების თანაობით, მაღალ წნევასა და ტემპერატურაზე:



გლიკომჟავა წარმოადგენს უფრო კრისტალებს, რომელიც ღღვება 79°C-ზე.

რძის მჟავა (2-ოქსიპროპანმჟავა). რძის მჟავა პირველად აღმოჩენილ იყო 1780 წ. შელეს მიერ ამჟავებულ რძეში. სამრეწველო გზით მას ღებულობენ შაქროვან ნივთიერებათა (მალტოზა, ლაქტოზა, გლუკოზა) რძემჟავური დუდილით:

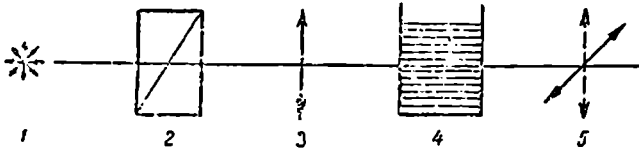


რძის მჟავას მარილებს ლაქტატები ეწოდება. რძის მჟავა გამოყენებულია ტყავის წარმოებაში, სამღებრო საქმეში (ფერმკერად), უალკოჰოლო სასმელების დამზადების საქმეში, მედიცინაში (ალუმინის ლაქტატი აჩერებს ნუნებიდან სისხლის დენას) და სხვა.



ზოგიერთი მინერალური და ორგანული ნივთიერება პოლარიზებულ სინათლის სხივს გადახრის მარჯვნივ ან მარცხნივ. ასეთ ნივთიერებებს ოპტიკურად აქტიურს უწოდებენ. ეს ნივთიერებები თვისებებით ერთნაირი არიან, მხოლოდ ერთადერთი ფიზიკური თვისებით, პოლარიზებული სინათლის სხივის სხვადასხვა მიმართულებით გადახრით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

პოლარიზებული სინათლის სხივი. ჩვეულებრივი სინათლე წარმოადგენს ელექტრომაგნიტურ ტალღათა ერთობლიობას, რომლის რხევა ვრცელდება სხვადასხვა სიბრტყეში. ჩვეულებრივი სინათლის სხივის ნიკოლის პრიზმაში გატარების შემდეგ გამოსული სხივის რხევა ვრცელდება მხოლოდ ერთ სიბრტყეში, რაც იმას ნიშნავს, რომ სინათლის სხივი გახდა ხაზობრივპოლარიზებული ანუ სიბრტყულპოლარიზებული (ნახ. 40). ასეთი სხივის საკვლევ ნივთიერებაში გატარებამ თუ გამოიწვია მისი პოლარიზაციის სიბრტყის გადახრა საწყისი. მდგომარეობიდან, მაშინ საკვლევი ნივთიერება ოპტიკურად აქტიურია.



ნახ. 40. სინათლის სხივის პოლარიზაციისა და პოლარიზებული სხივის ოპტიკურად აქტიურ ნივთიერებაში გატარების სქემა.

- 1 — ჩვეულებრივი სინათლის სხივი; 2—ნიკოლის პრიზმა; 3—პოლარიზებული სხივი; 4—ოპტიკურად აქტიური ნივთიერება; 5—პოლარიზებული სინათლის სხივის სიბრტყის გადახრა.

პოლარიზებული სინათლის სხივის სიბრტყის გადახრა ზოგ შემთხვევაში დამოკიდებულია კრისტალის გეომეტრიულ ფიგურასთან. მაგალითად, კვარცის კრისტალს არ გააჩნია სიმეტრიის სიბრტყე, რის გამოც იგი ოპტიკურად აქტიურია. კრისტალის ვალლობით ქრება გეომეტრიული ფიგურა, რასაც თან სდევს ოპტიკური აქტივობის გაქრობა. ასეთ მდგომარეობასთან გვაქვს საქმე იმ შემთხვევაშიც, როცა ამა თუ იმ ორგანული ნივთიერების ოპტიკური აქტივობა დამოკიდებულია კრისტალის გეომეტრიულ ფიგურასთან (ფორმა).

ოპტიკური იზომების მოვლენა ორგანულ ნაერთებში ფართოდაა გავრცელებული. ორგანული ნაერთები, რომელთა ოპტიკური აქტივობა არ არის განპირობებული მხოლოდ კრისტალის ფორმით და აღნიშნულ მოვლენას ინარჩუნებენ სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში, მაშინ ოპტიკური აქტივობა განპირობებულია მოლეკულაში ატომთა და ატომთა ფრაგმენტების სივრცობრივი გან-

ლაგებით, რის გამოც იზომერიის ამ მოვლენას სივრცითი იზომერია ანუ სტერეოიზომერია ეწოდება.

ლ. პასტერი (1860 წ.) მიუთითებდა, რომ ორგანულ ნაერთთა ოპტიკური იზომერია გამოწვეულია მოლეკულის ასიმეტრიული აგებულებით.

1874 წელს ვანტ-ჰოფი და ლე-ბელი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ორგანული ნაერთის ოპტიკური აქტივობა განპირობებულია არანაკლები ერთი ისეთი ნახშირბადის არსებობით, რომელიც დაკავშირებულია ოთხ სხვადასხვა ატომთან ან ატომთა ფრაგმენტთან. ასეთ ნახშირბადატომს ასიმეტრიული ეწოდა და მას აღნიშნავენ ვარსკვლავით.

მოლეკულაში ერთი ასიმეტრიული ნახშირბადის არსებობის შემთხვევაში ნივთიერება გვევლინება სამი ფორმის სახით. ერთი, რომელიც პოლარიზებულ სხივს აბრუნებს მარჯვნივ, მეორე, მარცხნივ და მესამე, წარმოადგენს უმოქმედოს — მარჯვნივ და მარცხნივ მბრუნებული იზომერების ეკვიმოლეკულურ მოდიფიკაციას.

მარჯვენა იზომერს აღნიშნავენ სიმბოლო D (ლათ. dexter — მარჯვენა), მარცხენას L (ლათ. laevus — მარცხენა) და უმოქმედოს უწოდებენ რაცემატს და აღინიშნება r-ით (ფრანგული სიტყვიდან acide racemique — ყურძნის მჟავა). ყურძნის მჟავას მაგალითზე ლ. პასტერმა შენიშნა აღნიშნული მოვლენა.

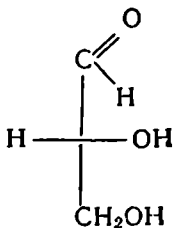
მარჯვენა და მარცხენა იზომერები წარმოადგენენ ერთმანეთის საგანსა და მისი სარკის გამონახატულებას, ისე, როგორც მარჯვენა ხელი წარმოადგენს მარცხენა ხელის სარკის გამონახატულებას და პირიქით. საგანი და მისი სარკის გამონახატულება ერთმანეთს არ ემთხვევა.

საგანსა და მისი სარკის გამონახატულებას ენანთიომერებს ანუ ენანთიომორფულებს (წარმოშობილია ბერძნული სიტყვიდან ენანთიოს — მოპირდაპირე) უწოდებენ.

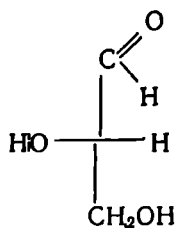
თუ ნაერთის მოლეკულა არსებობს წყვილი ენანთიომერის სახით. მაშინ ასეთ ნაერთს ქირალურს უწოდებენ. სიტყვა ქირალური წარმოშობილია ბერძნულიდან და ნიშნავს ხელს (ხელის მსგავსი).

თუ მოლეკულას არ გააჩნია სიმეტრიის ცენტრი და სიმეტრიის სიბრტყე, მაშინ იგი ქირალურია. ხოლო თუ მოლეკულას აქვს სიმეტრიის ცენტრი და სიმეტრიის სიბრტყე, მაშინ იგი აქირალურია და არ არსებობს ენანთიომერების სახით.

1891 წელს ვ. ფიშერბსა და შემდეგ, 1906 წელს მ. როზანოვის მიერ შემოღებულ იქნა გლიცერინალდეჰიდის მარჯვენა და მარცხენა ფორმები, როგორც D და L რიგის შეფარდებითი კონფიგურაციების გამომსახველი სტანდარტული საშუალება:



D-გლიცერინალდეჰიდი

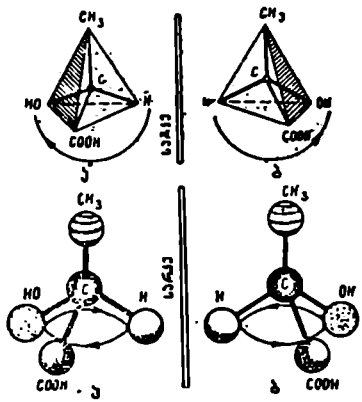


L-გლიცერინალდეჰიდი

ამ ფორმების მიხედვით შეიძლება დადგენილ იქნეს გლიცერინალდეჰიდიდან მიღებული რძის მჟავას ფარდობითი კონფიგურაცია. მაგალითად, D-გლიცერინალდეჰიდის კარბონილის ჯგუფის დაჯანგვით მიიღება გლიცერინმჟავა, რომლის CH<sub>2</sub>OH-ის ალდეგნით წარმოიქმნება რძის მჟავა. ამ გზით მიღებული რძის მჟავა პიეკუთენება D-რივის კონფიგურაციას, რომელიც პოლარიზებული სინათლის სხივს აბრუნებს მარცხნივ. ამ შემთხვევაში მას (რძის მჟავას) გამოხატავენ ნიშნით D (-).

L-გლიცერინალდეჰიდიდან აღნიშნული გზით მიღებული რძის მჟავა პოლარიზებული სინათლის სხივს აბრუნებს მარჯვნივ და მას გამოხატავენ ნიშნით L (+). მაშასადამე, ესა თუ ის ნივთიერება შეიძლება მიეკუთვნებოდეს D ან L-რივის ფარდობით კონფიგურაციას, მაგრამ პოლარიზებული სინათლის სხივს აბრუნებდეს D-რივისა მარცხნივ და L-რივისა მარჯვნივ. რა თქმა უნდა, ეს არ გამოირიცხავს იმას, რომ ოპტიკურად მოქმედი ნივთიერება მიეკუთვნებოდეს D ან L-რივს და შესაბამისად ხვედრითი ბრუნვის ნიშანი ჰქონდეს (+) და (-) (D+), (L-). მარჯვნივ და მარცხნივ მარტუნებელ იზომერებს ანტიპოდებს უწოდებენ.

რძის მჟავას მარჯვნივმარტუნებელი (+) და მარცხნივ მარტუნებელი (-) მოლეკულის სივრცითი აგებულება წარმოადგენს ერთმანეთის სარკის გამოხატულებას, რომელთა ტეტრაედრული და ბურთულდერძოვანი მოდელი მოცემულია 41-ე სურათზე.



სურ. 41. (+) და (-) — რძის მჟავას ტეტრაედრული და ბურთულდერძოვანი მოდელები.

ბრუნვის მიმართულებასა და კუთხის სიდიდეს (ხვედრითი ბრუნვა) პოლარიმეტრით ზომავენ.

ხვედრითი ბრუნვის სიდიდის გამოთვლისათვის სარგებლობენ ფორმულით:

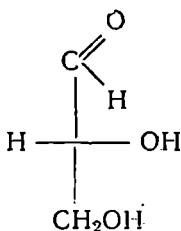
$$[\alpha]_D^t = \frac{a}{C \cdot l}$$

სადაც  $\alpha$ -ხვედრითი ბრუნვის სიდიდეა;  $l$ -ოპტიკური აქტივობის გაზომვის ტემპერატურა;  $D$ -სპექტრის ყვითელი ზოლი;  $a$ -დაკვირვებითი ბრუნვა;  $C$ -ხსნარის კონცენტრაცია;  $l$ -ფენის სისქე.

10 %-ანი  $D$  (—)-რძის მჟავას  $[\alpha]_D^{20} = -3,82^\circ$  და  $L$  (+)-რძის მჟავისა  $= +3,82^\circ$ .

პოლარიმეტრით შეიძლება დადგენილ იქნეს, მხოლოდ ბრუნვის ნიშანი და ის, თუ რომელი ენანთიომერი იქლევა ასეთ ბრუნვას.

1951 წლამდე შესაძლებელი იყო მხოლოდ ფარდობითი კონფიგურაციების დადგენა. ამ დრომდე (+)-გლიცერინალდეჰიდს თვითნებურად მიაწერეს აბსოლუტური კონფიგურაცია:



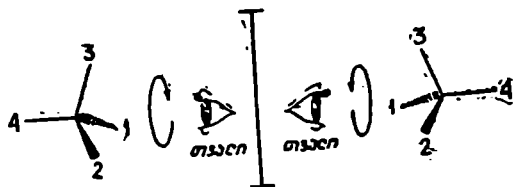
(+)-გლიცერინალდეჰიდი

გლიცერინალდეჰიდის აღნიშნულმა აბსოლუტურმა კონფიგურაციამ თავისი დასაბუთება პოვა 1951 წლისა და შემდგომ გამოკვლევებში. პირველად 1951 წელს ბიიომ განსაზღვრა (+)-ღვინის მჟავას ნატრიუმ-რუბიდუმი მარილის აბსოლუტური კონფიგურაცია, რომელმაც დასაბამი მისცა მთელ რიგ ოპტიკურად მოქმედ ნივთიერებათა აბსოლუტური კონფიგურაციების დადგენას.

ხშირად მრავალ ნივთიერებას ქირალური ცენტრის მიმართ, სამ ჩანაცვლებულს მეოთხე ჩანაცვლებლის მიმართ, სივრცობრივად ერთნაირი ადგილმდებარეობა უჭირავს. ასეთი და საერთოდ სამგანზომილებიანი სტრუქტურების გამოხატვა წინათ არსებული წესის მიხედვით ძნელდება. ამიტომ საჭირო გახდა ახალი სისტემის შემოღება. ამ მიმართულებით დღეისათვის ყველაზე უფრო კარგ მეთოდად ითვლება რ. კანის, კ. ინგოლდის და ვ. პრელოგის მიერ მოწოდებული ნომენკლატურა, რომელსაც 'R,S-სისტემას' უწოდებენ.

R,S-სისტემას საფუძვლად უდევს ქირალური ატომის ირგვლივ არსებული ჩანაცვლებულების „უფროსობის წესი“ („პირველობის წესი“). ამ წესის მიხედვით ჩანაცვლებულებს ნომრავენ: 1, 2, 3 და 4. აქედან ჩამნაცვლებელი 1 არის ყველაზე „უფროსი“ (პირველი) და ჩანაცვლებული 4 არის ყველაზე „უმცროსი“. 1, 2 და 3 ჯგუფებისაგან (ჩანაცვლებულებისაგან) წარმოდგენით უნდა გამოვხაზოთ სამკუთხედი და მეოთხე ჯგუფი (ჩანაცვლებული) უნდა მოვათავსოთ ქირალური ატომის ცენტრის უკან. თუ ქირალური ატომის მეოთხე გუფის შემაერთებელი ღერძის გარშემო საათის ისრის მიმართულებით ბრუნვის დროს შენარჩუნებული იქნება თანმიმდევრობა  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , მაშინ ქირალური ცენტრის კონფიგურაცია განისაზღვრება, როგორც R (ლათ. rectus—მარჯვენა). თუ აღნიშნული ღერძის გარშემო საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ბრუნვის დროს შენარჩუნებული იქნება ჩანაცვლებულთა „პირველობა“ („უფროსობა“) თანმიმდევრობით  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  მაშინ ქირალური ცენტრის კონფიგურაცია განისაზღვრება, როგორც S (ლათ. sinister—მარცხენა). ენანთიომერების ქირალური ცენტრები აღინიშნება R და S-ით. რაცემატს აღნიშნავენ R, S-ით. ცხადია, R, და S არაფერს გვეუბნება იმის შესახებ, თუ რომელი ენანთიომერი რა სიდიდითა და რომელი მიმართულებით აბრუნებს პოლარიზებულ სხივს. ამის განსაზღვრას ახდენენ პოლარიმეტრით (ექსპერიმენტულად).

აბსოლუტური კონფიგურაციები „უფროსობის წესის“ დალაგების მიხედვით ზოგადად გამოისახება შემდეგნაირად:



R-კონფიგურაცია

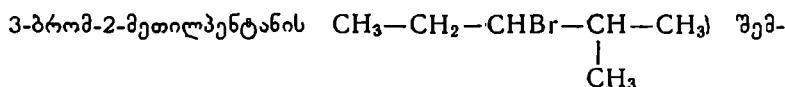
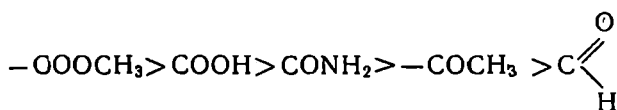
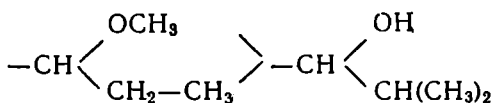
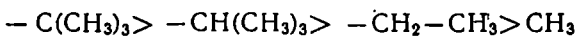
S-კონფიგურაცია

ენანთიომერის სახელწოდების მიცემის დროს R და S სიმბოლოებს წერენ სახელწოდების წინ და ათავსებენ ფრჩხილებში. მაგალითად, 1-ბრომ-1-ქლორეთანის ენანთიომერები და რაცემატი შეიძლება გამოვხატოთ შემდეგნაირად:

(R)-1-ბრომ-1-ქლორეთანი, (S)-1-ბრომ-1-ქლორეთანი და (R, S)-1-ბრომ-1-ქლორეთანი.

„უფროსობის წესის“ მიხედვით დიდი რიგობრივი ნომრის მქონე ელემენტის ატომები ითვლება „უფროსად“ იმ ელემენტის ატომებთან შედარებით, რომლებსაც ნაკლები რიგითი ნომერი აქვთ.

მაგალითად.  $I > Br > S > P > F > O > N > C > H$ . როცა ქირალური ატომის ცენტრთან დაკავშირებულია იდენტური ატომები, მაშინ ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, იდენტურ ატომთან რომელი „შეორე“ ატომია დაკავშირებული, შემდეგ რომელი მესამე და ა. შ. მაგალითად:



თხვევაში ქირალური ატომის ცენტრის მიმართ ატომებისა და ატომთა ფრაგმენტების განლაგების „უფროსობის წესის“ მიხედვით  $Br=1$ ,  $-CH-CH_3=2$ ,  $-CH_2-CH_3=3$  და  $H=4$ .

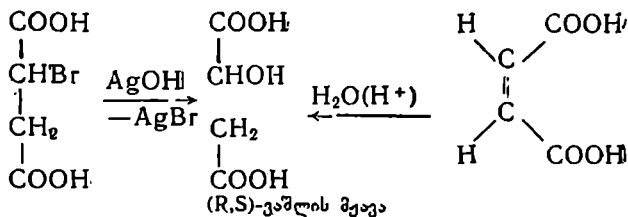


### გ. მონოქსილიკარბონმჟავა

ამ რიგის მჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია ვაშლის მჟავა ანუ ოქსიჟარვის მჟავა. ვაშლის მჟავა  $HOOC-\overset{*}{CHOH}-CH_2-COOH$  მიეკუთვნება ორფუძიან და სამატომიან ოქსიმჟავებს.

L (-) ანუ S (-) ვაშლის მჟავა იმყოფება უმწიფარი ვაშლის წვენიში (საერთოდ მჟავე ვაშლის წვენიში), კოწახურსა და მრავალ სხვა მცენარეულ ნაყოფებში.

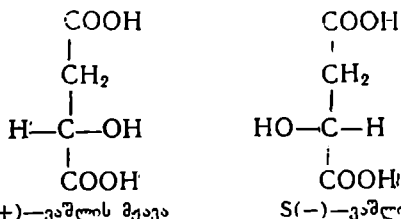
ვაშლის მჟავას რაციმულ მონოფორმები შეიძლება (D, L) ანუ (R, S)-ბრომქარვის მჟავაზე ვერცხლის ჰიდროქსიდის მოქმედებით და აგრეთვე მალეინის მჟავას ჰიდრატიციით, განზავებული გოგირდ-მჟავას თანაობით:



R (+) და S (-)-ვაშლის მჟავა წარმოადგენს ნემსისებურ კრისტალებს, რომელიც ღვება 100,5°C-ზე. რაცემატი ღვება 128,5°C-ზე. ვაშლის მჟავას შარილებს მალატები ეწოდებათ.

ვაშლის მჟავა შეიცავს ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს და გვევლინება ოპტიკურად მოქმედი ორი ანტიპოდისა და ერთი რაცემატის სახით.

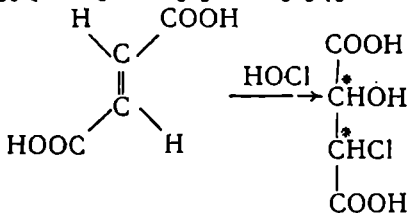
R, S-სისტემის მიხედვით ერთი R (+), მეორე S (-) და მესამე R, S:



R (+) და S (-)-ვაშლის მჟავას ეკვიმოლექტული ნარევი წარმოადგენს (R, S) (ვაშლის მჟავას რაცემატული მოდიფიკაცია).

ვაშლის მჟავა ქიმიური თვისებების მხრივ ხასიათდება ისე, როგორც ორი კარბოქსილისა და ერთი ჰიდროქსილის ჯგუფის შემცველი მჟავა. ამასთან, იგი ამჟღავნებს  $\alpha$  და  $\beta$  ოქსიმჟავების თვისებებს, რადგან ჰიდროქსილის ჯგუფი ერთი კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ იმყოფება  $\alpha$ , ხოლო მეორეს მიმართ  $\beta$ -მდებარეობაში. აღდგენით იგი გარდაიქმნება ქარვის მჟავად. როგორც აღნიშნული იყო, ვაშლის მჟავა გახურების კვალბაზე იძლევა როგორც მალეინის, ასევე ფუმარის მჟავას.

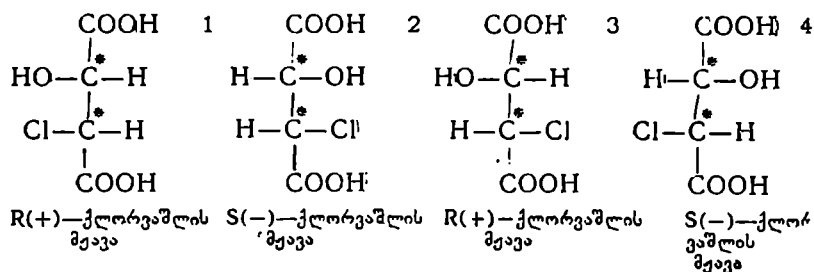
ქლორვაშლის მჟავა. ქლორვაშლის მჟავას ღებულობენ ფუმარის მჟავაზე ქვექლოროვანი მჟავას მოქმედებით:



ქლორვაშლის მჟავა

ქლორვაშლის მჟავა შეიცავს ნახშირბადის ორ ასიმეტრიულ ატომს. ყოველ ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს შეესაბამება ორი ოპტიკურად მოქმედი ანტიპოდი და ერთი რაცემატი. ოპტიკურად მოქმედი იზომერების რაოდენობა შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით  $N=2^n$ , სადაც  $n$  არის ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთა რაოდენობა.

ქლორვაშლის მჟავას შემთხვევაში გვექნება ოთხი ოპტიკურად მოქმედი იზომერი და ორი რაცემატი:



ოთხივე იზომერი არის ოპტიკურად მოქმედი. მე-2 იზომერი არის 1-ის სარკის გამოსატულება და მე-4 წარმოადგენს მე-3-ის სარკის გამოსატულებას.

1 და 2 იზომერის ეკვიმომლეკულური ნარევი არის ერთი რაცემატი (ლლ. ტემპ.  $145^{\circ}\text{C}$ ), ხოლო 3 და 4 იზომერის ეკვიმომლეკულური ნარევი არის მეორე რაცემატი (ლლ. ტემპ.  $157^{\circ}\text{C}$ ).

1 და 2-კონფიგურაციები წარმოადგენენ 3 და 4 კონფიგურაციების დიასტერეომერებს (ბერძ.—ღია ნიშნავს დაყოფილს). ისინი არ წარმოადგენენ ერთმანეთის სარკის გამოსატულებებს.

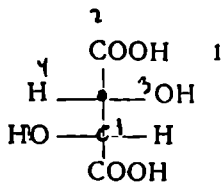
#### 4. დიოქსიდიკარბონმჟავები

ამ რიგის მჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია ღვინის მჟავები (დიოქსიქარვის მჟავები).

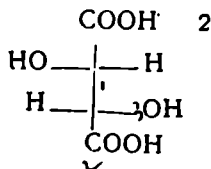
$\text{HOOC}-\overset{*}{\text{C}}\text{HOH}-\overset{*}{\text{C}}\text{HOH}-\text{COOH}$ . ღვინის მჟავები მიეკუთვნებიან ორფუძიან და ოთხატომიან დიოქსიმჟავებს. ისინი შეიცავენ ორ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს, რომლებთანაც დაკავშირებულია ორი ერთნაირი ატომთა ჯგუფი (2OH).

ღვინის მჟავების პროექციული ფორმულები შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

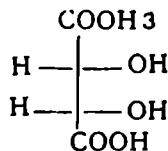




(+)-ლენის მჟავა



(-)-ლენის მჟავა



მეზოლენის მჟავა  
(უმოქმედო)

ლენის მჟავაში ორი ასიმეტრიული ნაწილობადის არსებობის გამო უნდა გვექონდეს ოთხი ოპტიკურად მოქმედი ანტიპოდი და ორი რაცემატი. სინამდვილეში არსებობს ორი ოპტიკურად მოქმედი (1 და 2) კონფიგურაცია, რომელსაც ყურძნის მჟავას უწოდებენ და ერთი (3) უმოქმედო კონფიგურაცია (მეზოლენის მჟავა).

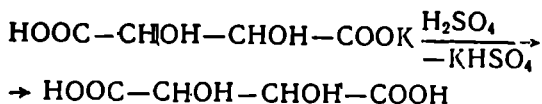
თუ ნახაზის პერპენდიკულარული სიბრტყის ღერძის ირგვლივ პირველ კონფიგურაციას შემოვაბრუნებთ  $180^\circ$ -ით, მაშინ 1 და 2-კონფიგურაციების კარბოქსილის ჯგუფები ერთმანეთს დაემთხვევიან, ხოლო ჰიდროქსილის ჯგუფები ერთმანეთს არ დაემთხვევიან. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ 1 და 2-კონფიგურაცია ერთმანეთის ენანთიომერები არიან და რომ ისინი იდენტურებს არ წარმოადგენენ.

მე-3 მეზო-ფორმა (მეზოლენის მჟავა) აქირალურია და ამიტომ ოპტიკურად მოქმედი არ შეიძლება იყოს. მეზოლენის მჟავა წარმოადგენს 1 და 2-კონფიგურაციათა (ენანთიომერების) დიასტერეომერს.

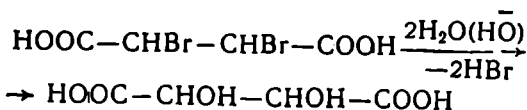
(+)-ლენის მჟავა ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. იგი იმყოფება ყურძნის წვენიში, ცირცელში და სხვა კალიუმის მჟავე მარილის (ლენის მჟავა) სახით გამოიყოფა ყურძნის წვენის დადუღების დროს. იგი პირველად მიღებულ იქნა 1769 წ. შეელეს მიერ. ლენის მჟავის მარილებს ტარტრატები ეწოდება.

ლენის მჟავას ლებულობენ სხვადასხვა საშუალებით, მათ შორის ყურადღებას იპყრობს შემდეგი:

1. კალიუმის მჟავე ტარტრატზე მინერალური მჟავას მოქმედება:

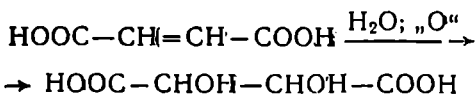


2. დიბრომქარვის მჟავას ჰიდროლიზი:



23. დ. გაბრაძე

3. ფუმარისა და მალეინშეყავს ჰიდროქსილირება. ჰიდროქსილირებას ახორციელებენ აღნიშნულ შეყვებზე კალიუმის პერმანგანატის მოქმედებით:



D-ღვინის შეყვა წარმოადგენს კრისტალებს, რომელიც ღვება 170°C-ზე. იგი კარგად იხსნება წყალსა და სპირტში. არ იხსნება ეთერში. ღვინის შეყვების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები მოცემულია 35-ე ცხრილში.

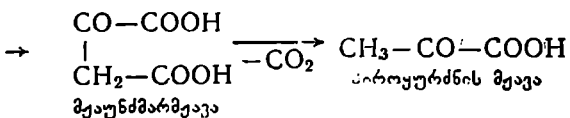
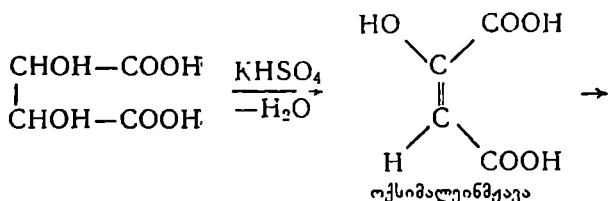
ც ხ რ ი ლ ი 35

ღვინის შეყვების ზოგიერთი ფიზიკური თვისებები

შეყვა	ღვინის ტემპ. °C	20 % ხსნარის ხვედრითი ბრუნვა	სსნდობა 100 გ წყალში	დისოციაციის კონსტანტა		კრისტალის ფორმა
				$K_a \cdot 10^3$	$K_a2 \cdot 10^3$	
(+)-ღვინის	170	+12	139	1,17	6,9	მონოკლინური
(-)-ღვინის	170	-12	129	1,17	6,9	მონოკლინური
ყურძნის (რაცემატი)	205	უმოქმედო	0,6	1,20	4,0	რომბული
მეზოღვინის	140	უმოქმედო	125	0,67	1,5	ფირფიტისებური

როგორც ცხრილიდან ჩანს, (+)-ღვინისა და (-)-ღვინის შეყვა ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ხვედრითი ბრუნვის მიმართულებით.

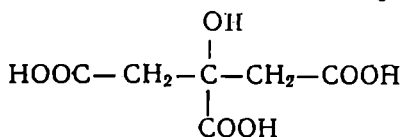
ღვინის ან ყურძნის შეყვა გახურებით კალიუმჰიდროსულფატის თანაობით ადვილად გარდაიქმნება პიროყურძნის შეყვად:



ღვინის შეყვა გამოიყენება სიროფიანი წყლების დამზადებისას, სამღებრო საქმეში. კალიუმის იონის აღმოსაჩენად და სხვა.

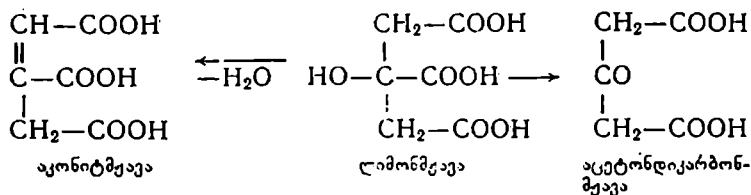
სეგნეტის მარილი, რომელიც წარმოადგენს კალიუმ-ნატრიუმის ტარტრატს  $\text{KOOOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COONa}$  გამოყენებულია რადიოტექნიკაში, ფელინგის რეაქტივის დასამზადებლად და სხვა.

ლიმონის მჟავა. 2-ოქსიპროპან-1, 2, 3-ტრიკარბონმჟავა



იმყოფება ყოლოს ნაყოფში, ჭარხლისა და ყურძნის წვენში, სხვადასხვა ხილის ნაყოფში, რძეში, სისხლში. იგი საკმაოდ დიდი რაოდენობით (6—10%) არის ლიმონის წვენში, რომლიდანაც პირველად 1784 წელს გამოყო შეეღებ.

სამრეწველო გზით მასღებულობენ გლუკოზის სპეციალური ფერმენტაციული დუღილით. გარდა ამისა, იგი მიიღება წვეკოსაგან, სადაც ნიკოტინთან იმყოფება ნაერთის სახით. ლიმონმჟავა კრისტალდება წყალხსნარიდან კრისტალჰიდრატის სახით  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , რომელიც ლღვება  $74^\circ\text{C}$ -ზე.  $130^\circ\text{C}$ -ზე გახურებით იგი გამოყოფს კრისტალიზაციურ წყალს და მიიღება უწყლო ლიმონის მჟავა, რომელიც ლღვება  $153^\circ\text{C}$ -ზე.  $175^\circ\text{C}$ -ზე გახურებით ლიმონმჟავა განიცდის დეჰიდრატაციას და მიიღება აკონიტის მჟავა, ხოლო მბოლავი გოგირდმჟავას გავლენით მას წყდება ჰიანჰველმჟავას მოლეკულა და გარდაიქმნება აცეტონდიკარბონმჟავად:



ლიმონმჟავას დიდი გამოყენება აქვს კვების მრეწველობაში, სამღებრო საქმეში, შედიცინაში და სხვა. უკანასკნელ ხანებში მუშავდება ლიმონმჟავას ბაზაზე სინთეზური გამრეცხი საშუალებების სამრეწველი გზით მიღება. ლიმონმჟავას ბაზაზე მიღებული სინთეზური გამრეცხი საშუალებანი არ იწვევს გარემოს გაჭუჭყიანებას, რადგან ბუნება თვით აუნებლივებს მათ. მაშინ, როცა სხვა სინთეზური გამრეცხი საშუალებებით გაჭუჭყიანებული წყლის გაუნებლივებას ბუნება ვერ ახდენს.

რაცემატის გაყოფა ანტიპოდებად. გასული საუკუნის შუახანებში ფრანგმა მეცნიერმა ლუი პასტერმა შეიმუშავა რაცემატის ოპტი-

კურ ანტიპოდებად გაყოფის სამი კლასიკური მეთოდი: 1. მექანიკური, 2. ბიოლოგიური და 3. ქიმიური მეთოდი.

მექანიკური მეთოდი ემყარება რაცემატის ძარილის გარკვეულ პირობებში ფრაქციულ გამოკრისტალებას. მაგალითად, ნატრიუმ-ამონიუმის ტარტრატი  $28^{\circ}\text{C}$ -ზე ქვევით კრისტალდება ენანთომერების სახით, რომელთა გადარჩევას ახდენენ პატარა მაშით (პინცენტო).

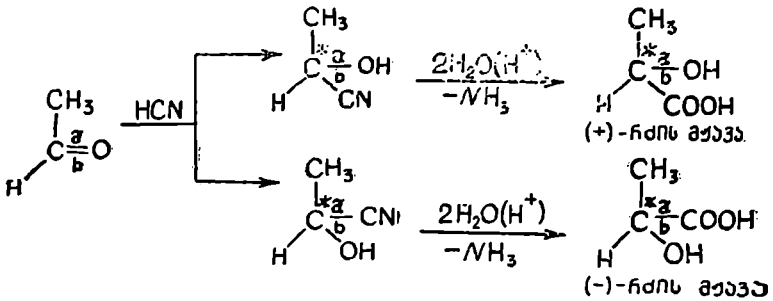
ბიოლოგიური მეთოდის შემთხვევაში იყენებენ სხვადასხვა მიკროორგანიზმებს, რომლებიც ცხოველმყოფელობისათვის მოიხმარენ ერთ-ერთ იზომერს და მეორე რჩება ხელუხლებელი. მაგალითად, ღვინის მჟავას ან მისი მარილების ხსნარებზე მელნის ობის (*Penicillium glaucum*) დათესვის დროს იხარჯება მარჯვენა იზომერი და ხელუხლებელი რჩება მარცხენა იზომერი, რომელსაც გამოყოფენ ნარჩენებიდან. ამ მეთოდის ნაკლია ის, რომ ერთ-ერთი იზომერი იკარგება მთლიანად.

ქიმიური მეთოდის გამოყენების დროს რაცემატულ მჟავებზე მოქმედებენ ოპტიკურად აქტიური ფუძე ხასიათის ნივთიერებით (ცინქონინი, ბრუცინი, სტრიქნინი და სხვა) და წარმოიქმნება მარჯვენა და მარცხენა მჟავას შესაბამისი მარილი, რომელთა წყალში ხსნადობა სხვადასხვაა. მაგალითად, მარცხენა ღვინის მჟავას ცინქონინის მარილი წყალში ძნელად იხსნება, ხოლო მარჯვენა შედარებით კარგად. ეს გარემოება შესაძლებლობას იძლევა მარჯვენა და მარცხენა ღვინის მჟავა დავაშოროთ ერთმანეთს. ამ მეთოდის გამოყენებით ადვილად აშორებენ ერთმანეთისაგან რძის მჟავას, ვაშლის მჟავასა და სხვა ანალოგიურ რაცემატებს.

გარდა აღნიშნულისა, თუ რაცემატის ნაჯერ ხსნარს დავუმატებთ რომელიმე ანტიპოდს, მაშინ გამოკრისტალდება ისეთი ანტიპოდი, როგორიც დავუმატეთ.

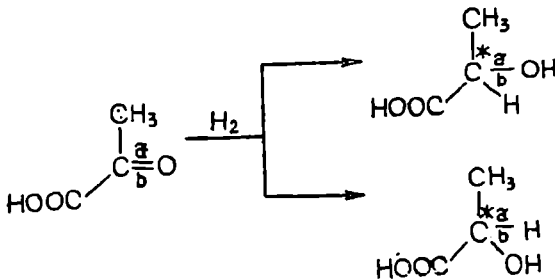
უკანასკნელ ხანებში რაცემატთა გაყოფისათვის იყენებენ ქრომატოგრაფიულ მეთოდს. ამისათვის იყენებენ ოპტიკურად აქტიურ სორბენტებს (ოპტიკურად აქტიური იონმცვლელი პოლიმერები). ეს მეთოდი გამოყენებულია სამრეწველო მასშტაბით. აგრეთვე ხშირად იყენებენ ბიოლოგიურ მეთოდსაც. სუფთა, ოპტიკურად მოქმედი ნივთიერებები საჭიროა არა მარტო მეცნიერული მიზნებისათვის. მათ განსაკუთრებული დიდი მნიშვნელობა აქვთ ეფექტურ სამკურნალო საშუალებათა წარმოების საქმეში. ცნობილია, რომ ამა თუ იმ დავადების საწინააღმდეგოდ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მარჯვენა ან მარცხენა ანტიპოდი და არა ორივე ერთად. გარდა ამისა, ძალიან დიდი კვებითი ღირებულება აქვს რიგ ოპტიკურად მოქმედ ამინომჟავებს.

5. ასიმეტრიული სინთეზი. სინთეზური გზით მიღებული, ასიმეტრიული ნახშირბადატომშემცველი ნაერთი ოპტიკურად უმოქმედოა, რადგან ამ დროს მიიღება რაცემატი და არა რომელიმე მოქმედი იზომერი. მაგალითად, რძის მჟავა შეიძლება მივიღოთ აცეტალდეჰიდიდან, პიროყურძნის მჟავადან, პროპანმჟავადან მათი შესაბამისი ქიმიური გარდაქმნებით. ყველა შემთხვევაში მიიღება რაცემატი. უჯანასკნელის წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის მიხედვით:



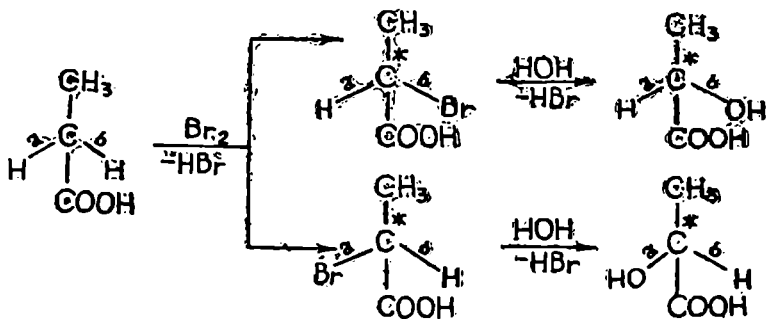
მოტანილი სქემა იმას გვიჩვენებს, რომ  $\bar{\text{C}}\text{N}$  ანიონს შეუძლია ერთნაირად გაწყვიტოს როგორც a, ასევე b ბმა და წარმოქმნას თანაბარი რაოდენობის ოქსინიტრილების ოპტიკურად მოქმედი იზომერთა ნარევი, რომელთა ჰიდროლიზი იძლევა თანაბარი რაოდენობის ( $\pm$ )-რძის მჟავას.

ანალოგიურად მიმდინარეობს ქიმიური გარდაქმნები იმ შემთხვევაშიც, როცა რძის მჟავას ვლებულობთ პიროყურძნის მჟავიდან აღდგენით:



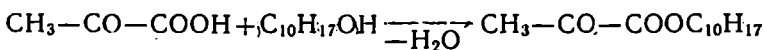
ამ შემთხვევაშიც წყალბადი თანაბარი რაოდენობით წყვეტს a და b ბმას, რაც განაპირობებს ( $\pm$ )-რძის მჟავას თანაბარი რაოდენობით წარმოქმნას.

ასევე ანალოგიურად მიმდინარეობს პროპიონმჟავასა და ბრომის ურთიერთმოქმედებისას ჩანაცვლების რეაქცია:



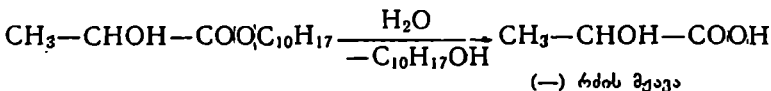
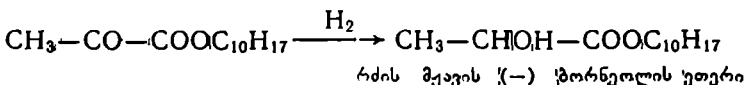
როგორც რეაქციათა ზეგმებიდან ჩანს, ბრომით თანაბარი რაოდენობით იცვლება პროპიონმჟავაში ნახშირბადატომთან a და b ბმით დაკავშირებული წყალბადატომები და მიიღება თანაბარი რაოდენობის ბრომპროპიონმჟავას რაცემატული მოდიფიკაცია, რომლის ჰიდროლიზით მიიღება რძის მჟავას რაცემატი.

არათანაბარი რაოდენობის სტერეომერების წარმოქმნას (ასიმეტრიული სინთეზი) ახორციელებენ სინთეზში ოპტიკურად მოქმედი ნივთიერების ჩართვით. მაგალითად, თუ პიროყურძნის მჟავაზე ვი-მოქმედებთ ოპტიკურად მოქმედი სპირტით — (—) ბორნეოლით, მაშინ მიიღება პიროყურძნის მჟავას ბორნეოლის ეთერი, რომლის აღდგენითა და შემდგომი ჰიდროლიზით მიიღება რძის მჟავას ოპტიკური ანტიპოდები, რომელშიც ჭარბობს (—) — რძის მჟავა:



(—) ბორნეოლი

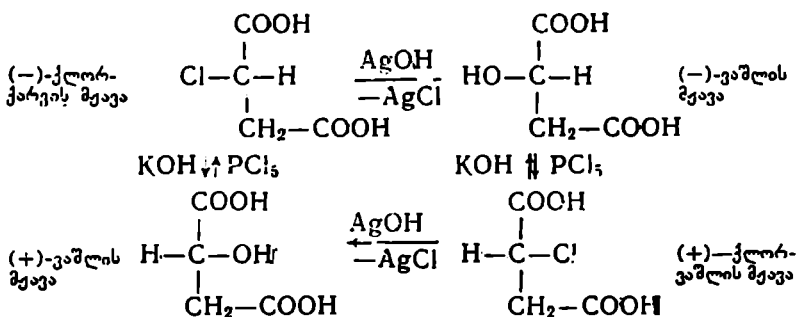
პიროყურძნისმჟავას (—) ბორნეოლის ეთერი



უკანასკნელ ხანებში შემუშავდა ოპტიკური ანტიპოდების სინთეზის პრინციპულად ახალი მეთოდი. ამისათვის იღებენ გრაფიტის ელექტროდს, როგორც ელექტროქიმიური აღდგენის თვისების მქონე

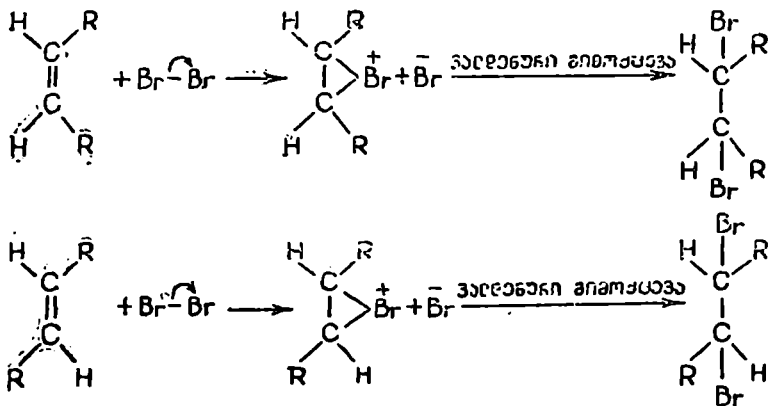
ნეს. ჰაერზე გახურებით გრაფიტის გარე გარსი, ნაწილობრივი და-  
 ჟანგვის შედეგად დაიფარება კარბოქსილის ჯგუფებით, რომელსაც  
 ჯერ ამუშავებენ თიონილქლორიდით, შემდეგ ოპტიკურად აქტიური  
 ამინით და მიიღება ნაერთი, რომელსაც ქირალური ბუნება აქვს.  
 ეტონებზე ასეთი მეთოდით აღდგენისას ლებულობენ ოპტიკურად  
 მოქმედ სპირტებს.

ჩანაცვლების რეაქციათა სტერეოქიმიკა. ქირალურ ნახშირბად—  
 ატომთან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია სხვადასხვა პირო-  
 ბებში იწვევს ერთი ანტიპოლიდან მეორეში გადასვლას. ეს მოვლენა  
 ქლორქარვის მჟავასთან დაკავშირებით პირველად 1896 წელს შეამ-  
 ჩნია პ. ვალდენმა, ეს მოვლენა ქიმიურ ლიტერატურაში ცნობილია  
 ვალდენური მიმოქცევის (ვალდენური შებრუნება, ვალდენის ბრუნ-  
 ვა) სახელწოდებით და გამოიხატება შემდეგში: (—)—ქლორქარვის  
 მჟავაზე სველი ვერცხლის ჰიდროქსიდის მოქმედებით მიიღება  
 (—)—ვაშლის მჟავა, ხოლო კალიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით  
 (—)—ქლორქარვის მჟავა გარდაიქმნება (+)—ვაშლის მჟავად. ამ  
 შემთხვევაში ადგილი აქვს არა მარტო ქლორის ატომის ჰიდროქსი-  
 ლის ჯგუფით შეცვლას, არამედ ამასთან ხდება ქირალური ნახშირ-  
 ბდატომის ცენტრთან დაკავშირებული ჯგუფის შემობრუნება (გა-  
 დაჯგუფება). ვაშლის მჟავას ანტიპოდეზზე ხუთქლორიანი ფოსფო-  
 რის მოქმედებით წარმოიქმნება საწინააღმდეგო ბრუნვის მქონე  
 ქლორქარვის მჟავები. ამ შემთხვევაშიც ადგილი აქვს ვალდენურ  
 მიმოქცევას:



დადგენილია, რომ ვალდენური მიმოქცევა მიმდინარეობს  $S_N2$   
 რეაქციის მექანიზმის მიხედვით. ხოლო (±)-ქლორქარვის მჟავაზე  
 ვერცხლის ჰიდროქსიდის მოქმედება ხორციელდება  $S_N1$  რეაქციის  
 შესაბამისად. ყურადღებას იპყრობს ოლეფინებთან ჰალოგენის მიერ-  
 თების სტერეოქიმიური რეაქციის მიმდინარეობა. ამ დროს ცის-

ოლეფინებიდან წარმოიქმნება რაცემატი, ხოლო ტრანს-ოლეფინებიდან მეზო-ფორმა:



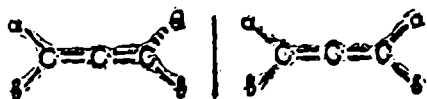
როგორც რეაქციათა სქემებიდან ჩანს, ელექტროფილური რეაგენტი (მოცემულ შემთხვევაში  $\text{Br}^+$  კატონი) უერთდება ორივე ეთილენურ ნახშირბადატომს და წარმოიქმნება სამწვევრიანი ციკლური კატიონი, რომელიც ნუკლეოფილური ანიონის ( $\text{Br}^-$ ) დაჯახებითა და ვალდენური შიშოქცევით გარდაიქმნება ლიაჯაჭვიან ნაერთად.

ამჟამად ტერმინების „ასიმეტრიული ატომი“, „ასიმეტრიული მოლეკულა“, „სიმეტრიული ატომი“, „სიმეტრიული მოლეკულა“ ნაცვლად იხმარება უფრო ზუსტი ტერმინები, შესაბამისად: „ქირალური ატომი“, „ქირალური მოლეკულა“, „აქირალური ატომი“, „აქირალური მოლეკულა“. ეს იმიტომ, რომ ტერმინი „ასიმეტრიული“ გულსხმობს სიმეტრიის დამახასიათებელი ყველა ნიშნის (ელემენტის) უარყოფას, რაც არ შეიძლება სწორად მივიჩნიოთ. ტერმინი „ქირალური“ გამოხატავს ობიექტის თვისებას, რომელიც არ არის დამახასიათებელი იმ კონფიგურაციისათვის, რომელიც წარმოადგენს მისი სარკის გამოხატულებას.

არსებობენ ისეთი ორგანული ნაერთები; რომლებიც ობტიკურად აქტიურნი არიან და არ შეიცავენ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომს. ამ გარემოებას ადგილი აქვს მაშინ, როცა ატომებისა და ატომთა ფრაგმენტების ბრუნვა, რაიმე მიზეზის გამო შეზღუდულია. მაგალითად, ისეთი უმარტივესი ორი ორმაგბმისანი კუმულირებული ნაერთი, როგორც აღენია  $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ , მისი ორი ორმაგი ბმის სიბრტყეში ერთმანეთის პერპენდიკულარულად განლაგებული არიან მეთილენური ჯგუფები. რომელთა მდებარეობა სივრცეში მკაცრად ფიქსი-



რებულია ორი ორმაგი კუმულირებული ბმის გამო. იმ შემთხვევაში, თუ ალენის წყალბადატომებს შევცვლით ორი სხვადასხვა ატომით ან ატომთა ფრაგმენტით, მაშინ ასეთი სისტემა იარსებებს ორი ოპტიკურად აქტიური ფორმის სახით:



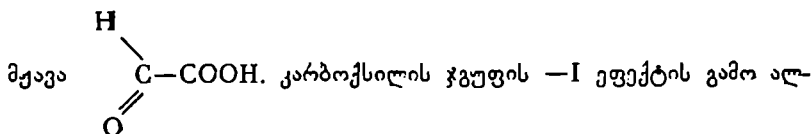
სადაც a და b სხვადასხვა ატომებია ან ატომთა ფრაგმენტები. ალენების ოპტიკური აქტივობა ნავარაუდევია იყო ვანტ-ჰოფის მიერ, რომელმაც ექსპერიმენტული დასაბუთება პოვა 60 წლის შემდეგ.

### თ ა ვ ი X X V .

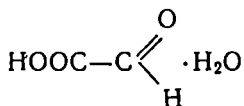
#### ალდეჰიდ- და კეტონმჟავები.

ალდეჰიდ- და კეტონმჟავები ისეთი ორგანული ნივთიერებებია, რომლებიც მოლეკულაში ერთდროულად შეიცავენ კარბონილისა და კარბოქსილის ჯგუფს. იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობაში იმყოფება კარბოქსილის მიმართ კარბონილის ჯგუფი, არჩევენ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და შ. ალდეჰიდ- და კეტონმჟავებს:

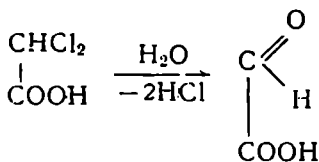
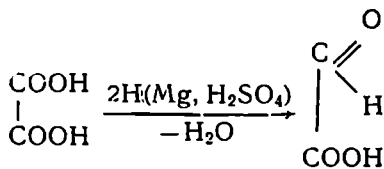
ალდეჰიდმჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია გლიოქსილის



დეჰიდის ჯგუფი ძლიერ პოლარიზებულია და გლიოქსილის მჟავა არსებობს მხოლოდ ჰიდრატის სახით:

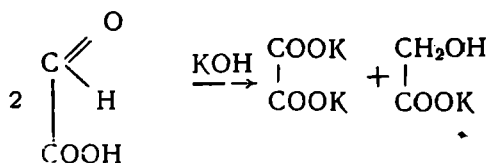


გლიოქსილის მჟავა იმყოფება უმწიფარი ხილის წვენში. ძირითადად მას ღებულობენ მჟაუნმჟავას ალდეჰიდით, (მაგნიუმისა და გოგირდმჟავას ნარევი) ან დიქლორმმარმჟავას ჰიდროლიზით.

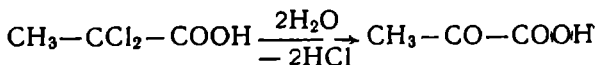
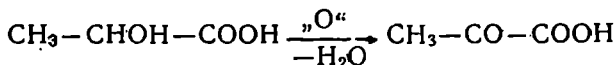


გლიოქსილმჟავა არის წყალში ადვილად ხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 98°C-ზე.

გლიოქსილის მჟავა იძლევა იმ ტიპურ რეაქციებს, რომლებიც დამახასიათებელია ალდეჰიდებისა და მჟავებისათვის. (ვერცხლის სარკის რეაქცია, ბისულფიტური რეაქცია, ოქსიმების წარმოქმნა, მაროლებისა და რთული ეთერების წარმოქმნის რეაქციები და სხვა). გლიოქსილის მჟავისათვის ისე, როგორც ფორმალდეჰიდისათვის, დამახასიათებელია კანიცაროს რეაქცია:



α-კეტონმჟავების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წევრია პიროყურძნის მჟავა  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{COOH}$ , რომელსაც სისტემატური ნომენკლატურით ეწოდება 2-ოქსოპროპანმჟავა. იგი პირველად მიიღო 1835 წელს ბერცელიუსმა ღვინისა და ყურძნის მჟავას გაცხელებით. პიროყურძნის მჟავას მიღების აღნიშნული მეთოდი დღესაც გამოყენებულია. იგი შეიძლება მივიღოთ სხვა მეთოდითაც. მაგალითად, რძის მჟავას დაჟანგვით ან 2,2-დიქლორპროპანმჟავას ჰიდროლიზით:

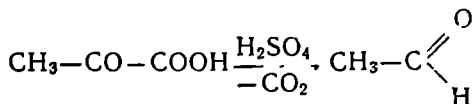


პიროყურძნის მჟავა წარმოადგენს დამახასიათებელი სუნის (ძმარმჟავას სუნი) წყალში ხსნად სითხეს, რომელიც ღვს 165°C-ზე.

მის მარილებს პირუვატებს უწოდებენ. პიროყურძნის მეავეა უფრო ძლიერი მეავეა, ვიდრე პროპიონმეავეა, რაც აიხსნება კარბოქსილის წყალბადატომზე კარბონილის ჯგუფის გავლენით.

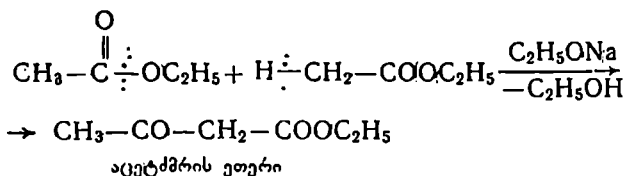
პიროყურძნის მეავეასათვის დამახასიათებელია ის ქიმიური რეაქციები, რომლებსაც იძლევიან კეტონები და მეავეები (ოქსიმემბის, ჰიდრაზონების, მარილების, რთული ეთერების წარმოქმნა და სხვა).

α-კეტონმეავეებისათვის დამახასიათებელია კოვირუმეავეს თანაობით გაცხელებისას დეკარბოქსილირება:



პიროყურძნის მეავეს აქვს უალრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა. იგი წარმოადგენს, ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმებში ნახშირწყლებისა და ცილების ცვლის შუალედურ პროდუქტს.

აცეტმარმეავეა ანუ β-ოქსოზეტანმეავეა  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ , არის β-კეტონმეავეების უმარტივესი წარმომადგენელი. აცეტმარმეავეა ისე, როგორც ყველა β-კეტონმეავეები არამდგრადია და გაცხელებით იშლება აცეტონად და ნახშირბადის დიოქსიდად. აცეტმარმეავეა აცეტონთან ერთად იმყოფება დიაბეტით დაავადებულთა შარდში. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს აცეტმარმეავეს ეთილის ეთერს  $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5$ , რომელსაც ჩვეულებრივ უწოდებენ აცეტმარის ეთერს, რომელიც მდგრადი ნივთიერებაა. აცეტმარის ეთერს ღებულობენ მარმეავეათილის ეთერის კლაიზენის რთული ეთერული კონდენსაციით:

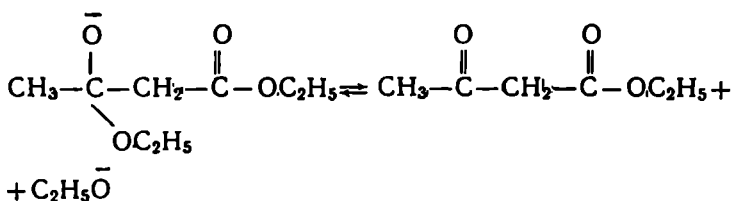
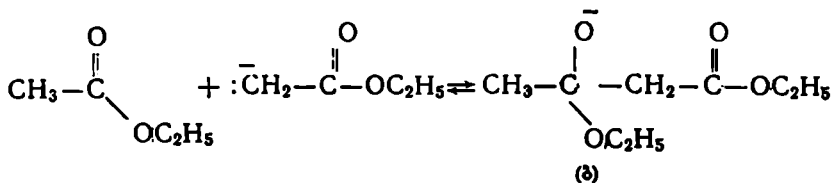
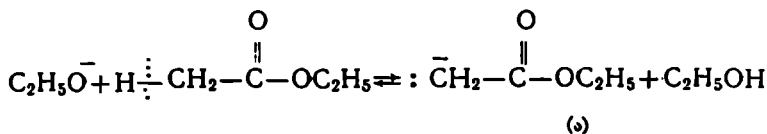


რთული ეთერული კონდენსაცია ხორციელდება ნატრიუმალკოპოლატის ან მეტალური ნატრიუმის და ნატრიუმამიდის თანაობით.

კლაიზენის რთული ეთერული კონდენსაციის მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

პირველად კატალიზატორის ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{NH}_2\text{Na}$ ) გავლენით მარმეავეათილის ეთერიდან წარმოიქმნება ძლიერი ნუკლეოფილური ბუნების მარმეავეათილის ეთერის ანიონი (ა), რომელიც მეორე მოლეკულა მარმეავეათილის ეთერთან დაჯახებით იძლევა ახალ

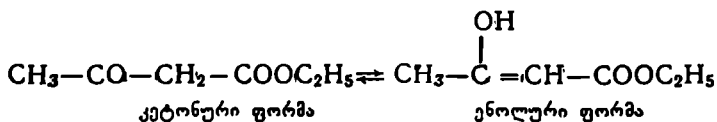
ანიონს (ბ). უკანასკნელს მოწყდება ეთილატ-იონი და მიიღება აცეტ-  
ტმარმეავათერი:



ეთილატ-იონი ისევ აღძრავს რეაქციის პირველ სტადიას.

აცეტტმარმეავას ეთერი არის წყალში თითქმის უხსნადი სასი-  
ამოვნო სუნის სითხე, რომელიც დუღს 181°C-ზე. იგი იხსნება სპირ-  
ტა და ეთერში.

აცეტტმარმეავათერი არ წარმოადგენს ერთგვაროვან ჩიეთი-  
ერებას. იგი რეაგირებს ისე, როგორც ორი სხვადასხვა ნივთიერების  
ნარევი. ამიტომ საკითხი მისი აგებულების შესახებ წარმოადგენდა  
ქიმიკოსების მსჯელობის საგანს 37 წლის მანძილზე. ექსპერიმენტუ-  
ლი მონაცემების საფუძველზე დადგინდა, რომ აცეტტმარმეავას ეთე-  
რი წარმოადგენს ტაუტომერტა ნარევს. რომ აქ საქმე გვაქვს სტრუქ-  
ტურული იზომერიის განსაკუთრებულ ფორმასთან — კეტო-ენოლურ  
ტაუტომერიასთან:



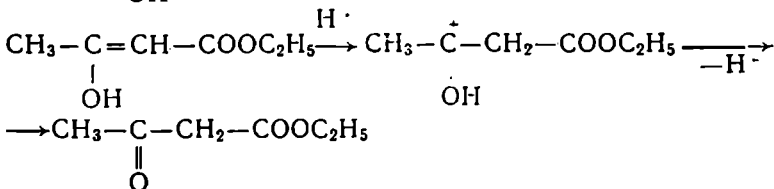
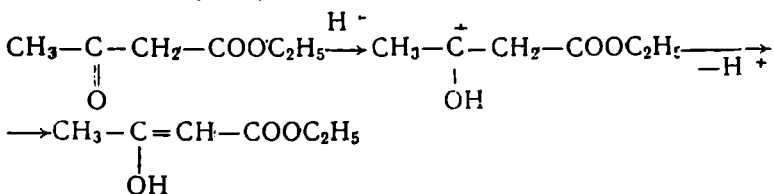
კეტონურ და ენოლურ ფორმათა შორის წონასწორობა დამოკი-  
დებულია ტემპერატურასა და განსაკუთრებით, გამხსნელებზე. მაგა-

ლითად, გამხსნელი, რაც უფრო პოლარულია, მით მეტი რაოდენობით შეიცავს კეტონურ ფორმას:

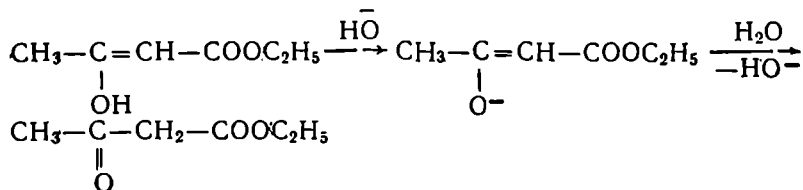
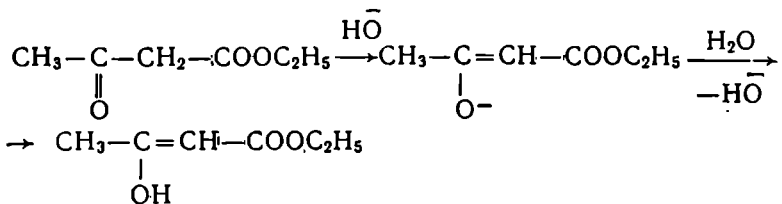
გამხსნელი	ენოლური ფორმის რაოდენობა %-ში
წყალი	0,4
მეთანოლი	6,9
ეთანოლი	12,0
ეთერი	27,1
ჰექსანი	46,4

ტაუტომერების ერთმანეთში გადასვლის სიჩქარე კატალიზირდება წყალბადისა და ჰიდროქსიდის იონებით, რომელიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი გარდაქმნების მიხედვით:

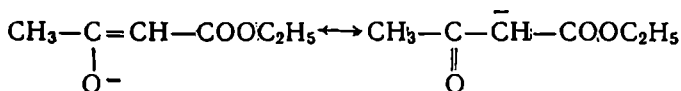
ა) კეტონური ფორმის გადასვლა ენოლურ ფორმაში და პირიქით, მჟავური კატალიზის დროს:



ბ) კეტონური ფორმის გადასვლა ენოლურ ფორმაში და პირიქით, ტუტე კატალიზის დროს:

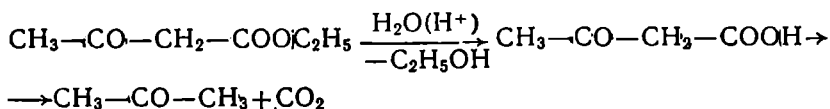


კეტო და ენოლური ფორმების ანიონური მდგომარეობა შეიძლება გამოისახოს მეზომერული ფორმულით:



კეტონური ფორმის ლლობის ტემპერატურა უფრო მეტია, ვიდრე ენოლური ფორმისა და ისინი შეიძლება ერთმანეთს დავაშოროთ გაყინვით. ამ დროს მყარ მდგომარეობაში გადავა კეტონური ფორმა, რომელიც ლღვება  $-39^\circ\text{C}$ -ზე. გარდა ამისა, ენოლური ფორმა, რომელიც უფრო დაბალ ტემპერატურაზე დღეს, შეიძლება მოვაშოროთ კეტონურ ფორმას ვაკუუმში გამოხდით. გამოხდა უნდა ვაწარმოოთ კვარცის ქურჭელში. მინის ქურჭელში გამოხდისას ტაუტომერული ფორმები ადვილად გადადიან ერთმანეთში. მინის ფუძე თვისებების გამო. ერთმანეთისაგან დაშორებული ტაუტომერები ჩვეულებრივ (ოთახის) ტემპერატურაზე თანდათან გადადიან ერთმანეთში და ისევ წარმოიქმნება ორივე ფორმის წონასწორული სისტემა.

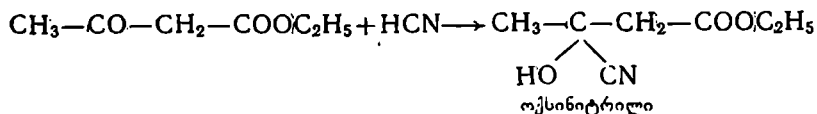
აცეტმარმეავას ეთერის მკავე გარემოში ჰიდროლიზით მიიღება აცეტმარმეავა, რომელიც გაცხელებით განიცდის კეტონურ გახლერას და წარმოიქმნება აცეტონი და ნახშირბადის დიოქსიდი:



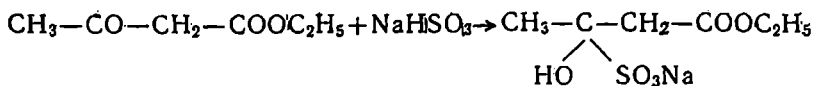
აცეტმარმეავას ეთერის ქიმიური რეაქციები მორეაგირე ნივთიერებების მიხედვით მიმდინარეობს, როგორც კეტონური, ასევე ენოლური ფორმის სახით.

რეაქციები კეტონური ფორმის მიხედვით.

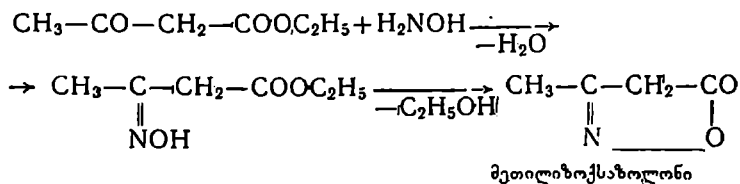
1. ციანწყალბადმეავას მოქმედებით მიიღება ოქსინიტრილი:



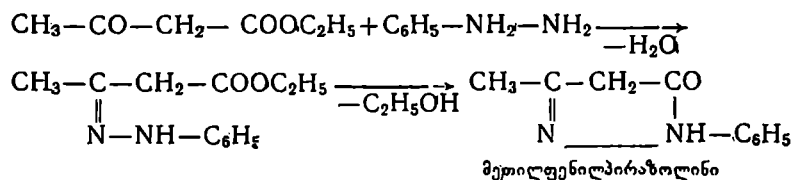
2. ნატრიუმის ჰიდროსულფიტის მოქმედებით წარმოიქმნება ბისულფიტური ნაერთი:



3. ჰიდროქსილამინის მოქმედებით ჯერ წარმოიქმნება ოქსიმი, რომელიც სპირტის მოლეკულის ჩამოშორებით განიცდის ციკლიზაციას და მიიღება მეთილზოქსაზოლონი:



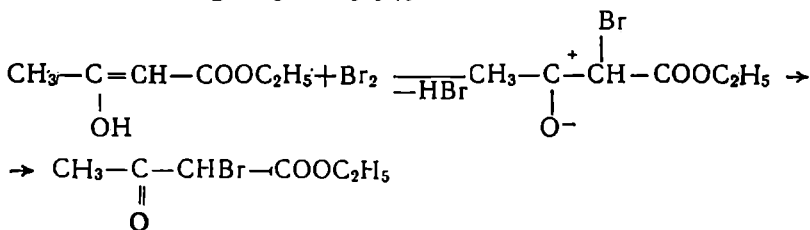
4. ფენილჰიდრაზინთან ჯრთიერთმოქმედებით ჯერ წარმოიქმნება შესაბამისი ფენილჰიდრაზონი, რომელსაც წყდება სპირტის მოლეკულა და ციკლიზაციით მიიღება მეთილფენილზოქსაზოლინი:



აცეტქმარმეაგეთერის განხილული ქიმიური გარდაქმნები აიხსნება მისი კეტონური ფორმის არსებობით.

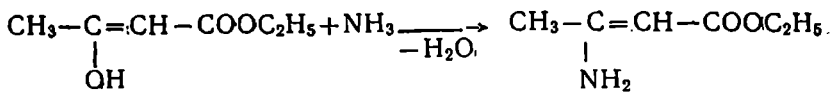
რეაქციები ენოლური ფორმის მიხედვით

1. ბრომთან ჯრთიერთმოქმედება:



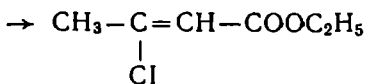
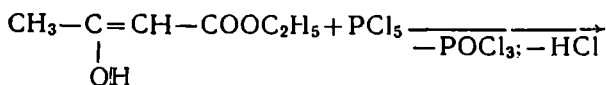
ამ რეაქციით საზღვრავენ ენოლური ფორმის პროცენტულ რაოდენობას ტაუტომერულ სისტემაში.

2. ამიაკის მოქმედებით მიიღება β-ამინოკროტონმეაგეთერი:



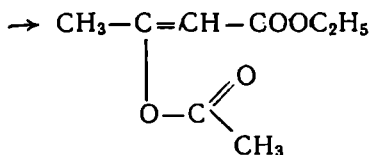
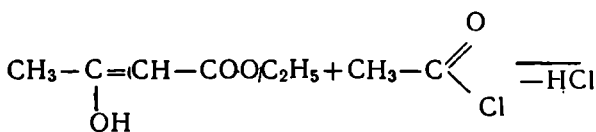
β-ამინოკროტონმეაქეფეფერი

3. ხუტქლორიანი ფოსფორის მოქმედებით მიიღება β-ქლორ-კროტონმეაქეფეფერი:



β-ქლორკროტონმეაქეფეფერი

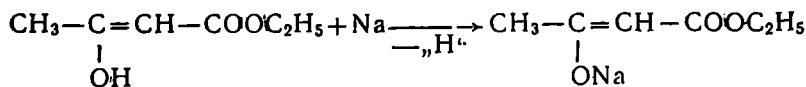
4. მეაქეფას ქლორანჰიდრიდების მოქმედება პირიდინიან ხსნარში იძლევა ოქსიკროტონმეაქეფას ეფერის აცილირებულ პროდუქტებს:



აცეტილოქსიკროტონმეაქეფა-ეფილის ეფერი

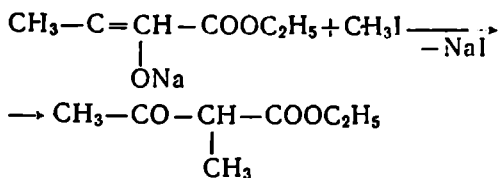
5. აცეტძმარმეაქეფეფერი სპილენძის აცეტატთან იძლევა მოლურჯომწვანე კომპლექსურ ენოლატს, ხოლო სამქლორიან რკინასთან ინტენსიურ იისფერ კომპლექსურ ენოლატს. ასეთი ენოლატების წარმოქმნა დამახასიათებელია მხოლოდ ენოლებისათვის. კეტონები ასეთ რეაქციებს არ იძლევიან.

6. მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით მიიღება ნატრიუმაცეტძმარმეაქეფას ეფერი:



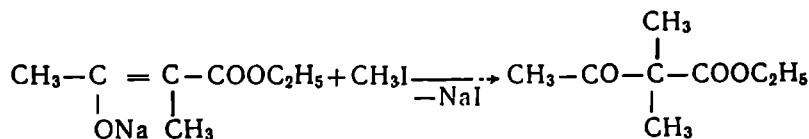
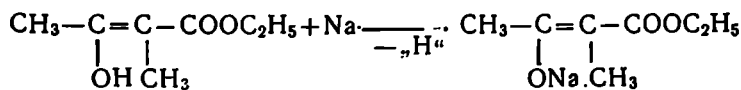


ნატრიუმაცეტმარმეავას ეთერზე ალკილჰალოგენიდის მოქმედებით შიილება აცეტმარმეავას ეთერის ე.წ. C-ნაწარმის ჰომოლოგი (ამ შემთხვევაში ჩამნაცვლებელი უკავშირდება ნახშირბადატომს):



მეთილაცეტმარმეავათერი

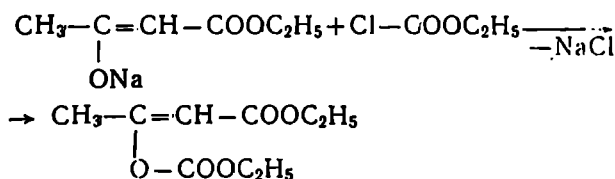
აცეტმარმეავა ეთერის მონოჩანაცვლებულში ნატრიუმით კიდევ იცვლება ერთი წყალბადატომი, რომლის ალკილირებით წარმოიქმნება დიჩანაცვლებულის C-ნაწარმი:

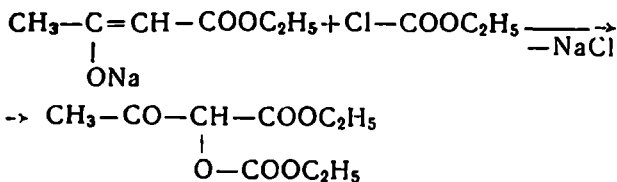


დიმეთილაცეტმარმეავათერი

აცეტმარმეავათერის დიჩანაცვლებულები ნატრიუმთან არ რეაგირებენ, რადგან ისინი იმყოფებიან კეტონურ და არა ენოლურ ფორმაში.

ზოგ შემთხვევაში ნატრიუმაცეტმარმეავათერი რეაგირებს ისე, რომ წარმოიქმნება ე.წ. O-ნაწარმი. (ამ შემთხვევაში ჩამნაცვლებელი ნატრიუმის ნაცვლად უკავშირდება ეანგბადს). უპირატესად ასეთი რეაქცია მიმდინარეობს ნატრიუმაცეტმარმეავათერზე ქლორნახშირმეავათერის მოქმედების დროს. ამასთან O-ჩანაცვლებულებთან ერთად წარმოიქმნება C-ჩანაცვლებულები:

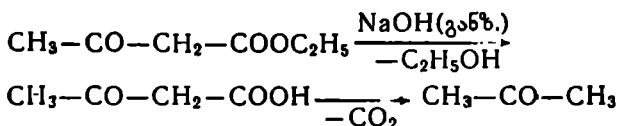




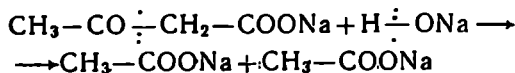
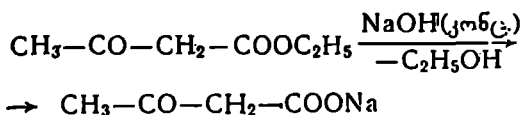
აცეტმარმჟავათერის ურთიერთმოქმედება ტუტეებთან

აცეტმარმჟავათერი ტუტეების მოქმედებით განიცდის C-C ბმის გახლეჩას. განზავებული ტუტეების მოქმედებით ხდება კეტონური გახლეჩა, ხოლო კონცენტრირებულით — მჟავური გახლეჩა.

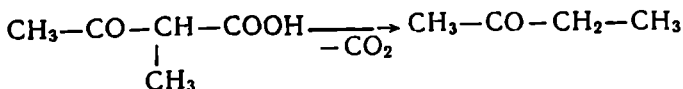
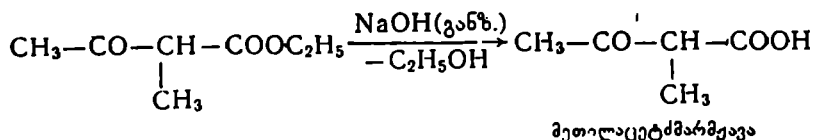
განზავებული ტუტეების მოქმედებით აცეტმარმჟავათერი ჯერ განიცდის ჰიდროლიზს, ხოლო შემდეგ გაცხელებით კეტონურ გახლეჩას:

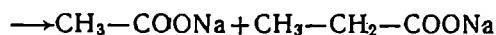
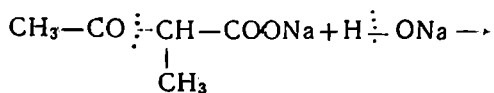
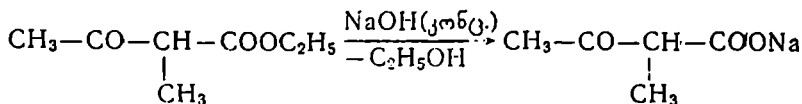


კონცენტრირებული ტუტეების მოქმედებით, ჯერ ხდება აცეტმარმჟავა ეთერის ჰიდროლიზი, წარმოიქმნება აცეტმარმჟავას მარილი და სპირტი. შემდეგ აცეტმარმჟავას მარილი ტუტის გავლენით განიცდის მჟურ გახლეჩას:



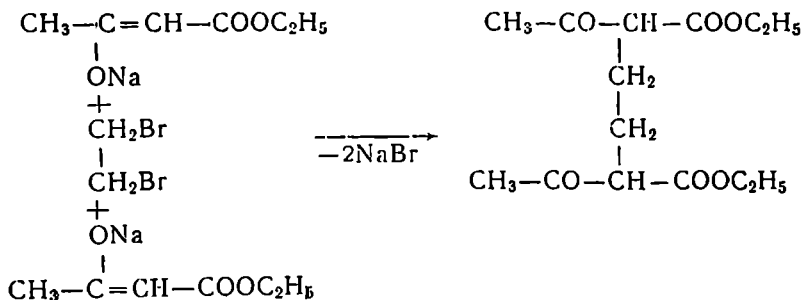
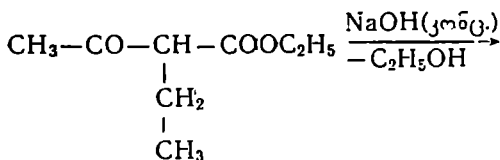
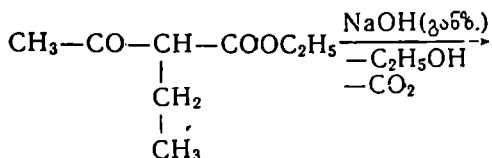
ანალოგიურად მიმდინარეობს აცეტმარმჟავათერის C-ალკილ-ჩანაცვლებულთა გახლეჩის რეაქციები:

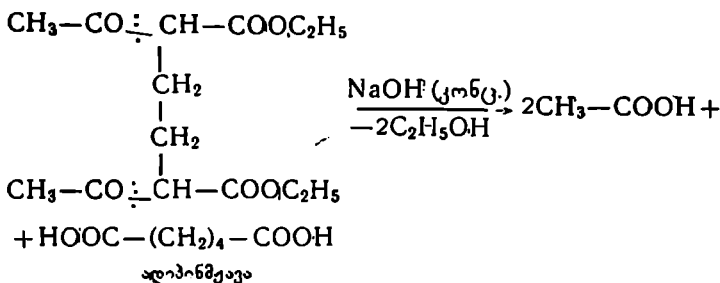
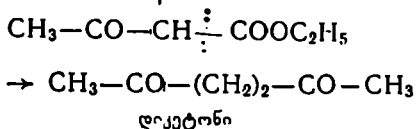
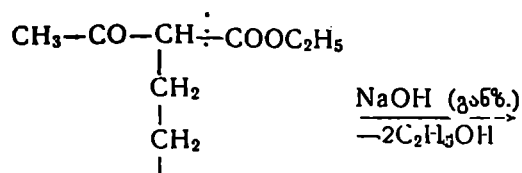




აცეტმარმჟავათერის მეშვეობით კეტონებისა და მჟავების წილება

აცეტმარმჟავათერის მეშვეობით შეიძლება მივიღოთ კეტონები, დიკეტონები, ერთი და მრავალფუძიანი მჟავები:





აცეტმარმჟავათერი, გარდა აღნიშნულისა, გამოიყენება სხვა ნივთიერებების მისაღებად. კერძოდ მისი მეშვეობით ღებულობენ ისეთ მნიშვნელოვან მედიკამენტებს, როგორცაა ანტიპირინი და ამიდოპირინი.

უკეტონმჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია ლევულის მჟავა არის კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 37°C-ზე. იგი მიიღება ჰექსოზების დუღილით გოგირდმჟავას თანაობით. ლევულის-მჟავა არის კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 37°C-ზე. იგი ჩვეულებრივ იძლევა ყველა იმ ტიპურ რეაქციებს, რომლებიც დამახასიათებელია კეტონებისა და კარბონმჟავებისათვის.

## თ ა ვ ი X X V I

### ა მ ი ნ ო მ ჟ ა ვ ე ბ ი

ამინომჟავები შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც კარბონმჟავები, სადაც ნახშირწყალბადრადიკალში ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი შეცვლილია ამინოჯგუფით. იმის მიხედვით, თუ როგორ განლაგებაში იმყოფებიან ერთმანეთის მიმართ ამინო—და კარბოქსი-

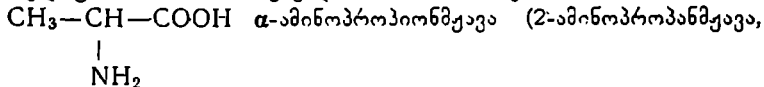
ლის ჯგუფი არჩევენ  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და  $\delta$ . შ. ამინომჟავებს. არიან ამინომჟავები, რომლებიც შეიცავენ ორ და მეტ ამინო-და კარბოქსილის ჯგუფს.

კარბოქსილის ჯგუფების რაოდენობის მიხედვით არჩევენ ამინომჟავების ფუძიანობას.

**იზომერია და ნომენკლატურა.** ამინომჟავების იზომერია სავსებით ანალოგიურია ოქსიმჟავების იზომერიისა.

ამინომჟავებს სახელწოდებას აძლევენ რაციონალური, სისტემატური და ტრივიალური ნომენკლატურით. ამთგან სშირ ხმარებაშია ტრივიალური სახელწოდება.

ერთფუძიანი შონაამინომჟავების იზომერები შეიძლება გამოვიყვანოთ ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავებიდან, თუ მათში ნახშირწყალბადრადიკალის წყალბადატომს შევცვლით ამინოჯგუფით. მაგალითად, ძმარმჟავადან შეიძლება გამოვიყვანოთ ამინომჟავას ერთი იზომერი  $H_2N-CH_2-COOH$  ამინომძარმჟავა (ამინოეთანმჟავა, გლიკოკოლი, გლიცინი). პროპიონმჟავადან — ორი იზომერი:



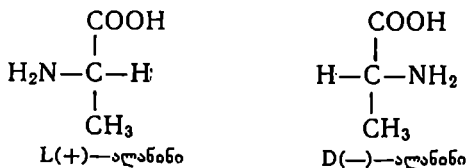
$\alpha$ -ალანინი).

და  $H_2N-CH_2-CH_2-COOH$   $\beta$ -ამინოპროპიონმჟავა (3-ამინოპროპანმჟავა,  $\beta$ -ალანინი). ერბოს მჟავადან შეიძლება ვაწარმოოთ სამი ხოლო იზომეროს მჟავადან ორი იზომერი.

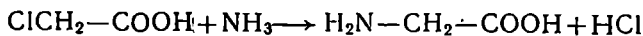
$\alpha$ -ამინომჟავებს სახელწოდებას აძლევენ იმ წყაროების სახელის მიხედვით, რომლიდანაც ისინი გამოყვეს პირველად ან ამინომჟავას დამახასიათებელი ნიშნის მიხედვით. მაგალითად, ამინომძარმჟავას უწოდეს გლიცინი იმის გამო, რომ მას აქვს ტკბილი გემო (ბერძ. გლიკის — ტკბილი). ლეიცინი პირველად მიიღეს რძის ცილიდან — კაზეინიდან (ბერძ. ლეუკოს — თეთრი).

ამინომჟავები, რომლებიც შეიცავენ ქირალურ ნახშირბადატომს, მსგავსად ოქსიმჟავებისა ოპტიკურად მოქმედნი არიან. ბუნებაში გვხვდებიან მხოლოდ ოპტიკურად მოქმედი ამინომჟავები, რომელთა დიდი უმრავლესობა შეიკუთვნება L-რიგს.

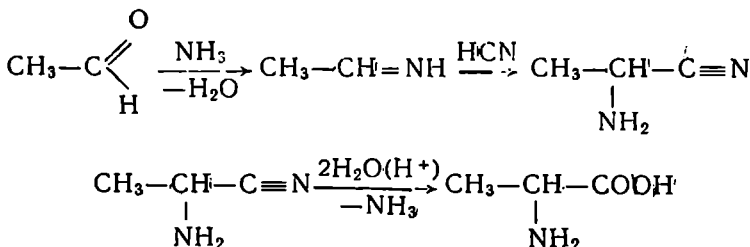
ალანინი შეიცავს ერთ ქირალურ ცენტრს და, როგორც წესი, გვევლინება ორი ოპტიკური იზომერის სახით:



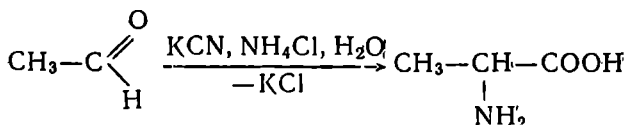
**α-ამინომჟავების მიღების საშუალებანი.** 1. სინთეზური გზით პირველად α-ამინომჟავები მიღებულ იქნა 1858 წ. უ. პერკინის მიერ α-პალოგენმჟავებზე ამიაკის მოქმედებით:



2. აღდგომისა და კეტონებზე ამიაკისა და ციანწყალბადმჟავას მოქმედებით წარმოიქმნება α-ამინონიტრილი, რომლის ჰიდროლიზი იძლევა α-ამინომჟავას (შტრეკერი 1850 წ.):

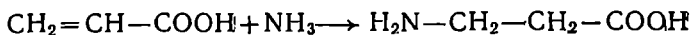


3. შტრეკერის მეთოდის მოდიფიკაციით ნ. დ. ზელინსკიმ α-ამინომჟავები მიიღო უფრო მარტივად. ნაცვლად ამიაკისა და ციანწყალბადმჟავისა, მან აღდგომისა და კეტონებზე იმოქმედა კალიუმციანიდითა და ამონიუმის ქლორიდით:

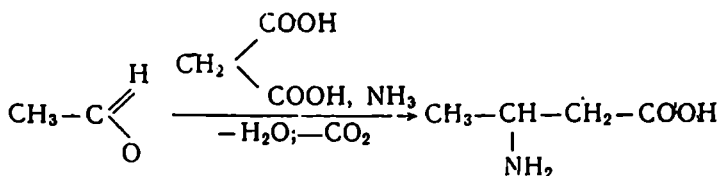


4. ცილების მჟავური, ფუძე ან ფერმენტაციული ჰიდროლიზით მიიღება 25-მდე სხვადასხვა ამინომჟავა. მიღებული ამინომჟავების ერთმანეთისაგან დაცილება უკანასკნელ ხანებამდე წარმოადგენდა დიდ სიძნელეს. პირველად ე. ფიშერმა (1901 წ.) ამინომჟავათა ნარევიდან ცალკეული წევრების გამოყოფა მოახდინა ნარევის ეთერიფიცირებითა და ეთირიფიცირებული ამინომჟავების ფრაქციული გამოხდით. ამჟამად ამინომჟავათა გამოყოფისა და იდენტიფიცირებას ახდენენ ქრომატოგრაფიის მეთოდით.

**β-ამინომჟავების მიღების საშუალებანი.** 1. β-ამინომჟავები მიიღებიან უნაჭერი მჟავებისა და ამიაკის ურთიერთმოქმედებით:

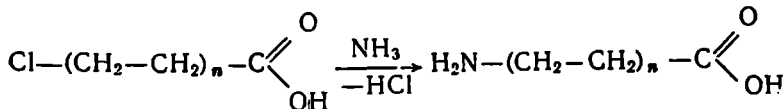
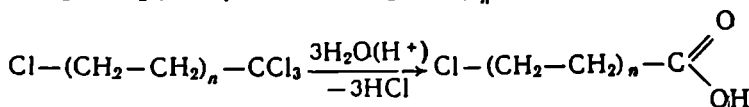


2. მრავალი სხვა β-ამინომჟავა ვ. მ. როდიონოვმა მიიღო აღდგომის მეთოდზე მალონმჟავასა და ამიაკის მოქმედებით:

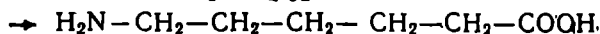
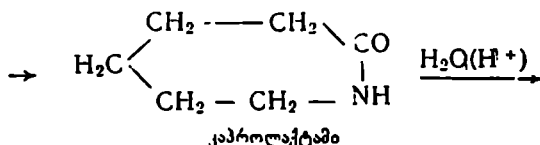
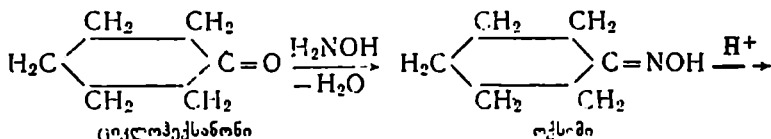


უფრო მეტად დაშორებული ფუნქციონალურჯგუფებიანი ამინო-  
მჟავები მიიღებიან ორი ძირითადი მეთოდით:

ა) ეთილენის ოთხკლორიან ნახშირბადთან ტელომერიზაციით.  
ამ დროს ჯერ წარმოიქმნება ტეტრაქლორალკანები, რომლებიც აღ-  
ვილად გადადიან ω-ამინომჟავებში (ა. ნ. ნესმეიანოვი, რ. ხ. ფრეილ-  
ლინა და სხვა):

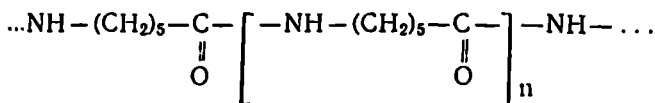


ბ) ციკლური ოქსიმების, ბეკმანის გადაჯგუფებით. ამ მხრივ დიდი  
პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ციკლოქსანონიდან მიღებული ოქ-  
სიმის გადაჯგუფებას:



ε-ამინოკაპრონის მჟავა

ε-ამინოკაპრონის მჟავა პოლიმერიზაციით იძლევა ძვირფას პო-  
ლიამიდურ ბოჭკოს, რომელსაც კაპრონის ბოჭკო ანუ ნაილონი-6  
ეწოდება:



კარბონი ანუ ნაილონი-6

ადამიანის სიცოცხლე ჯიდადაა დამოკიდებული ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებით კვებაზე. ამ თვალთახედვით მეცხოველეობის განვითარება და ცხოველთა სრულფასოვანი საკვებით გამოკვება წარმოადგენს სასიცოცხლო მნიშვნელობის საკითხს. ცხოველური პროდუქტები შეიცავენ ცილებს, რომელთა მოლეკულა წარმოქმნილია მრავალი სხვადასხვა ამინომჟავების მოლეკულისაგან. ცხოველური ცილის მოლეკულის წარმოქმნაში სხვა მრავალ ამინომჟავასთან ერთად მონაწილეობასღებულობს ე.წ. შეუცვლელი ამინომჟავები: ვალინი, ლეიციანი, იზოლეიციანი, მეთიონინი, ლიზინი, არგინინი, ფენილალანინი, ტრიპტოფანი, ტრეონინი და ჰისტიდინი. ჩამოთვლილ მჟავებს შეუცვლელს იმიტომ უწოდებენ, რომ ადამიანის ორგანიზმს მათი სინთეზის უნარი არა აქვთ. მცენარეული ცილებიღარბია შეუცვლელი ამინომჟავებით. იმიტომ, თუ მცენარეულ საკვებსღავეუმატებთ ამინომჟავებსღა ასეთი მასითღა მოკვებავთ ცხოველებს, მაშინღაღადღაიზრდება ცხოველთა პროდუქტიულობა. ცხოველური პროდუქტები ადამიანისათვის სრულფასოვან საკვებს წარმოადგენს. ამღაგრემობამღა მსოფლიო მოსახლეობის სწრაფმა ზრდამღა განაპირობა სამრეწველო მასშტაბით ზოგიერთი ამინომჟავას მიღების აუცილებლობა.

ამჟამად ქიმიური გზითღაღადღაოღენობითღაღებულობენღა ლიზინს, მეთიონინსაღაღა გლუტამინმჟავასღაღა სხვა. მიკრობიოლოგიური მეცოდით — ლიზინსაღაღა გლუტამინმჟავას, ჰიდროლიზური მეთოდით — ცისტინს, ლეიციინსაღაღა იზოლეიციინს.

ფიზიკური თვისებები. ამინომჟავები არიან უფერო კრისტალური ნივთიერებები. D-რივის ამინომჟავებს აქვთ ტკბილი, ხოლო L-რივისას მწარე გემო. მათ აქვთ შეღარებით მღაღალი ლღობის ტემპერატურა. ბევრ ამინომჟავათა ლღობის ტემპერატურა მცირედღაღანსხვადღება ერთმანეთისაღანღა იგი არ წარმოადგენს მათ მახასიათებელ მღაღვენებელს. ამინომჟავები ღამოზღადისღაღოს იშლებიან. ისინი წყლში კარგად იხსნებიან, ხოლო სპირტსაღაღა ეთერში ცუდად, რაც მღაღზე მიუთითებს, რომ ამინომჟავები (მონოამინოკარბონმჟავები) მღაღრიღის მღაღვარ ნივთიერებებს წარმოადგენენ. ამით იხსნება ისიც, რომ ისინი სპექტრში არ იძღლევიაღან კარბოქსილისაღაღა ამინოჯგუფისათვისღაღამახასიათებელ ზოღლს.

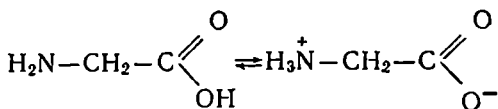
ზოგიერთი ამინომჟავას სახელწოდებაღაღა ფიზიკური თვისებები მოცემულია 36-ე ცხრილში.



ზოგიერთი ამინომჟავას სახელწოდება და  
ფიზიკური თვისებები

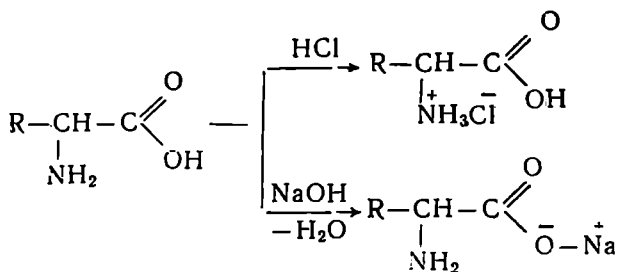
ტრივალური სახელწოდება	ამინომჟავების შემ- ცველებული სახელ- წოდება	ფორმულა	ლ. ტემპ.	[α] <sub>D</sub> კინულმარ- ტეაში. გრადუ- სკები
გლიცინი ალანინი	Gly Ala	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	262	-
ტრეონინი	Tre	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	253	-30
ვალინი	Val	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	315	+62,0
მეთიონინი	Met	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_3-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	283	+22,5
იზოლეიცინი	Ile	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	284	+49,0
ლ-ზინი	Lys	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	224	+25,9
ფენილალანინი	Phe	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	283	-7,5
არგინინი	Arg	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}-\text{COOH} \\    \\ \text{NH} \end{array}$	238	+29,0
ლეიცინი	Leu	$\begin{array}{c} \text{NH} \quad \text{NH}_2 \\    \quad   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	337	+22,5
ჰისტიდინი	His	$\begin{array}{c} \text{HC} \quad \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \quad   \\ \text{HN} \quad \text{N} \quad \text{NH}_2 \\ \quad \quad \quad \text{CH} \end{array}$	277	+7,5
ტრიპტოფანი	Try	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	332	-34,0

ქიმიური თვისებები. ამინომჟავებს აქვთ მჟავასა და ფუძის თვისებები. კრისტალურ მდგომარეობასა და წყალხსნარებში ამინომჟავები წარმოქმნიან ე.წ. შინაგან მარილებს და აქვთ ბიპოლარული აგებულება:



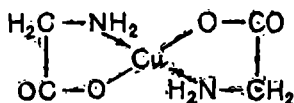
ამინოკარბონმჟავების ბიპოლარული აგებულება მტკიცდება აგრეთვე ელექტროქიმიური მონაცემებით. მაგალითად, მჟავე გარემოში ისინი ამჟღავნებენ კათიონის ბუნებას და ელექტროლიზის დროს მიემართებიან კატოდისაკენ, ხოლო ფუძე არეში ლებულობენ ანიონის თვისებას და მიემართებიან ანოდისაკენ.

1. ამინომჟავები ამფოტერული ბუნების გამო წარმოქმნიან მარილებს, როგორც მჟავეებთან, ასევე ფუძეებთან:



ესადა, დიამინომჟავებს, მაგალითად, როგორცაა არგინინი, ლიზინი აქვთ ფუძის, ხოლო ამინოდიკარბონმჟავებს (გლუტამინმჟავე) მჟავას თვისება.

2. ორვალენტოვან სპილენძთან ამინომჟავები იძლევიან ინტენსიური ლურჯი ფერის შიგაკომპლექსურ მარილებს:

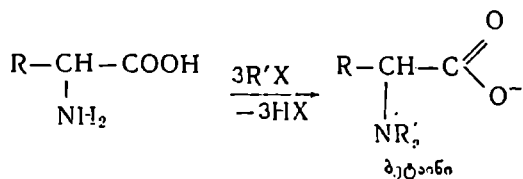


გლიცინსპილენძის  
კომპლექსური მარილი

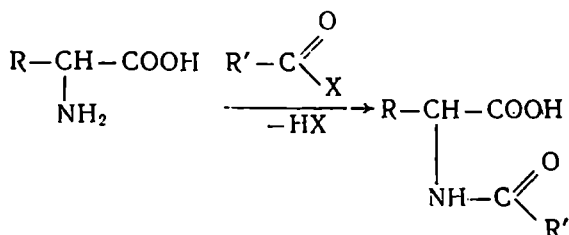
ასეთი კომპლექსური წაერთების წარმოქმნას ემყარება α-ამინომჟავების აღმოჩენა.

3. ამინომჟავები ალკილპალოგენიდების მოქმედებით, მსგავსად

ამინებისა, განიცდიან ალკილირებასა და მონო- და დილაკილ ნაწარმთა წარმოქმნის სტადიის გავლით იძლევიან ტრიაკილჩანაცვლებულებს, რომლებსაც ბეტაინები ეწოდებათ. ბეტაინები ბიპოლარული აგებულების ნივთიერებები არიან:

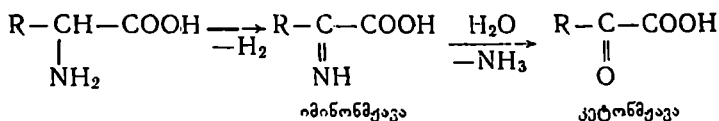


4. ამინომჟავები მჟავას ანჰიდრიდებთან ან ჰალოგენანჰიდრიდებთან ურთიერთმოქმედებით ოთახის ტემპერატურაზე იძლევიან N-აცილჩანაცვლებულებს:

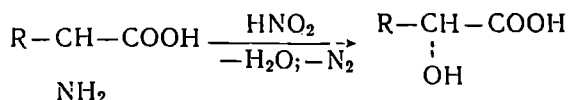


აცილირებულ ამინომჟავებს იყენებენ პეპტიდების სინთეზში.

5. ამინომჟავები დამჟანგავების გავლენით განიცდიან დეზამინირებას (წყდება ამიაკი) და გარდაქმნიებიან შესაბამის კეტონმჟავებად:



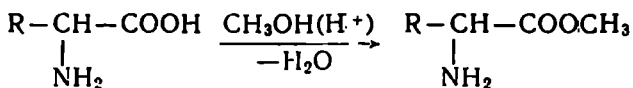
6. ამინომჟავები აზოტოვანი მჟავას გავლენით გადადიან შესაბამის ოქსიმჟავებში:



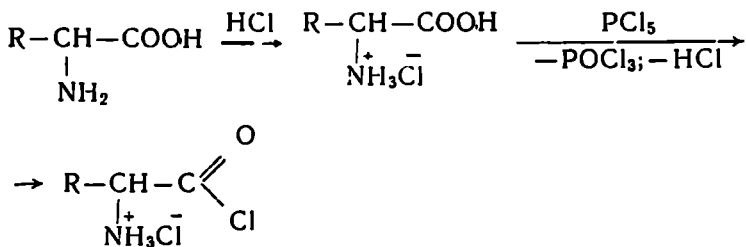
ამ რეაქციის მიხედვით ახდენენ ამინომჟავების რაოდენობრივ ვანსაზღვრას.

7. ამინომჟავები სპირტის მოქმედებით მინერალური მჟავას თანა-

ობით იძლევიან რთულ ეთერებს, რომლებიც ვაკუუმში იხდებიან დაუშლელად:



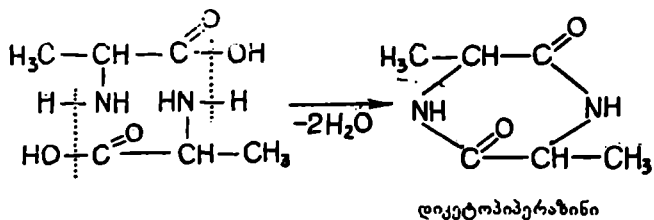
3. ამინომჟავები ხუთქლორიანფოსფორთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნიან ქალოგენანჰიდრიდებს, რომლებიც ადვილად იშლებიან და არსებობენ შხოლოდ მარილების სახით. ამიტომ მათ მისაღებად ამინომჟავები ჯერ გადაყავთ მარილში და შემდეგ შეყავთ რეაქციაში ხუთქლორიანფოსფორთან:



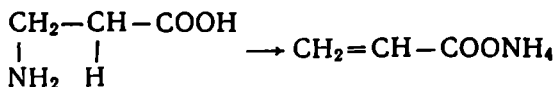
ამინომჟავების ქალოგენანჰიდრიდების შეშევობით ღებულობენ პეპტიდებს.

9.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  და  $\delta$ -ამინომჟავები გახურებით იძლევიან სხვადასხვა პროდუქტს.

ა)  $\alpha$ -ამინომჟავები და მათი ეთერები იძლევიან დიკეტოპიპერაზინებს:



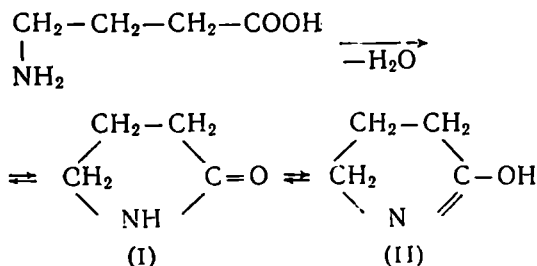
ბ)  $\beta$ -ამინომჟავებიდან წყდება ამიაკი და მიიღება უნაჯერი მჟავის ამონიუმის მარილი:



გ)  $\gamma$  და  $\delta$ -ამინომჟავები გამოყოფენ წყალს და გარდაიქმნებიან შიგაციკლურ ამიდებად, რომლებსაც ლაქტამებს უწოდებენ.

ლაქტამები იმყოფებიან ტაუტომერების სიხით.

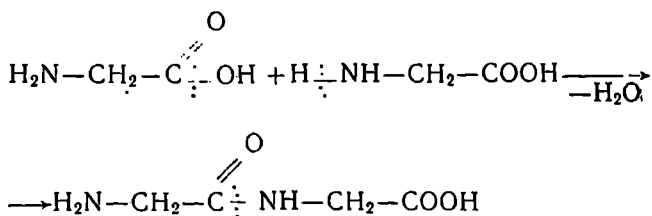
ლაქტამების ამიდ-იმიზოლური ტაუტომერია ცნობილია ლაქტამ-ლაქტიმური ტაუტომერიის სახელწოდებით. ლაქტამების ტაუტომერებიდან ერთი (I) არსებობს ლაქტამის, ხოლო მეორე (II) ლაქტიმის ფორმის სახით:



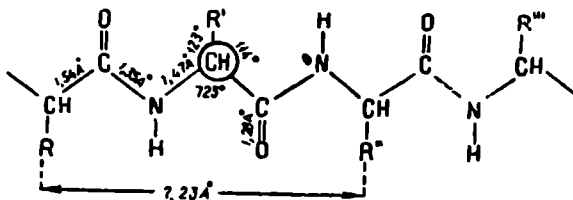
დ)  $\varepsilon$ -ამინომჟავები და ისეთი ამინომჟავები. რომელთა მოლეკულაში კიდევ უფრო მეტად არიან ერთმანეთისაგან დაშორებული ფუნქციონალური ჯგუფები პოლიკონდენსაციით იძლევიან მაღალ-მოლეკულურ ნაერთებს — პოლიამიდებს.

პოლიპეპტიდები. პოლიპეპტიდები წარმოადგენენ  $\alpha$ -ამინომჟავე-

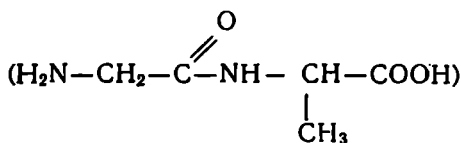
ბის ნაშთების პეპტიდური ბმით ( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{H}}{\text{N}}-$ ) გადაბმის პროდუქტებს. იმის მიხედვით, თუ რამდენი მოლეკულა ამინომჟავას ნაშთია ერთმანეთთან გადაბმული, არჩევენ ოლიგოპეპტიდებს (დი-, ტრი-,... დეკაპეპტიდად) და პოლიპეპტიდებს. ფორმალურად პეპტიდების (პოლიპეპტიდებს მარტივად პეპტიდებს უწოდებენ) წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ორი ან რამდენიმე ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი:



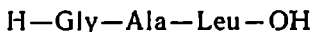
პეპტიდების დამახასიათებელ პეპტიდურ დაჯგუფებაში  $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$   
 $\text{—NH—}$  ნახშირბადატომი იმყოფება  $\text{SP}^2$ -ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, ამიტომ ატომები, რომლებიც მონაწილეობას ღებულობენ პეპტიდების ჯაჭვის წარმოქმნაში, იმყოფებიან ერთ სიბრტყეში:



პეპტიდების (პოლიპეპტიდები) სახელწოდება გამოყავთ შესაბამისი ამინომჟავების სახელწოდებიდან. მეაეა, რომლის კარბოქსილის ჯგუფი ღებულობს მონაწილეობას პეპტიდური ბმის წარმოქმნაში, სახელწოდებას ღებულობს სუფიქს ილ-ის ფუძეზე დართვით. მაგალითად, დიპეპტიდი, რომელიც წარმოქმნილია გლიცინისა და ალანინისაგან და პეპტიდურ ბმაში მონაწილეობს გლიცინის კარბოქსილის ჯგუფი, ეწოდება გლიცილ-ალანინი



ამჟამად, პოლიპეპტიდების (პეპტიდი) სახელწოდება გამოყავთ ამინომჟავების საერთოდ მიღებული შემოკლებული სახელწოდებებიდან. ამასთან პეპტიდის მოლეკულის ბოლო თავისუფალ ამინოჯგუფს აღნიშნავენ H-ით (წყალბადის სიმბოლო), ხოლო თავისუფალ ბოლო კარბოქსილის ჯგუფს OH-ით:

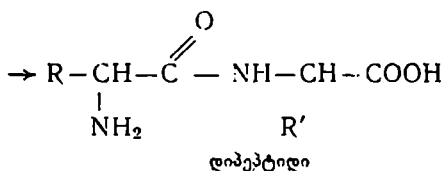
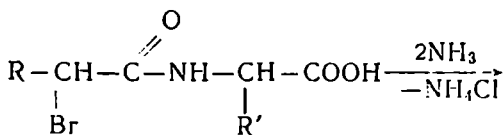
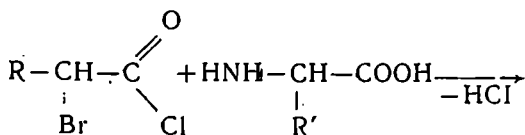


გლიცილ-ალანილ-ლეიცინი

მიღება. წინდაწინ განსაზღვრული აგებულების პეპტიდების მიღება ამინომჟავების პირდაპირი კონდენსაციით არ ხერხდება. ამინომჟავების ერთმანეთთან გადაბმისათვის საჭიროა ერთი ამინომჟავას ამინო და მეორე ამინომჟავას კარბოქსილის ჯგუფის დროებითი ბლოკირება. ამასთან კარბოქსილის ჯგუფის რეაქციაში ადვილად შესვლისათვის ახდენენ მის აქტივაციას სხვადასხვა საშუალებით.

თავდაპირველად ე. ფიშერის მიერ შემუშავებულ იქნა ამინომჟავების ერთმანეთთან გადაბმის მეთოდი, რომლითაც მან შეძლო 18 ამინომჟავას ნაშთისაგან გადაბმული პოლიპეტიდის მიღება.

ამჟამად შემუშავებულია მრავალი მეთოდი, რომლითაც ღებულობენ წინდაწინ განსაზღვრული აგებულების პოლიპეტიდებს. ერთ-ერთი მეთოდით მათ ღებულობენ ჰალოგენმჟავათა ქლორანჰიდრიდებზე კამინომჟავას მოქმედებით:



ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმებში ყოველთვის იმყოფება პოლიპეტიდები, როგორც ცილების დაშლის პროდუქტები. ზოგიერთი პოლიპეტიდი ხასიათდება დიდი ბიოლოგიური აქტივობით. ასეთებია: გრამიცინი, ოქსიტოცინი, ვაზოპრესინი, ინსულინი და სხვა.

პეტიდების დაბალი წევრები უმთავრესად არიან წყალში ადვილად ხსნადი უფერო კრისტალური ნივთიერებები. ისინი ხასიათდებიან ამფოტერული ბუნებით, შედიან რეაქციებში, რომლებიც დამახასიათებელია ამინო და კარბოქსილის ჯგუფისათვის, იძლევიან ბიურეტის რეაქციას.

ისეთი უაღრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობის ბუნებრივი მაღალმოლეკულური ნაერთები, როგორცაა ცილები, აგებული არიან პოლიპეტიდური ჯაჭვებისაგან.

ნ ა ხ შ ი რ წ ყ ლ ე ბ ი

ნახშირწყლები წარმოადგენენ ბუნებრივ ნაერთებს, რომლებიც უაღრესად დიდი ოდენობით არიან გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში, ისინი, როგორც მუდმივი შემადგენელი ნაწილი, იმყოფებიან აგრეთვე ცხოველთა და ადამიანის ორგანიზმშიც მცენარეთა მშრალი ნაშთი შეიცავს 80%-მდე, ხოლო ცხოველთა ორგანიზმების მშრალი ნაშთი 20%-მდე ნახშირწყლებს.

ამ რიგის ნაერთების სახელწოდება — „ნახშირწყლები“ მოწოდებულ იქნა 1844 წ. კ. შმიდტის მიერ. იმ დროისათვის ამ კლასის ნაერთებიდან ცნობილი იყო ისეთი წარმომადგენლები, რომელთა მოლეკულური შედგენილობა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ნახშირბადი, რომელთანაც დაკავშირებულია წყალი. ე. ი. ისინი წარმოდგენილი იყო თითქოს, როგორც ნახშირბადის „ჰიდრატი“ ზოგადი ფორმულით  $C_n(H_2O)_m$ . მაგალითად ნახშირწყალი შედგენილობით  $C_6H_{12}O_6$  შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ექვსი ატომი ნახშირბადი, რომელთანაც დაკავშირებულია ექვსი მოლეკულა წყალი  $6C \cdot 6H_2O$ , ხოლო ნახშირწყალი  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ,  $12C \cdot 11H_2O$  და ა. შ. ამ რიგის ნაერთთა შემდგომმა შესწავლამ ცხადყო, რომ ტერმინი „ნახშირწყლები“ მეტად ფორმალური ხასიათისაა და არ ასახავს ობიექტურ სინამდვილეს. მრავალი ნაერთია ცნობილი, რომელთა ელემენტური შედგენილობა იგივეა, რაც ნახშირწყლებისა (ძმარმეაჟა, რძემეაჟა და სხვა), მაგრამ ნახშირწყლების ქიმიურ ბუნებასთან საერთო არაფერი აქვთ. არიან ისეთი ნაერთებიც, რომლებიც ქიმიური თვისებებით მიეკუთვნებიან ნახშირწყლებს, მაგრამ ელემენტური შედგენილობით განსხვავდებიან იმ ნაერთებისაგან, რომელთა ზოგადი ფორმულაა  $C_n(H_2O)_m$ . მაგალითად, ასეთებია: მეთილპენტოზები  $O_5H_{12}$ , მეთილჰექსოზები  $C_7H_{14}O_6$  და სხვა.

თანამედროვე წარმოდგენათა მიხედვით ნახშირწყლებს მიეკუთვნებიან შაქრები და ისეთი ნაერთები, რომელთა აგებულება და ქიმიური თვისებები ახლო კავშირშია შაქრებთან. მიუხედავად აღნიშნულისა, ტერმინი „ნახშირწყლები“ დამკვიდრებულია ქიმიურ ლიტერატურაში. სინამდვილეში რას შეიძლება ვუწოდოთ ნახშირწყლები? ნახშირწყლებს შეიძლება ვუწოდოთ პოლიოქსიალდეჰიდები და პოლიქსიკეტონები, რადგან დასახელებული ნაერთები წარმოადგენენ ნახშირწყლების დიდ უმრავლესობას. ტიპურ მონოსაქარიდებთან ახლოს დგანან დეზოქსიმონოზები და ამინოშაქრები. დეზოქსიმონოზებში ზოგიერთ ნახშირბადატომთან, ნაცვლად ჰიდრო-



ქსილისა, დაკავშირებულია წყალბადატომები. ხოლო ამინოშაქრებში ერთი ან რამდენიმე ჰიდროქსილის ჯგუფი შეცვლილია ამინოჯგუფით.

ნახშირწყლების წარმოქმნა ხდება მცენარის მწვანე ნაწილში ფოტოსინთეზის დროს. ნახშირწყლები არიან ადამიანისა და ცხოველების ძვირფასი საკვები პროდუქტები. ისინი მონაწილეობასღებულობენ ბიოლოგიურად ისეთ აქტიურ ნივთიერებათა მოლეკულების წარმოქმნაში, როგორც არის ნუკლეოპროტეიდები. უკანასკნელთა მეშვეობით ხდება მემკვიდრულ ნიშანთვისებათა გადატანა ერთი თაობიდან მეორეზე. ცნობილია მრავალი მედიკამენტი, რომლის შედგენილობაში მონაწილეობს ნახშირწყალი. მცენარის უჯრედის გარსი ძირითადად შედგება ნახშირწყალ ცელულოზისაგან. ნახშირწყლების ბაზაზე სამრეწველო მასშტაბით ამზადებენ ხელოვნურ ქსოვილებს, პლასტმასებს, ქაღალდს, უკვამლო დენტს, ღვინის სპირტს, საკვებ პროდუქტებსა და სხვა მრავალ ძვირფას მასალებს.

ნახშირწყლებს ყოფენ ორ მთავარ ჯგუფად:

1. მარტივი ნახშირწყლები ანუ მონოსაქარიდები (მონოზები),
2. რთული ნახშირწყლები ანუ პოლიოზები.

პოლიოზები შეიძლება გაიყოს ორ ჯგუფად:

ა) ოლიგოსაქარიდები (ბერძ. ოლიგოს — ცოტა) ანუ პირველი რიგის პოლიოზები ანუ შაქარმაგვარი პოლიოზები.

ბ) მეორე რიგის პოლიოზები ანუ არაშაქარმაგვარი პოლიოზები.

მონოზები წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია, რომლებიც ჰიდროლიზს არ განიცდიან. ოლიგოსაქარიდები წარმოადგენენ ორიდან ათამდე მონოზის ნაშთთა გადაბმის პროდუქტებს. წყალში იხსნებიან, ჰიდროლიზირდებიან მონოზებად. მეორე რიგის პოლიოზები წყალში არ იხსნებიან. მათი ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტებს მონოზები წარმოადგენენ.

## 1. მონოსაქარიდები. კლასიფიკაცია, იზომერია, ნომენკლატურა და სტერეოქიმია

მონოსაქარიდები წარმოადგენენ პოლიჰიდროქსიკარბონილ (პოლიჰიდროქსიალდეჰიდები და პოლიჰიდროქსიკეტონები) ნაერთების შიდა ნახევრადაცეტალებს. ალდეჰიდების ჯგუფის შემცველ მონოსაქარიდებს ალდოზები, ხოლო კეტონის ჯგუფის შემცველს კეტოზები ეწოდებათ.

იმის მიხედვით, თუ რამდენ ნახშირბადატომს შეიცავს მონოსაქარიდი, შეიძლება გავარჩიოთ: ტრიოზები (3-ნახშირბადატომი), ტეტროზები (4-ნახშირბადატომი), პენტოზები (5-ნახშირბადატომი), ჰექსოზები (6-ნახშირბადატომი) და ა. შ. ნახშირბადატომის რაოდენობისა და კარბონილის ჯგუფის მიხედვით, მონოსაქარიდებს, რომ-

ლებიც შეიცავენ 6-ნახშირბადატომს და ალდეჰიდის ჯგუფს, უწოდებენ ალდოპექსოზებს, ხოლო მონოსაქარიდებს, რომელთა მოლეკულაში არის 6-ნახშირბადატომი და კეტონის ჯგუფი, ეწოდება კეტოპექსოზები. მონოსაქარიდებიდან ყველაზე მეტი მნიშვნელობა აქვთ პენტოზებსა და ჰექსოზებს, რომლებიც ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში.

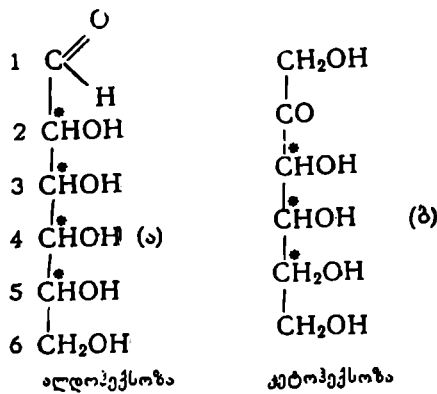
მონოსაქარიდების ცალკეულ წარმომადგენლებს აქვთ ტრივიალური სახელწოდებანი, რომელთა დაბოლოება (სუფიქსი) არის ოზა. მაგალითად. გლუკოზა, გალაქტოზა, შანოზა, ფრუქტოზა, რიბოზა. IUPAC ნომენკლატურით. მონოსაქარიდების სახელწოდება გამოყავთ ტრივიალურიდან ისე, რომ ტრივიალური სახელწოდებიდან ტოვებენ მხოლოდ წინა სამ ასოს. მაგალითად, გალაქტოზა აღნიშნება—Gal, მანოზა—Man, ფრუქტოზა—Fru, რიბოზა—Rib. გამოწკლის წარმომადგენს გლუკოზა, რომელსაც აღნიშნავენ—Glc.

IUPAC ნომენკლატურით კეტოზების სახელწოდება გამოყავთ რიცხვობრივ სახელთან სუფიქს—ულოზას-ს შერწყმით. მაგალითად:

C-ატომების რიცხვი	სახელწოდება
4	ტეტრულოზა
5	პენტულოზა
6	ჰექსულოზა
7	ჰეპტულოზა

და ა. შ.

მონოზების იზომერია განპირობებულია ალდეჰიდისა და კეტონის ჯგუფის შემცველობით (ალდოზები, კეტოზები) და ქირალური ცენტრების, (ასიმეტრიული ნახშირბადატომების) არსებობით. მაგალითად:

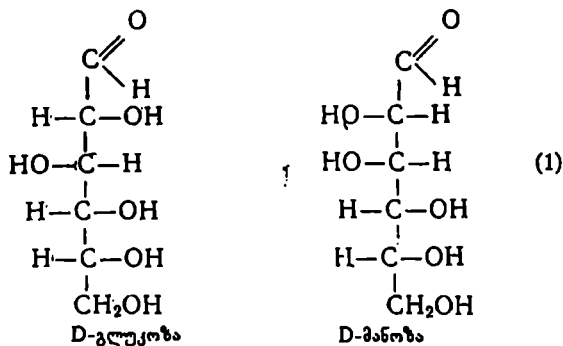


კეტოზებში იმავე რაოდენობის ნახშირბადატომების შემცველ ალდოზებთან შედარებით ქირალური ცენტრი ერთით ნაკლებია. როგორც მოცემული ფორმულებიდან ჩანს, (ა) ფორმულა შეიცავს 4 ქირალურ ცენტრს და ამის შესაბამისად იგი (ალდოჰექსოზა) უნდა იყოს  $2^4 = 16$  სტერეომერის სახით. ე. ი. ენანთიომერების დიასტერეომერთა 8 წყვილი, ხოლო (ბ) ფორმულაში არის 3 ქირალური ცენტრი და იგი (კეტოჰექსოზა) უნდა იყოს  $2^3 = 8$  სტერეომერის სახით ე. ი. ენანთიომერების დიასტერეომერთა 4 წყვილი.

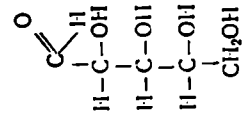
იმას, თუ რომელ რიგს მიეკუთვნებიან სტერეომერების კონფიგურაციები, აღნიშნავენ D, L-სისტემით და არა R, S-სისტემით.

თუ შონოზის კარბონილის ჯგუფიდან ყველაზე უფრო დაშორებული ქირალური ცენტრის კონფიგურაცია დაემთხვა D(+)-გლიცერინალდეჰიდის კონფიგურაციას, მაშინ იგი (შონოსაქარიდი) მიეკუთვნება D-რიგს, ხოლო წინააღმდეგ შეითხვევაში, ე. ი. თუ შონოზის კარბონილის ჯგუფიდან ყველაზე უფრო დაშორებული ქირალური ცენტრის კონფიგურაცია დაემთხვა L(-)-გლიცერინალდეჰიდის ქირალური ცენტრის კონფიგურაციას, მაშინ იგი (შონოსაქარიდი) მიეკუთვნება L-რიგს.

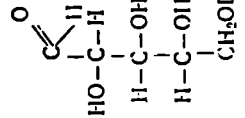
თუ სტერეომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი ქირალური ცენტრის კონფიგურაციით, მაშინ მათ ფართო გაგებით ეპიმერებს უწოდებენ. ამასთან არსებობს ცნება „ეპიმერის“ ვიწრო გაგებაც. მაგალითად, თუ სტერეომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან კარბონილის ჯგუფთან უშუალოდ დაკავშირებული ქირალური ცენტრის კონფიგურაციით, მათ მხოლოდ მაშინ უწოდებენ ეპიმერებს. მაგალითად, D-გლუკოზა და D-მანოზა ერთმანეთის ეპიმერები არიან, რადგან მე-2 ქირალური ცენტრის კონფიგურაცია სხვადასხვაა:



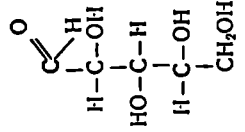
D-რივის ზოგიერთი ალდოზის კონფიგურაციები და მათი სახელწოდებანი ტრივიალური და IUPAC ნომენკლატურით  
 ალდოპენტოზები



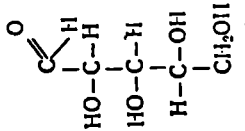
D(+)-რიბოზა (Rib)



D(-)-არაბინოზა (Ara)

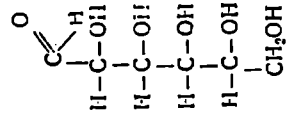


D(+)-ქსილოზა (Xyl)

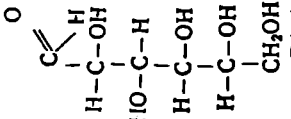


D(-)-ლოქოზა (Lix)

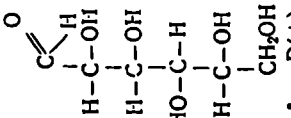
ალდოექსოზები



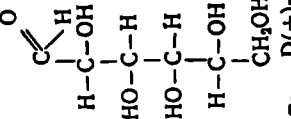
D(+)-ალოზა (AlI) როზა (AlI)



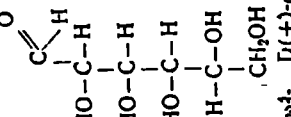
D(+)-გლუკოზა (Glc) კოზა (Glc)



D(+)-მანოზა (Man) ლოზა (Gul)



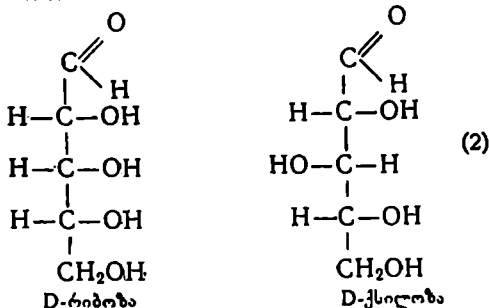
D(+)-იდოზა (Ido) ზა (Ido)



D(+)-გალაქტოზა (Gal) ზა (Gal)

ფრჩხილებში ნაჩვენებია სახელწოდებანი IUPAC ნომენკლატურით

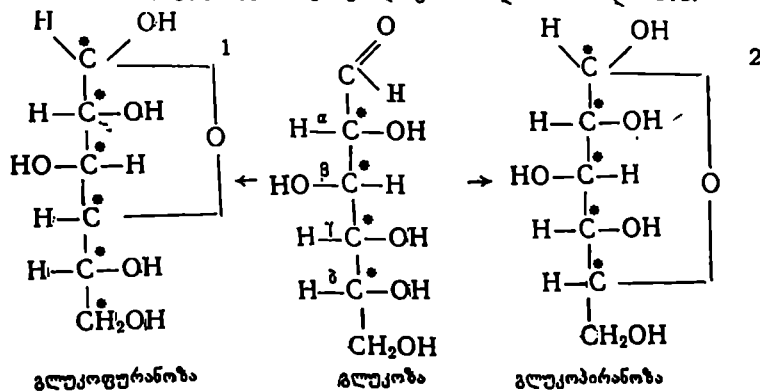
ასევე ითქმის D-რიბოზასა და D-ქსილოზას შესახებაც, სადაც განსხვავება კონფიგურაციებს შორის, მხოლოდ მე-3 ქირალურ ცენტრთან არის:



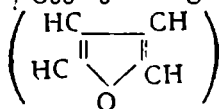
ეპიმერების ერთმანეთში გადასვლის პროცესს (რომელიც შეიძლება განვხორციელოთ ტუტის მოქმედებით) ეწოდება ინვერსია.

მოცემულ შემთხვევაში (1) უწოდებენ 2 ანუ  $\alpha$ -ინვერსიას, ხოლო (2) არის 3 ანუ  $\beta$ -ინვერსია.

მონოსაქარიდები ლიაჯაქვიანი ფორმულები არ ასახავს მათ ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს. მაგალითად, ულტრაიისფერ (უი) და ინფრაწითელ (იწ) სპექტრებში არ ჩანს თავისუფალი კარბონილის ჯგუფისათვის დამახასიათებელი ზოლი. ამასთან შეუძლებელია აიხსნას ანომერიის მოვლენა (გვ. 390), რომელიც მონოზებს ახასიათებთ. მონოზებისათვის აღნიშნული და სხვა მრავალი დამახასიათებელი თვისებები განპირობებულია მათ მოლეკულათა ციკლური აგებულებით. კარბონილის ჯგუფისა და  $\gamma$ -(4) ან  $\delta$ -(5) მდებარეობაში მყოფი ჰიდროქსილის ჯგუფის ერთმანეთთან მიახლოებით ლიაჯაქვიანი მონოზისაგან წარმოიქმნება დახურულჯაქვიანი ფორმები (ნახევრადაცეტალები) უანგბადოვანი ხილით 1:4 და 1:5.

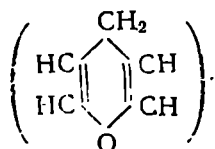


1-ფორმას გლუკოფურანოზა ეწოდება იმის გამო, რომ იგი შეე-  
სატყვისება ხუთწევრიან ჰეტეროციკლურ ნაერთს ფურანს

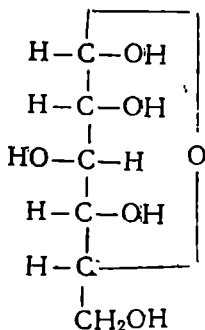


ხოლო მე-2 ფორმა შეესაბამება ექვსწევრიან

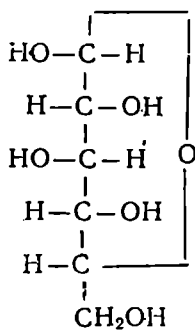
ჰეტეროციკლურ ნაერთს — პირანს



მონოზების ციკლურ ფორმებში ღია ფორმებისაგან განსხვავე-  
ბითუ ნაცვლად 4 ქირალური ცენტრისა, არის 5 ქირალური ცენტრი,  
რაც მოითხოვს 32 (2<sup>5</sup>) იზომერის არსებობას. სახელდობრ: 8 იზო-  
მერი იქნება D-რიგის, 8 — L-რიგის. ამასთან თითოეულს აქვს α- და  
β-ანომერი (ბერძ. ანო—ნიშნავს ზევით), რომლებიც ერთმანეთისა-  
გან განსხვავდებიან ნახევრადაცეტალური ჰიდროქსილის განლაგე-  
ბით პირველ ნახშირბადატომთან. მაგალითად, თუ პირველ ნახშირ-  
ბადატომთან დამკვირვებელიდან მარჯვნივ იმყოფება OH, მაშინ იგი  
α-ანომერია, ხოლო თუ მარცხნივაა, β-ანომერი:



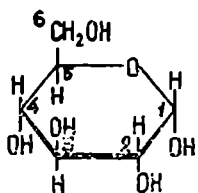
α-D-გლუკოზა (α-ანომერი)



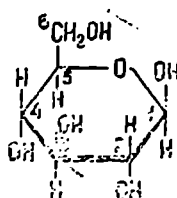
β-D-გლუკოზა (β-ანომერი)

თეორიის მოთხოვნა—პენტოზებისათვის 16 და ჰექსოზებისათვის  
32 იზომერის არსებობა—სრული შესაბამისობაშია სინამდვილესთან  
(ისინი აღნიშნული რაოდენობით არსებობენ მყარ მდგომარეობაში).

თუ პროექციული ფორმულების ნაცვლად ვისარგებლებთ პერს-  
პექტიული ფორმულებით, როგორც ეს მოგვაწოდა ჰეუორსმა, მაშინ  
α-D და β-D-გლუკოპირანოზა შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნა-  
ირად:

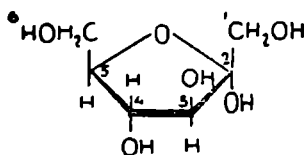


α-D-გლუკოპირანოზა

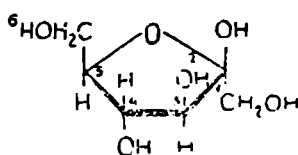


β-D-გლუკოპირანოზა

ამის ანალოგიურად შეიძლება პერსპექტიული ფორმულების სახით გამოისახოს α-D და β-D-ფრუქტოფურანოზა:



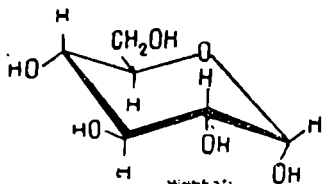
α-D-ფრუქტოფურანოზა



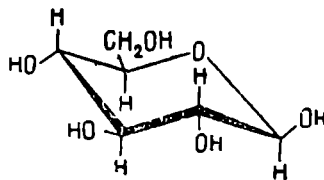
β-D-ფრუქტოფურანოზა

ნახშირწყლების მოლეკულის პერსპექტიული ფორმულით გამოხატვის უპირატესობა პროექციულთან იმაში მდგომარეობს, რომ იგი უფრო თვალსაჩინოდ უჩვენებს პიდროქსილის ჯგუფების სივრცობრივ განლაგებას.

ნახშირწყლების კონფორმაცია. ფიშერის მიერ მოწოდებული მონოსაქარიდების პროექციული და ჰეუორსის პერსპექტიული ფორმულები არ ასახავს მონოსაქარიდების ქეშპარიტ გეომეტრიულ ფორმებს. რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით და ქიმიური მეთოდებით დადგენილია, რომ მსგავსად ციკლოპექსანისა მონოსაქარიდებს აქვთ „სავარძლის“ და „აბაზანის“ ფორმა. ამათგან უფრო მტკიცეა „სავარძლის ფორმა“. მაგალითად, კრისტალური α-D და β-D-გლუკოზა იმყოფება სტრუქტურულ ფორმებში:



α-D-გლუკოზა



β-D-გლუკოზა

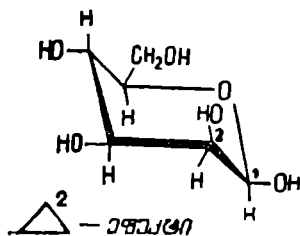
„სავარძლის“ ფორმაში რგოლი არის ზიგზაგისებური და არა ბრტყელი. აქ ქიმიურ ბმათა შორის კუთხე 110°-ის ტოლია. იმის გა-

მო, რომ ნონოზის მოცემული ციკლური ფორმის წარმოქმნაში მონაწილეობას ლებულობს ჟანგბადის ატომი, მას უფრო მეტი კონფორმერი უნდა ჰქონდეს, ვიდრე ციკლოჰექსანს.

როგორც  $\alpha$ -D-გლუკოზის „საყარძლის“ ფორმიდან ჩანს, ერთი ჩანაცვლებული (მოცემულ შემთხვევაში OH) დაკავშირებულია C-1-თან აქსიალურ მდებარეობაში, დანარჩენი ოთხი ჰიდროქსილის ჯგუფი იმყოფება ეკვატორულ მდებარეობაში (aeeee), ხოლო  $\beta$ -D გლუკოზაში ყველა ჰიდროქსილის ჯგუფი განლაგებულია ეკვატორულად (eeee). გლუკოზის ხსნარი წონასწორულ მდგომარეობაში, ოთახის ტემპერატურაზე შეიცავს 63,98%  $\beta$ -რგოლს, 36%-მდე  $\alpha$ -რგოლს და დაახლოებით 0,02%-მდე ლიაჯაჭვიან მოლეკულას. მაშასადამე, როცა ტევადი (უფრო დიდი მოცულობითი) ჩანაცვლებლები იმყოფებიან ეკვატორულ მდებარეობაში (როგორც ეს  $\beta$ -D გლუკოზაშია), კონფორმერი უფრო მდგრადია.

კონფორმაციულ ანალიზს ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ჩანაცვლებლებს ამის მიხედვით, თუ რომელი მდებარეობა (ეკვატორული თუ აქსიალური) უჭირავს, სხვადასხვა რეაქციის უნარი ახასიათებთ. თუ გვეცოდინება თითოეული ჩანაცვლებულის უმდგრადობის სიდიდე და აგრეთვე მხედველობაში მივიღებთ არახელსაყრელ კონფორმაციულ ფაქტორებს, მაგალითად, როგორც არის  $\Delta^2$ -ეფექტი, მაშინ შეიძლება ვივარაუდოთ მოცემულ შემთხვევაში მოლეკულას რომელი კონფორმერი უფრო შეესაბამება.

$\Delta^2$ -ეფექტს ადგილი აქვს მაშინ, როცა ციკლურ, ნახევრადაცეტალურ და მე-2 ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ჰიდროქსილის ჟანგბადატომები ახლოს დგანან ერთმანეთთან. მაგალითად:



ასეთ მდებარეობაში მყოფი კონფორმერი მაქსიმალურად არახელსაყრელ ფორმაში იმყოფება.

შაქრებს ახასიათებთ უფრო მეტი მყავური ბუნება, ვიდრე სპირტებს. ამიტომ ისინი მძიმე მეტალების იონებთან ( $Cu^{2+}$  და სხვა) იძლევიან საქარატებს. საქარატების წარმოქმნა ძირითადად ხდება იმ შემთხვევაში, როცა მეზობლად მყოფი ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი იმყო-

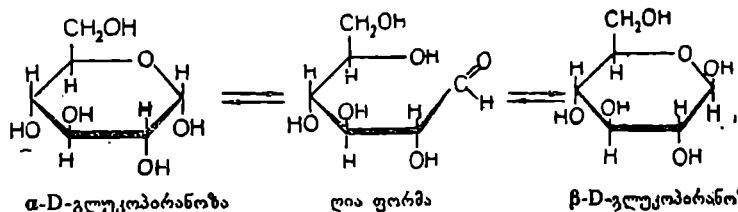


ფება ერთ სიბრტყეში. ცალკეული მონოსაქარიდის წყალხსნარზე სპილენძის მარილების დამატებისას მონოსაქარიდის ხვედრითი ბრუნვის სიდიდეთა თანმიმდევრული განსაზღვრით აღგენენ ჰიდროქსილის ჯგუფების ფარდობით სივრცობრივ განლაგებას. ასეთი ქიმიური მეთოდით შეიძლება დადგინდეს იქნეს ყველა მონოსაქარიდის კონფორმაცია. ამჟამად მონოსაქარიდების კონფორმაციას აღგენენ ბ მ რ — სპექტრალური ანალიზით.

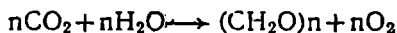
შაქრების სავარძლისა და აბაზანის ფორმა ადვილად გადადიან ერთმანეთში. ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა შაქრის ჰიდროქსილის ჯგუფები ეთერიფიცირებულია, მაშინ აბაზანის კონფორმერს ქარბობს სავარძლის კონფორმერი.

1870 წელს მოსკოვის უნივერსიტეტის პედაგოგმა ა. ა. კოლმა წამოაყენა აზრი გლუკოზას ნახევრადაცეტალურ ციკლურ ფორმაში არსებობის შესახებ, რომლის ქეშმარიტება ექსპერიმენტულად დადასტურდა დაახლოებით 44 წლის შემდეგ.

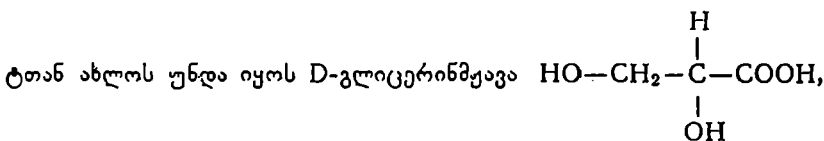
მუტაროტაცია (მულტიროტაცია). მუტაროტაცია ნიშნავს ზოგიერთი ოპტიკურად მოქმედ ნივთიერებათა გახსნის შემდეგ დინამიკური წონასწორობის დამყარებამდე ოპტიკური აქტივობის (ხვედრითი ბრუნვის სიდიდის) ცვალებადობას. ეს მოვლენა დამახასიათებელია ოქსიმჟავებისათვის, მონოზებისათვის, აღმდგენელი ჯოჯოხოსაქარიდებისათვის და ზოგიერთი სხვა ნივთიერებისათვის. მაგალითად, ახლად დამზადებული გლუკოზას წყალხსნარის ხვედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +112^\circ$ , რომელიც დროთა განმავლობაში თანდათან კლებულობს და ეცემა მუდმივ სიდიდემდე  $+52,2^\circ$ .  $\beta$ -D-გლუკოზას ახლად დამზადებული წყალხსნარის ხვედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +18,7^\circ$ , რომლის სიდიდე თანდათან მატულობს და აღწევს მუდმივ სიდიდეს  $+52,5^\circ$ . ამ დროს მყარდება ორივე ფორმის ერთმანეთში გადასვლის დინამიკური წონასწორობა და ხვედრითი ბრუნვის სიდიდე ( $+52,5^\circ$ ) უცვლელი რჩება. მუტაროტაციის კატალიზირებას ახდენენ, როგორც ფუძე, ასევე მჟავე გარემოში. მუტაროტაციის დროს ადგილი აქვს არა მარტო  $\alpha$ -ანომერის გადასვლას  $\beta$ -ანომერში და პირიქით, არამედ შაქრის ღია ფორმის წარმოქმნასაც, რაც უშუალო კავშირშია ტაუტომერიის მოვლენასთან:



მიღების საშუალებანი. ნახშირწყლების წარმოქმნა ხდება მცენარის მწვანე ნაწილში, სადაც ქლოროფილისა და მზის ენერჯის მეშვეობით ერთმანეთს უკავშირდება ნახშირორჟანგის ნახშირბადი და წყალი:



ფოტოსინთეზი უაღრესად რთული მოვლენაა და ამიტომ ჯერჯერობით მისი ყველა ასპექტი შესწავლილი არ არის. დადგენილად მიაჩნიათ, რომ ფოტოსინთეზის დასაწყისში სინათლის გავლენით ადგილი აქვს  $\alpha$ -ქლოროფილის გააქტიურებას, რომლის მეშვეობით ხდება ნახშირორჟანგის აღდგენა. ვარაუდობენ, რომ აღდგენის პროდუქტთან ახლოს უნდა იყოს D-გლიცერინმჟავა

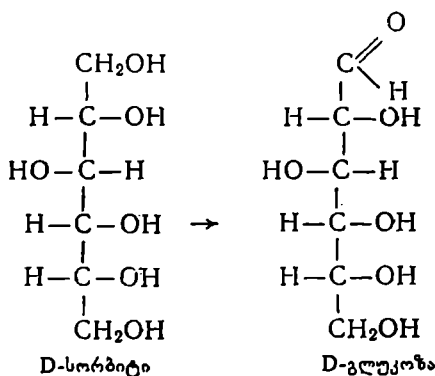


რომლის ფერმენტაციული გარდაქმნით წარმოიქმნება მარტივი შაქრები და პოლიოზები.

დედამიწაზე მზის ენერჯის აკუმულირება ხდება ფოტოსინთეზით. მისი მეშვეობით განპირობებულია ნახშირორჟანგიდან ენგბადის გამონთავისუფლება.

1. დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ფორმალდეჰიდრისა და კალციუმჰიდროქსიდის ურთიერთმოქმედებით მარტივი შაქრების ნარევის მიღებას, რომელიც 1861 წელს პირველად განახორციელა ა. მ. ბუტლეროვმა. ასეთი ნარევისაგან 1889 წ. ე. ფიშერმა გამოყო მონოზების ცალკეული წევრები.

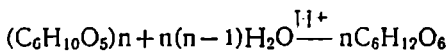
2. მონოზების მიღება შეიძლება განხორციელდეს მრავალატომიანი სპირტების დაჟანგვით. დაჟანგვას ახდენენ ჩვეულებრივი დამჟანგავებით ან ფერმენტების მეშვეობით:



3. მონოსაქარიდების მიღების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს დაბალი წვერებიდან მაღალი წვერების მიღება ოქსინიტრილის სტადიის გავლით (კილიანი 1887 წ.). ამ შემთხვევაში ალდოზაზე მოქმედებენ ციანწყალბადმჟავათი და მიიღება ოქსინიტრილის ორი დიასტერეომერი, რომელთა მჟავური ჰიდროლიზით წარმოიქმნება შესაბამისი პოლიოქსიმჟავები, რომლებიც იმავე გარემოში (მჟავური გარემო) განიცდიან დეჰიდრატაციას და მიიღება ლაქტონები. უკანასკნელთა ნატრიუმის ამაღვამით აღდგენა იძლევა ალდოზის ორ დიასტერეომერს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მე-2 ჭირალური ცენტრების კონფიგურაციით (წარმოადგენენ ერთნაქეთის ეპიმერებს). მაგალითად, აღნიშნული მეთოდით D-არაბინოზიდან მიიღება D-გლუკოზა და D-მანოზა (იხ. გვ. 396).

როგორც მოცემული სქემიდან ჩანს, ერთდროულად შეიძლება ერთი ნახშირბადატომის შემატება. ნახშირბადატომების ასეთი თანდათანობითი შემატებით მიღებულია მონოზი, რომელიც შეიცავს 10 ნახშირბადატომს. მიღებული მონოზების ოზოლირებას ახდენენ ფრაქციული კრისტალიზაციით.

4. დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს პოლიოზების ჰიდროლიზით მონოზების მიღებას. ზოგიერთი მონოზის მიღებას სამრეწველო მასშტაბით ახორციელებენ პოლიოზის მჟავური ან ფერმენტაციული ჰიდროლიზით:



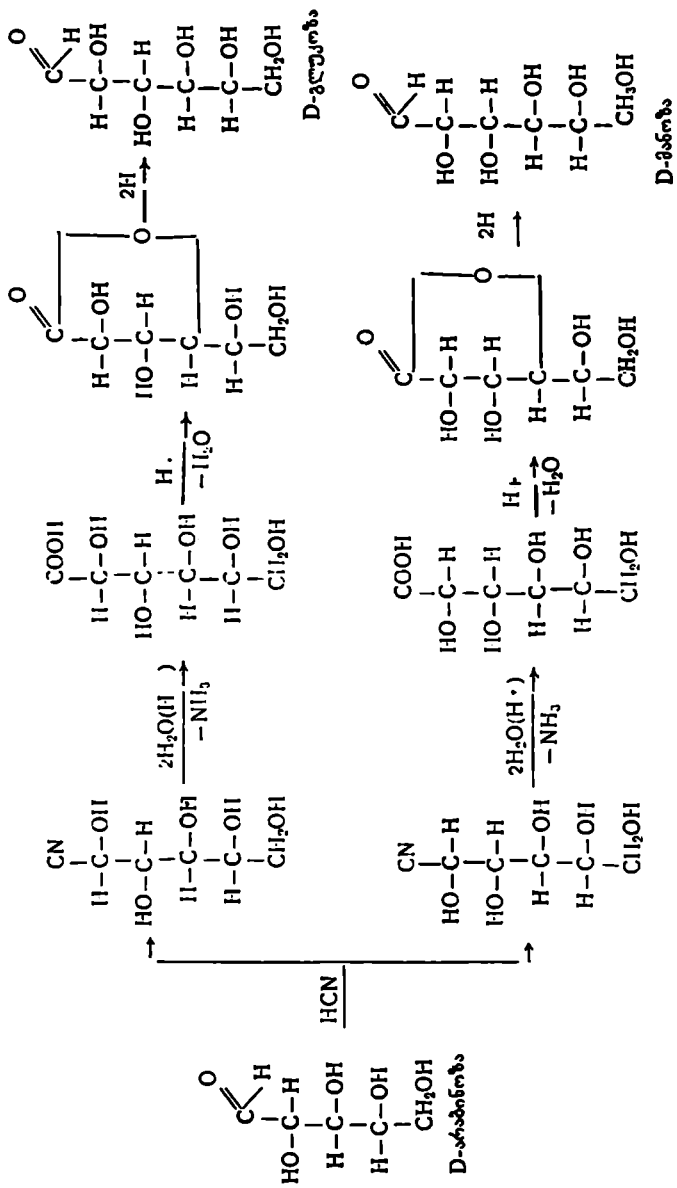
**ფიზიკური თვისებები.** მონოსაქარიდები წარმოადგენენ ოპტიკურად მოქმედ, კრისტალურ, ტკბილი გემოს მქონე ნივთიერებებს, რომლებიც იხსნებიან წყალში, მეთილფორმამიდსა და დიმეთილსულფოქსიდში.

**ქიმიური თვისებები.** მონოსაქარიდებს ქიმიური თვისებები ძირითადად განპირობებულია სპირტოჯგუფებითა და კარბონილის ჯგუფით. ქიმიური გარდაქმნები მიმდინარეობს თავისუფალი კარბონილის ჯგუფისა და ნახევრადაცეტალურ (ციკლური) ფორმის მიხედვით.

ა) ქიმიური გარდაქმნები. კარბონილის ჯგუფის მიხედვით:

1. დაჟანგვა. ალდოზების დაჟანგვით იქანგება, როგორც ალდეჰიდის, ასევე პირველადი სპირტოჯგუფი, რის შედეგადაც წარმოიქმნება შესაბამისი მჟავები.

სუსტი დამჟანგავების (განზავებული აზოტმჟავა, ბრომიანი წყალი) გავლენით იქანგება მხოლოდ ალდეჰიდის ჯგუფი და მიიღება მჟავა, რომელიც იმავე გარემოში წყლის გამოყოფით ადვილად გა-



2H<sub>2</sub>O(H<sup>+</sup>)  
-NH<sub>3</sub>

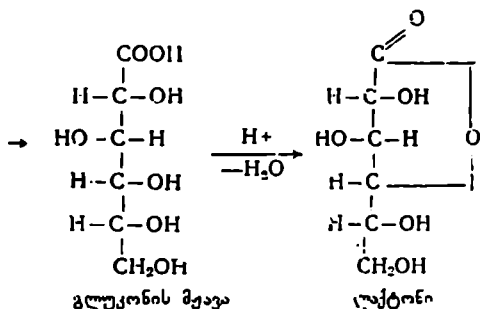
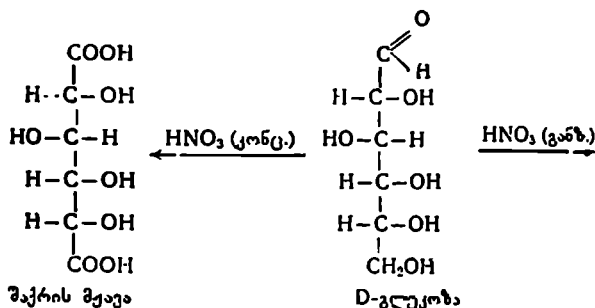
2H<sub>2</sub>O(H<sup>+</sup>)  
-NH<sub>3</sub>

H<sup>+</sup>  
-H<sub>2</sub>O

2H<sup>+</sup>

2H<sup>+</sup>

დადის ლაქტონში. ძლიერი დამჟანგავების (კონცენტრირებული აზოტ-მჟავა და სხვა) გავლენით იჟანგება როგორც ალდეჰიდის, ასევე პირველადი სპირტოჯგუფი და წარმოიქმნება შაქრის მჟავები:

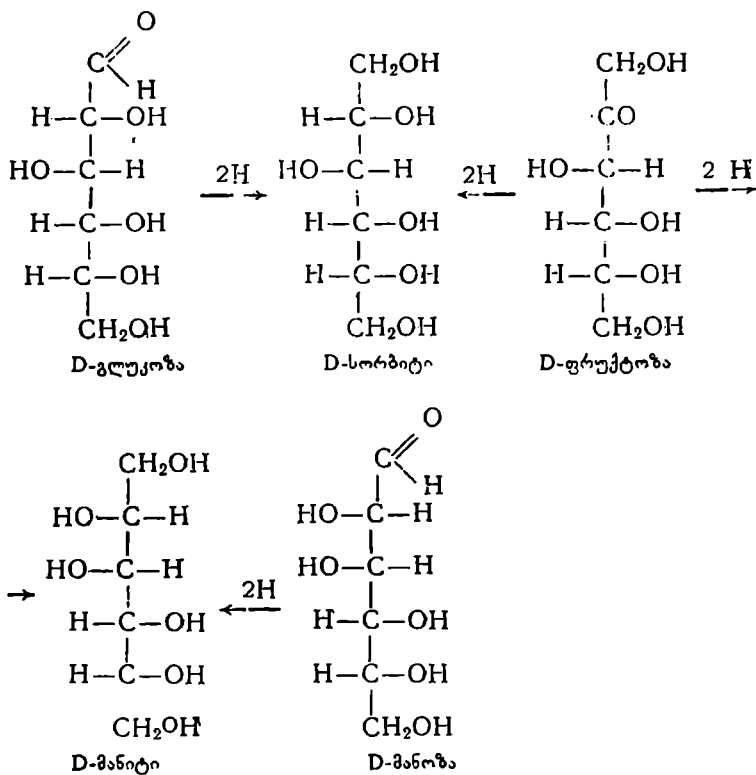


აღმოჩენის ადვილად დაქანგვის გამო ისინი გვაძლევენ ფერად რეაქციებს. მაგალითად,  $\text{AgNO}_3$ -ის ამიაკური ხსნარის მოქმედებით აღდგენენ ვერცხლს (ვერცხლის სარკის რეაქცია), ხოლო ფელინგის რეაქტივთან ურთიერთმოქმედებით ორვალენტოვან სპილენძს აღდგენენ ერთვალენტოვან სპილენძის ოქსიდად.

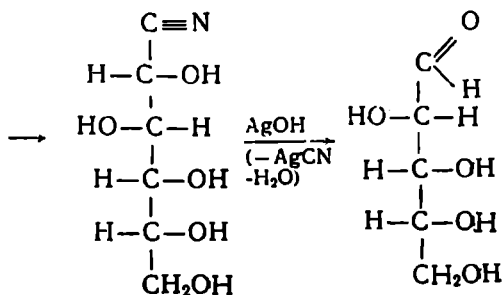
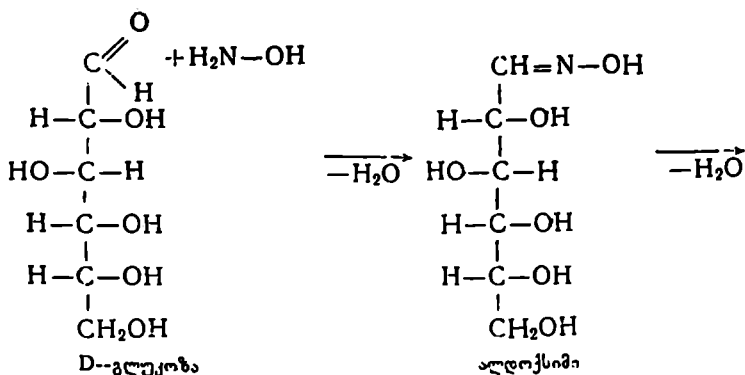
2. აღდგენა. მონოზების აღდგენით მიიღებიან მრავალატომიანი სპირტები. აღდგენას ახორციელებენ ნატრიუმის ამალგამით განზავებული გოგირდმჟავას თანაობით, წყალბადით კატალიზატორების თანაობით, ნატრიუმბრომპილდრიდით. უკანასკნელ ხანებში მონოზების აღმდგენლად ფართოდ იყენებენ ლითიუმალუმინპილდრიდს. მონოზების აღდგენის შედეგად მიღებული სპირტებისათვის სახელწოდების მიცემისათვის სუფიქსი—ოზა უნდა შევცვალოთ სუფიქსით—იტ-ი.

მაგალითად, სორბოზას აღდგენით მიღებულ სპირტს სორბიტი ეწოდება, ხოლო მანოზიდან მიღებულს—მანიტი.

D-გლუკოზის აღდგენით მიიღება D-სორბიტი, ხოლო D-ფრუქტოზის აღდგენით წარმოიქმნება D-სორბიტი და D-მანიტი. D-მანოზა აღდგენით იძლევა მანიტს:



3. ჰიდროქსილამინის მოქმედება. მონოსაქარილები ადვილად შედიან რეაქციებში ჰიდროქსილამინთან და წარმოქმნიან ოქსიმებს. ალდოზებიდან მიღებულ ოქსიმებს ალდოქსიმები ეწოდება, ხოლო კეტოზებიდან მიღებულს — კეტოქსიმები. ოქსიმები დეჰიდრატაციით გარდაიქმნებიან ოქსინიტრილებად. უკანასკნელზე სველი ვერცხლის ჰიდროქსიდის მოქმედებით წყდება ციანწყალბადი და მიიღება ალდოზა, რომელიც ერთი ნახშირბადატომით უფრო ღარიბია სარეაქციოდ აღებულ ალდოზასთან შედარებით:

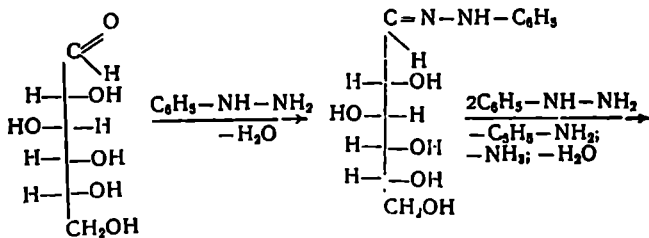


ოქსინიტრილი

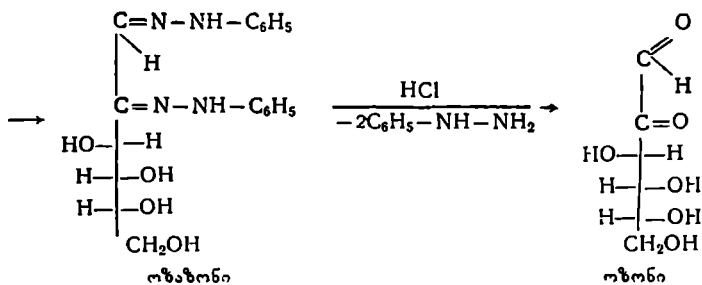
D-არაბინოზა

მოცემული მეთოდით ახორციელებენ მაღალი წვევრიდან დაბალ წვევრში გადასვლას.

4. ფენილჰიდრაზინის მოქმედება. მონოსაქარიდები : ფენილჰიდრაზინის მოქმედებით ჯერ წარმოქმნიან ფენილჰიდრაზონებს, ხოლო შემდეგ ოზაზონებს (ე. ფიშერი, 1884 წ.). ოზაზონები მარილმკვავას მოქმედებით განიცდიან ჰიდროლიზს (ჩამოშორდება ფენილჰიდრაზინის ნაშთები) და მიიღება ოზონები:



ფენილჰიდრაზონი

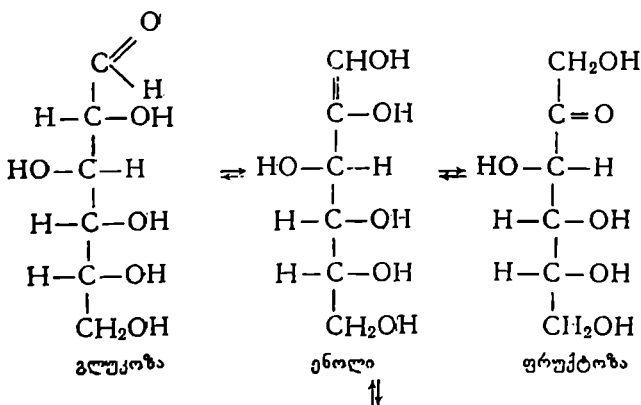


(ოზაზონიდან მიღებული ოზონი და ჩვეულებრივი ოზონი O<sub>3</sub> გამოითქმება ერთნაირად, ხოლო იწერება სხვადასხვანაირად. შესაბამისად, (osone და ozone).

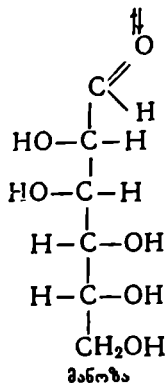
იმის გამო, რომ D-გლუკოზას, D-მანოზას და D-ფრუქტოზას მე-3 ქირალური ცენტრის კონფიგურაცია ერთნაირი აქვთ, ისინი წარმოადგენენ ერთმანეთის ეპიმერებს, იძლევიან ერთნაირ ოზაზონებს.

ოზაზონები წარმოადგენენ ყვითელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებებს. (ფრაქციული კრისტალიზაციისა და სქრომატოგრაფიული მეთოდის მეშვეობით ახდენენ მათ იზოლირებას ნარევებიდან. ამ მეთოდების მეშვეობით ნარევებიდან იდენტიფიცირებულია მრავალი სხვადასხვა შაქარი.

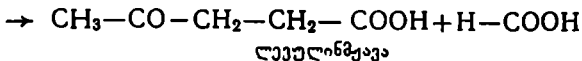
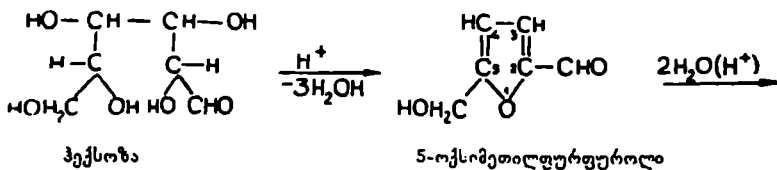
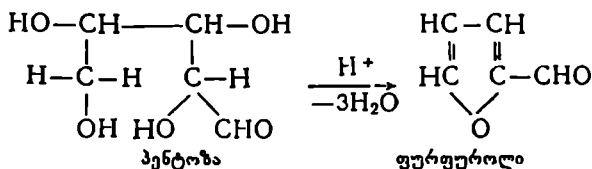
5. ტუტეების მოქმედება. მონოზებზე ტუტეების მოქმედების დროს ადგილი აქვს მათ ენოლიზაციას და თავდაპირველად წარმოიქმნება ენოლი, რომელიც განიცდის იზომერიზაციას და მიიღება თანაბარი ოდენობის სხვადასხვა მონოზების ნარევი. მაგალითად, გლუკოზიდან წარმოიქმნება ფრუქტოზა და მანოზა, ფრუქტოზიდან გლუკოზა და მანოზა. უკანასკნელიდან—გლუკოზა და ფრუქტოზა:







6. დეჰიდრატაცია. პენტოზების განზავებულ მინერალურ მჟავებთან გაცხელებით წარმოიქმნება ჰეტეროციკლური ნაერთი — ფურფუროლი. ანალოგიურ პირობებში ჰექსოზები იძლევიან 5-ოქსიმეთილფუროლს, რომელიც ლაბილურია და მჟავურ გარემოში ჰიდროლიზირდება ლევულინისა და ჰიანჰველმჟავას წარმოქმნით:

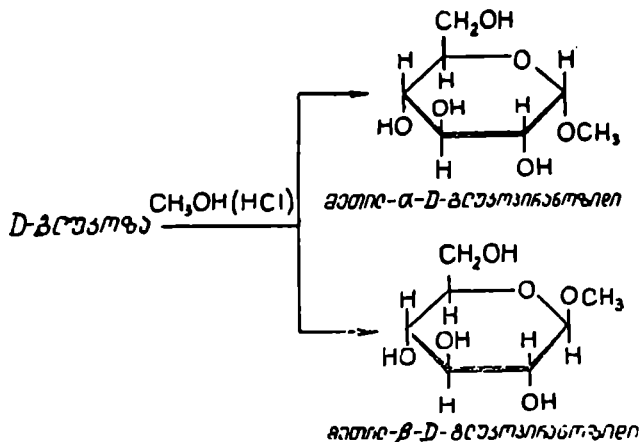


მიღებული ნივთიერებები რეზორცინთან და ზოგიერთ სხვა ფენოლებთან იძლევიან ფერად რეაქციებს, რითაც შეიძლება აღმოვაჩინოთ პენტოზები და ჰექსოზები.

ბ) კიმიური გარდაქმნები ციკლური ფორმების მიხედვით

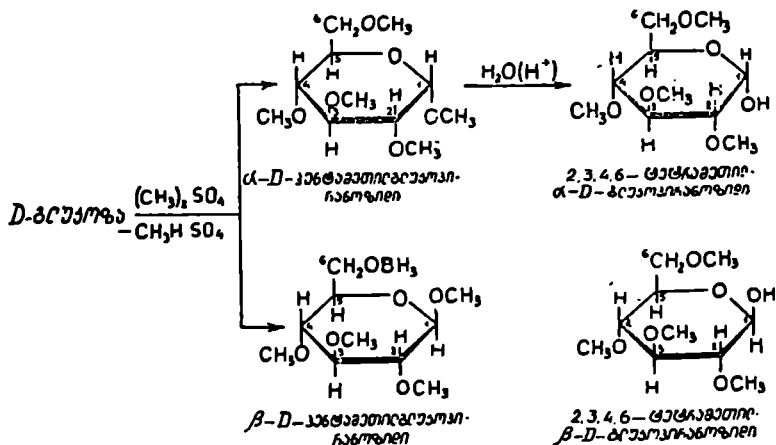
1. ალკილირების რეაქცია (მარტივი ეთერების წარმოქმნა). ალკილირების რეაქციების დროს შაქრები რეაგირებენ ნახევრად აცეტალური (ციკლური) ფორმის მიხედვით. მაგალითად, სპირტების მოქმედებით. მინერალური მჟავების თანაობით რეაგირებს შაქრის მხოლოდ ნახევრადაცეტალური ჰიდროქსილის ჯგუფი და მიიღება

გლიკოზიდი. მაგალითად, D-გლუკოზზე მეთანოლის მოქმედებით მარილმეჯავს თანაობით მიიღება  $\alpha$ - და  $\beta$ -მეთილგლუკოპირანოზიდი:



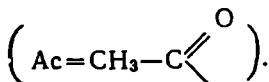
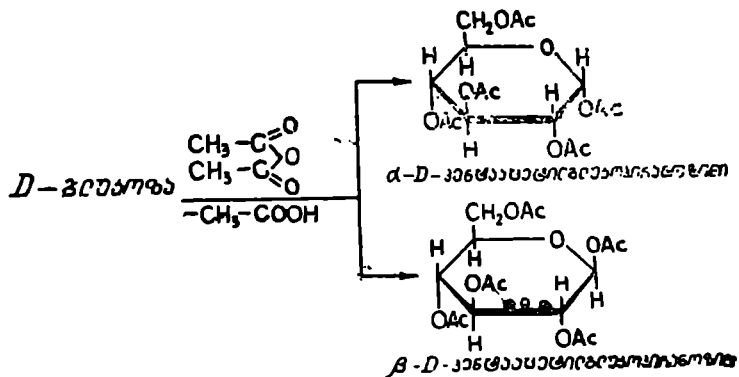
$\alpha$ - და  $\beta$ -გლიკოზიდებს მუტაროტაცია არ ახასიათებთ. რადგან გლიკოზიდური ჰიდროქსილი „შებოქილია“ მეთილის ჯგუფით.

თუ შაქარზე ვიმოქმედებთ ისეთი მაალკილირებელი საშუალებებით, როგორც მეთილირი და დიმეთილსულფატი, მაშინ შაქრის მოლეკულაში არსებული ყველა ჰიდროქსილი მეთილირდება. მაგალითად, D-გლუკოზზე მეთილირდის (ვერცხლის ოქსიდის თანაობით) ან დიმეთილსულფატის მოქმედებით მიიღება  $\alpha$ - და  $\beta$ -პენტა-მეთილგლუკოპირანოზიდი, რომლებიც ნაწილობრივი ჰიდროლიზით გარდაიქმნებიან 2, 3, 4, 6-ტეტრა-მეთილ- $\alpha$ - და  $\beta$ -D-გლუკოპირანოზად:

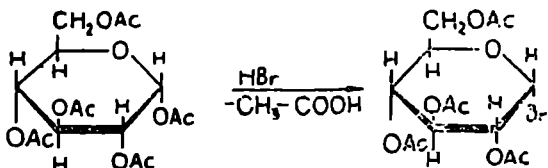


გლიკოზიდური ჰიდროქსილის გამონთავისუფლების გამო ტეტრაამეთილგლუკოზები (განიცილიან ტაუტომერიას) ნაწილობრივ გარდაიქმნებიან შესაბამის ლიაჯაჭვიან ფორმებად და ამის გამო იძლევიან კარბონილის ჯგუფისათვის დამახასიათებელ რეაქციებს. გლიკოზიდური ჰიდროქსილის არსებობის გამო ტეტრაამეთილგლუკოზებს ასახიათებთ მუტაროტაცია.

2. აცილირების რეაქცია (რთული ეთერების წარმოქმნა). მონოსაქარიდები ისეთი მაცილირებელი ნივთიერებების მოქმედებით, როგორც არის მეჯვების ანჰიდრიდები და ჰალოგენანჰიდრიდები, წარმოქმნიან სრული აცილირების პროდუქტებს. ე. ი. მონოსაქარიდში აცილით შეიცვლება ხუთივე ჰიდროქსილის წყალბადატომი და პირობების შესაბამისად მიიღება  $\alpha$ - და  $\beta$ -პენტააცილმონოსაქარიდი. მაგალითად, D-გლუკოზასა და ძმარმეჯავანჰიდრიდის ურთიერთმოქმედებით მიიღება  $\alpha$ - და  $\beta$ -პენტააციტილ-D-გლუკოპირანოზიდი:



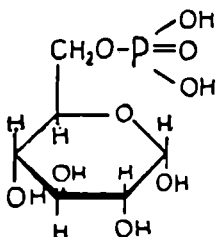
პენტააციტილგლუკოპირანოზიდზე ბრომწყალბადის მოქმედებით (ძმარმეჯავას გარემოში) ბრომით იცვლება მხოლოდ ის აცტილის ჯგუფი, რომელიც იმყოფება პირველ ნახშირბადატომთან:



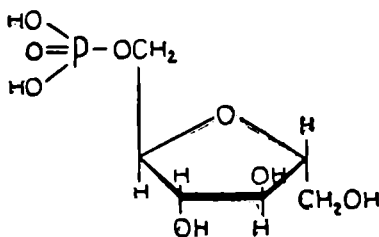
$\alpha$ -D-ტეტრააციტილბრომგლუკოზა

განხილული მეთილირებისა და აცეტილირების პროდუქტების მიღება განპირობებულია ხსნარში D-გლუკოზიდან  $\alpha$ - და  $\beta$ -ანომერების წარმოქმნით.

მონოზების რთული ეთერებიდან უადრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ ფოსფორმეფავს ეთერებს. D-გლუკოზისა და D-ფრუქტოზის ფოსფორმეფავა ეთერები მონაწილეობას ღებულობენ ნივთიერებათა ცვლის პროცესში (ნახშირწყლების რქემეფავური და სპირტული დუღილი). ამ მხრივ განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს 6-ფოსფო-D-გლუკოზა და 6-ფოსფო-D-ფრუქტოზა:



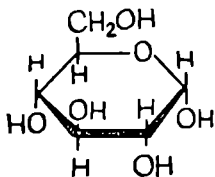
6-ფოსფო-D-გლუკოზა



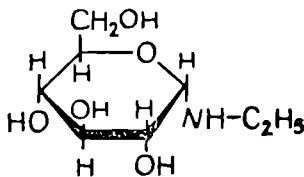
6-ფოსფო-D-ფრუქტოზა

ნუკლეინმეფავების მოლეკულის წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს ფოსფო-D-რიბოზა და ფოსფო-2-დეზოქსი-D-რიბოზა.

3. ამინების მოქმედება. მონოსაქარიღებზე პირველადი ამინების მოქმედებით ნახევრადაცეტალური ჰიდროქსილის ჯგუფი იცვლება ამინის ფრაგმენტით და მიიღება N-გლიკოზიდი ანუ გლიკოზილამინი (მონოსაქარიღის ფრაგმენტს, რომელიც წარმოქმნილია ნახევრად-აცეტალური ჰიდროქსილის ჯგუფის ჩამოშორებით, გლიკოზილი ეწოდება):



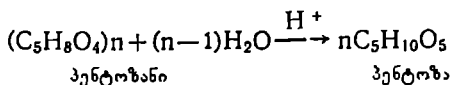
$\alpha$ -D-ვლუკოზა



N-გლიკოზიდი (N-ეთილ- $\alpha$ -D-ვლუკოპირანოზილამინი)

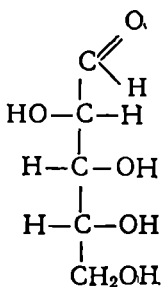
ნუკლეინმჟავების ფრაგმენტები — ნუკლეოზიდები წარმოადგენენ N-გლიკოზილამინებს.

პენტოზების ცალკეული წევრები. პენტოზების ზოგიერთი წარმომადგენელი ბუნებაში გავრცელებულია მაღალმოლეკულური ნაერთების პენტოზანების სახით. პენტოზანების მკაფური პიდროლიზით მიიღებიან პენტოზები:

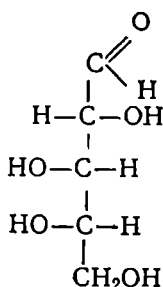


აღლოპენტოზებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს L-არაბინოზა, D-ქსილოზა, D-რიბოზა და დეზოქსი-D-რიბოზა.

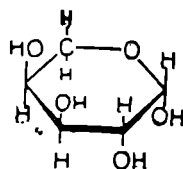
L(+)-არაბინოზა. ბუნებაში გავრცელებულია პენტოზან არაბანის სახით. არაბანი იმყოფება ალუბლის ხის ფისში, არაბეთის გუმფისში და სხვა. L(+)-არაბინოზა თავისუფალი სახით ნაპოვნი სხვადასხვა წიწვოვან მცენარეებში.



D (-)-არაბინოზა



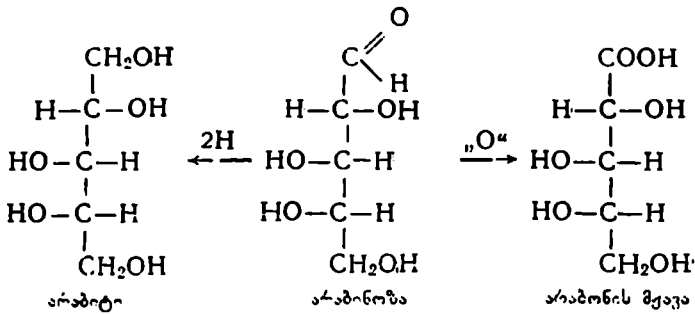
L(+)-არაბინოზა



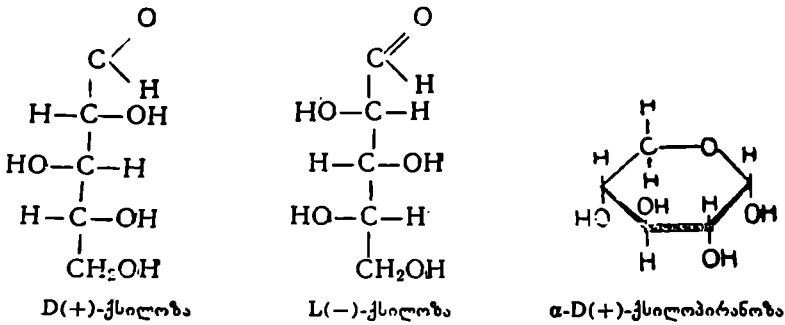
$\alpha$ -L(+)-არაბოპირანოზა

L(+)-არაბინოზა არის ტკბილი გემოს მქონე, წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება  $160^{\circ}\text{C}$ -ზე. არაბინოზის ახლად დამზადებულ ხსნარს ახასიათებს მუტაროტაცია. მისი საწყობი ზვედრითი ბრუნვის სიდიდე  $[\alpha]_D = +190,6^{\circ}$ , რომელიც მცირდება მანამ, სანამ არ მიიღებს მუდმივ მნიშვნელობას —  $[\alpha]_D = +104,5^{\circ}$

არაბინოზის აღდგენით მიიღება ხუთატომიანი სპირტი (პენტოლი), რომელსაც არაბიტი ეწოდება, ხოლო დაჟანგვით იძლევა არაბონის მჟავას:

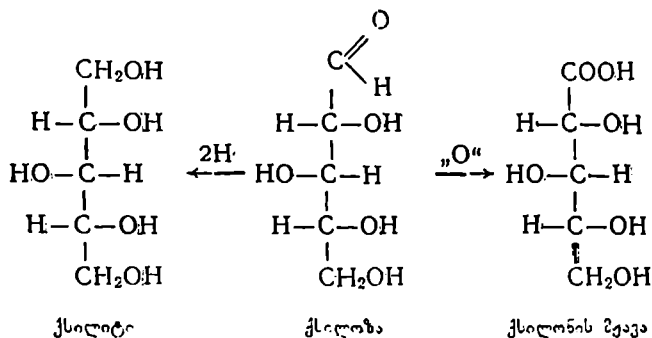


D(+)-ქსილოზა (ხის შაქარი) ბუნებაში გავრცელებულია პენტოზან ქსილანის სახით. ქსილანი იმყოფება: ჩალაში, სიმინდის ნაქუჩში, ქატოში, ბამბის თესლში, მზესუმზირას ჩენჩროში და სხვა მცენარეული წარმოშობის წყაროებში. აღნიშნული ნედლეულის მჟავებო გარემოში დუღილით (ქსილანისაგან) წარმოიქმნება ქსილოზა.



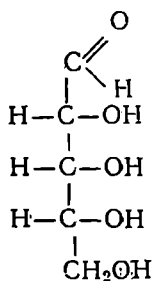
ქსილოზა წარმოადგენს ტკბილი გემოს მქონე, წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 145°C-ზე. ახასიათებს მუტაროტაცია, დასაწყისი ხვედრითი ბრუნვის კუთხის სიდიდე  $[\alpha]_D = +93,6^\circ$ , რომელიც თანდათან მცირდება მუდმივი მნიშვნელობის მიღებამდე  $-\alpha]_D = +18,8^\circ$ .

ქსილოზა აღდგენით იძლევა ქსილიტს, ხოლო დაჟანგვით ქსილონის მჟავას:

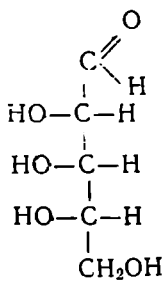


ქსილიტი წარმოადგენს ტკბილი გემოს მქონე, წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას. ქსილიტსა და მისი გამოყენებით დამზადებულ საკონდიტრო ნაწარმებს უნიშნავენ დიაბეტიით დაავადებულ აღამიანებს.

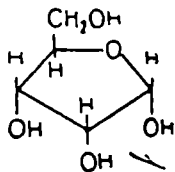
D-რიბოზა შეკავშირებული N-გლაუკოზიდების სახით იმყოფება რიბონუკლეინმჟავების შედგენილობაში. გარდა ამისა, რიბოზა გვხვდება რიგ ვიტამინებსა და კოფერმენტებში.



D-რიბოზა



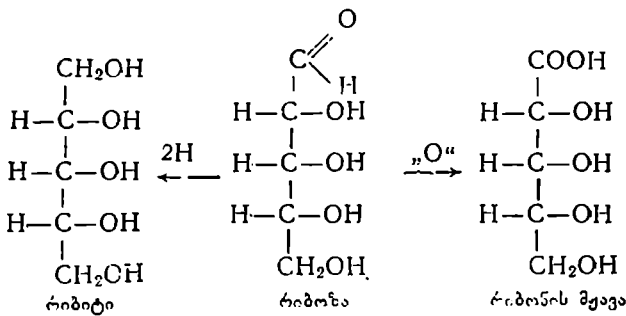
L-რიბოზა



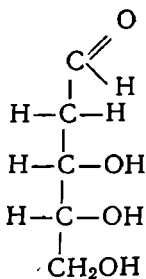
α, D-რიბოფურანოზა

რიბოზა არის ტკბილი გემოს მქონე კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 87°C-ზე.

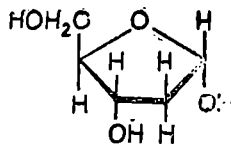
რიბოზა აღდგენით გარდაიქმნება ხუთატომიან სპირტად, რომელსაც რიბიტი ანუ i-აღონიტი ეწოდება. რიბოზას დაჟანგვით მიიღება რიბონის მჟავა:



2-დეჰოქსი-D-რიბოზა შეკავშირებული N-გლიკოზიდის სახით გვხვდება დეჰოქსირიბონუკლეინის მჟავებში. უკანასკნელის ჰიდროლიზის პროდუქტებიდან იგი გამოყოფილ იქნა მცირე რაოდენობით. მას სინთეზურად ღებულობენ D-არაბინოზიდან.



2-დეჰოქსი-D-რიბოზა



2-დეჰოქსი-D-რიბოფურანოზა  
(α-ანომერი)

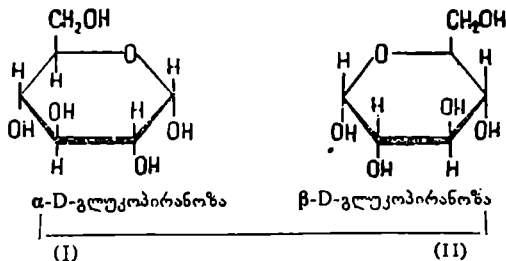
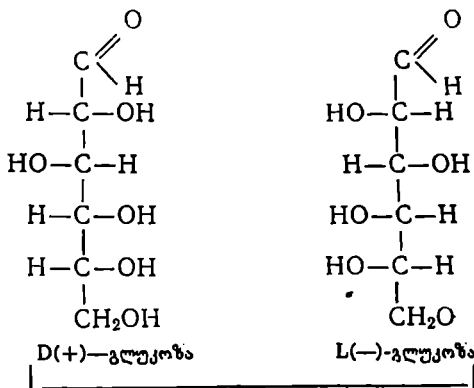
ჰექსოზების ცალკეული წევრები. ალდოექსოზების 16-სტერეო-იზომერებიდან ბუნებაში გვხვდება: D-გლუკოზა, D-მანოზა, D-გალაქტოზა და D-ტალოზა. კეტოჰექსოზების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ფრუქტოზა, რომელიც ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული.

D(+)-გლუკოზა (ყურძნის შაქარი, დექსტროზა). გლუკოზა, როგორც თავისუფალი, ასევე შეკავშირებული სახით, ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროში. იგი ფრუქტოზასთან ერთად იმყოფება მწიფე ხილის წვენიში. გლუკოზა და ფრუქტოზა თავლში არის 80%-მდე. მწიფე ყურძნის წვენი გლუკოზას შე-

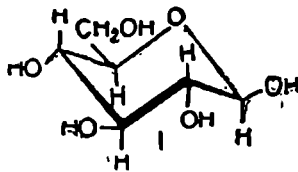


იტავს 18—24%-მდე. იგი იმყოფება ადამიანისა და ცხოველთა სის-  
ხლსა და ლიმფაში. გლუკოზა შეკავშირებული სახით იმყოფება ოლი-  
გოსაქარიდებსა, არაშაქარმაგვარ პოლიოზებსა და გლიკოზიდებში.  
გლუკოზის ასეთი ფართო გავრცელების ერთ-ერთ მიზეზად შეიძლე-  
ბა მივიჩნიოთ მისი კონფორმერის სტაბილურობა. გლუკოზის კონ-  
ფორმერში ყველა ვრცელი მოცულობითი ჯგუფები იმყოფება ეკვა-  
ტორულ მდებარეობაში, რაც მას სტაბილურობას ანიჭებს. სხვა ჰექ-  
სოზებში ერთი ვრცელი მოცულობითი ჯგუფი მაინც იმყოფება აქსი-  
ალურ მდებარეობაში, რის გამოც მათი კონფორმერები უფრო ნაკ-  
ლებად მტკიცე სისტემებია გლუკოზის კონფორმერთან შედარებით.

გლუკოზის მოლეკულის სტრუქტურა შეიძლება გამოიხატოს  
„ღია“ (I), „აბაზანის“ (II) და „სავარძლის“ (III) ფორმის სახით:



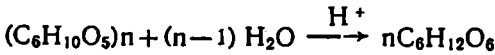
როგორც „აბაზანის“ (II) ფორმებიდან ჩანს, ნახევრადაცეტალუ-  
რი ჰიდროქსილის ჯგუფი და CH<sub>2</sub>OH ჯგუფი ერთმანეთის მიმართ იმ-  
ყოფებიან ტრანს-მდებარეობაში.



β-D-გლუკოზა (III)

როგორც სავარძლის (III) ფორმიდან ჩანს, ყველა ჰიდროქსილის ჯგუფი იმყოფება ეკვატორულ მდებარეობაში.

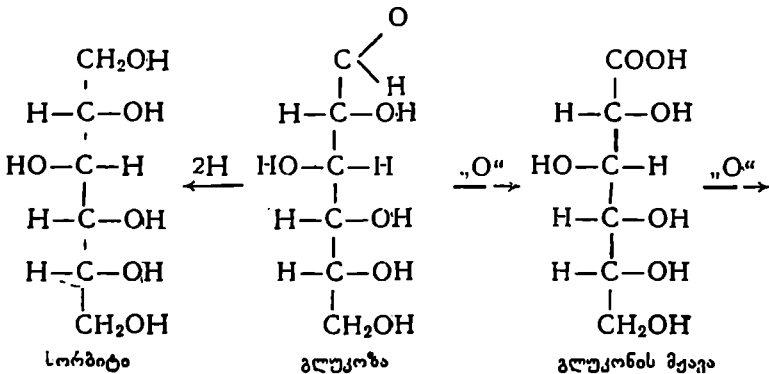
D-გლუკოზას საწარმოო მასშტაბით დებულობენ სახამებლისა და ცელულოზის ჰიდროლიზით:

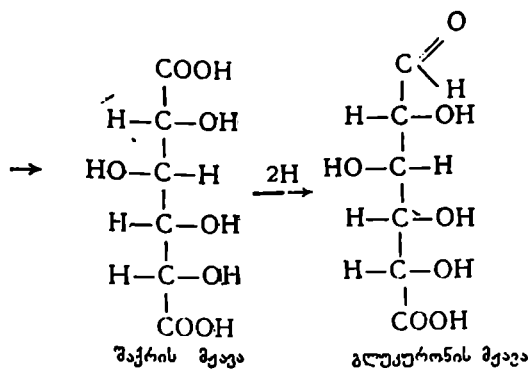


სახამებლის ჰიდროლიზით გლუკოზა პირველად მიიღო 1811 წელს რესმა ჭიმიკოსმა კ. ს. კირხპოფმა.

D-გლუკოზა წარმოადგენს ტკბილი გემოს მქონე, წყალში კარგად ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვებება 146°C-ზე.

D-გლუკოზა, როგორც აღინიშნა აღდგენით იძლევა ექვსატომიან სპირტს (ჰექსიტი), რომელსაც სორბიტი ეწოდება (დიაბეტით დაავადებულებს შაქრის ნაცვლად უნიშნავენ სორბიტს). გლუკოზა დაეანგვიტ ჯერ გარდაიქმნება გლუკონის მჟავად, რომელიც შემდგომი დაეანგვიტ გვადლევს შაქრის მჟავას. უკანასკნელის ნაწილობრივი აღდგენით მიიღება გლუკურონის მჟავა:

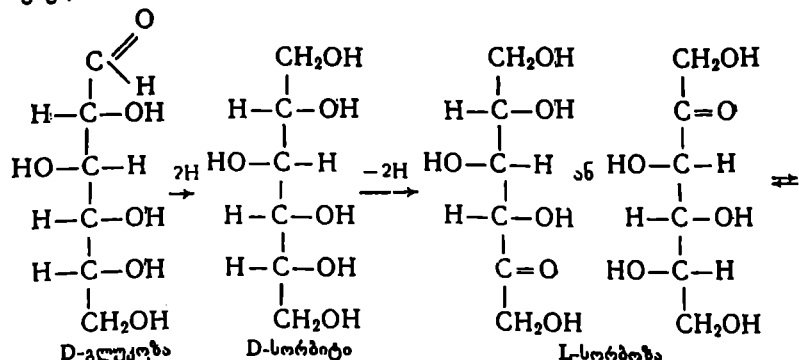


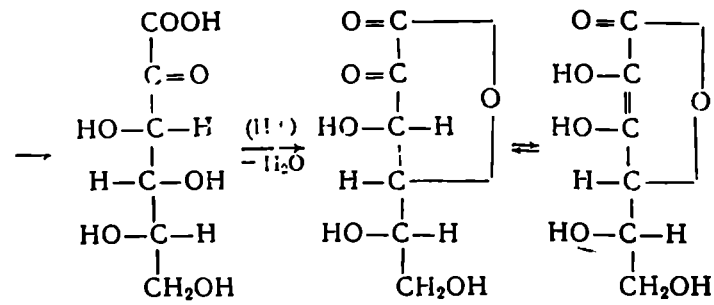
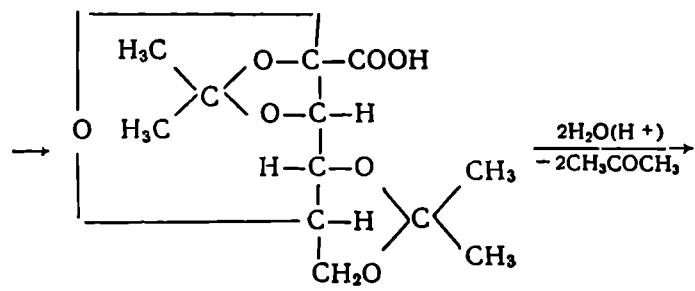
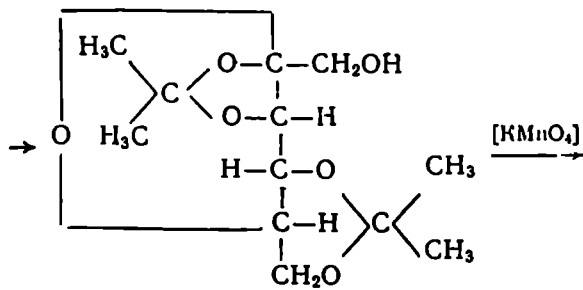
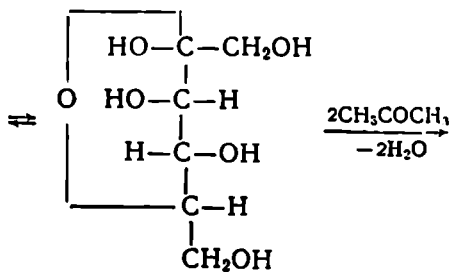


გლუკოზა აღადგენს ფელინგისა ( $\text{Cu}^{++} \rightarrow \text{Cu}^+$ ) და ტოლენსის რეაქტივს ( $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}^0$ ).

გლუკოზა ნატრიუმჰიდროსულფიტთან რეაქციაში არ შედის.

D-გლუკოზა გამოყენებულია მრავალი მიმართულებით. მას იყენებენ ჩვეულებრივი შაქრის მაგივრად, მედიცინაში იხმარება, როგორც ადვილად შესათვისებელი დიდი კვებითი ღირებულების შაქარი. გლუკოზიდან სამრეწველო გზით ღებულობენ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებას — C ვიტამინს. ამ მიზნით D-გლუკოზას ჯერ აღადგენენ D-სორბიტად, რომელიც ფერმენტაციულ-სელექციური დაქანვით გადაყავთ L-სორბოზაში. უკანასკნელი რეაქციაში შეყავთ აცეტონთან (კეტალიზაცია) და ამით L-სორბოზაში დაქანვისაგან იცავენ ოთხი ჰიდროქსილის ჯგუფს. კეტალიზაციის პროდუქტს უნდა გავენ კალიუმპერმანგანატით. დაქანვის პროდუქტის განზავებულ მჟავე გარემოში ჰიდროლიზით მიიღება α-კეტო-L-გულონის მჟავა, რომელიც დეჰიდრატაციით გარდაიქმნება C ვიტამინად (ასკორბინის მჟავა):





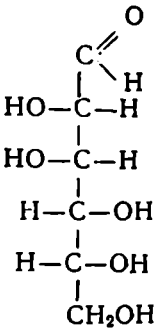
2-ოქსო-L-გულონის  
მევა

L-ასკორბინის მევა (C-ვიტამინი)  
(კეტონური ფორმა) (ენოლური ფორმა)

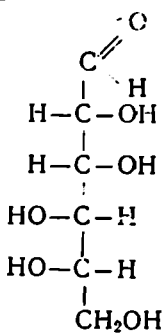
ასკორბინის მეჯვა წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალებს, რომელიც ლღეება 192°C-ზე.  $[\alpha]_D = +22^\circ$ . იგი არის ძლიერი აღმდგენელი. ახასიათებს მეჯვე რეაქცია, რაც გამოწვეულია ენოლის OH ჯგუფით. აქვს ანტისურავანდული (ანტისკორბუტული) ბუნება. მონაწილეობას ღებულობს ორგანიზმში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლაში. ვიტამინებს შორის ადამიანს იგი ყველაზე მეტი რაოდენობით ესაჭიროება. C ვიტამინზე ადამიანის საღლეღამისო მოთხოვნილება დაახლოებით 50 მგ-ით განისაზღვრება.

D(+)-მანოზა წარმოადგენს პოლისაქარიდ მანანას შემადგენელ ნაწილს. პოლისაქარიდი მანანა იმყოფება ხე-კერატის თესლში. მანოზის β-ანომერი თავისუფალი სახით ნაპოვნია ფორთოხლის ქერქში.

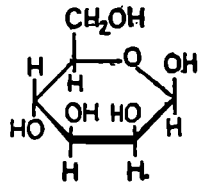
β-D(+)-მანოზა არის ტბილი გემოს მქონე; წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ლღეება 132°C-ზე. საწყისი ხვეღრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +17^\circ$ , ხოლო საბოლოო = +14.2°.



D(+)-მანოზა

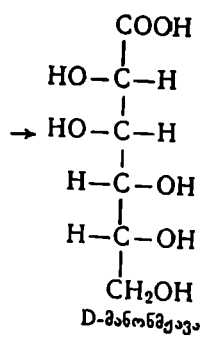
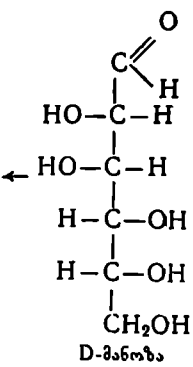
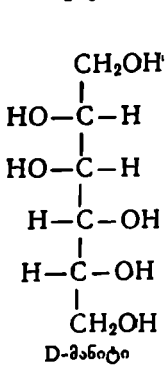


L(-)-მანოზა



β-D(+)-მანოპირანოზა

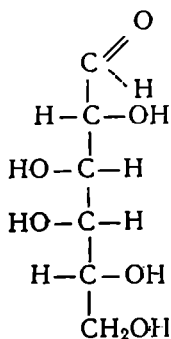
D-მანოზა აღდგენით იღლევა D-მანიტი, ხოლო დაჯანგვით D-მანონმეჯვა:



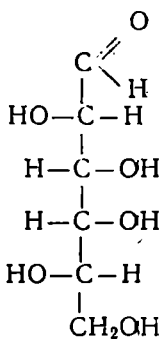
D-მანიტი იმყოფება სოკოებში, უცვეთელაში, ზეთის ხილსა და კავკასიური კოპიტის ყლორტებში.

D(+)-გალაქტოზა გვხვდება რძის შაქრის (ლაქტოზა), მელობიოზის, რაფინოზის შედგენილობაში. გარდა ამისა, იგი პოლისაქარიდის სახით იმყოფება გუმფისში. მისი მიღება შეიძლება აღნიშნულ ნაერთთა მკაფური ჰიდროლიზით.

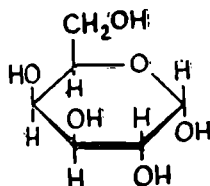
$\alpha$ -D(+)-გალაქტოზა წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $167^{\circ}\text{C}$ -ზე. მისი საწყისი ზვედრითი ბრუნვა —  $[\alpha]_D = +150,7^{\circ}$ , ხოლო საბოლოო  $+80,2^{\circ}$ -ს.



D(+)-გალაქტოზა

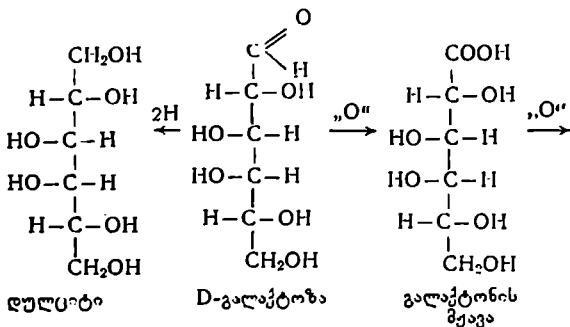


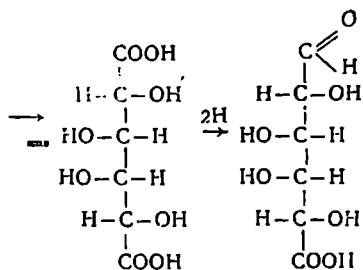
L(-)-გალაქტოზა



$\alpha$ -D(+)-გალაქტოპირანოზა

გალაქტოზა აღდგენით იძლევა ექვსატომიან სპირტს—დულციტს, ხოლო დაუანვეთ ჯერ წარმოიქმნება გალაქტონის მკაფა, შემდეგ ლორწოს მკაფა (ლორწოს მკაფა იმყოფება მცენარეულ ლორწოში). ლორწოს მკაფას ნაწილობრივი აღდგენით მიიღება გალაქტურონის მკაფა:

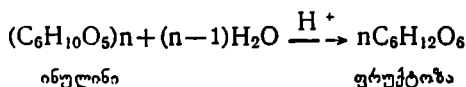




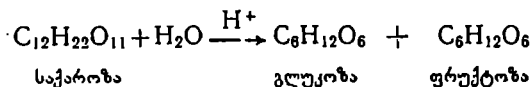
ლორწოს მგავა      გალაქტრონის მგავა

**D(-)-ფრუქტოზა** (ხილის შაქარი, ღვეულოზა) თავისუფალი სახით იმყოფება თავლსა და მწიფე ხილის წვენში. შეკავშირებული ფორმით არის საქაროზასა და ინულინში. საყურადღებოა, რომ ფრუქტოზა თავისუფალი სახით არსებობს პირანოზული, ხოლო პოლისაქარიდებში ფურანოზული ფორმით.

D(-)-ფრუქტოზა მიიღება დისაქარიდ საქაროზისა და კოლიოზ ინულინის მკავური ან ფერმენტაციული ჰიდროლიზით:



საქაროზა ჰიდროლიზით წარმოქმნის გლუკოზისა და ფრუქტოზის თანაბარი რაოდენობის წარევს:

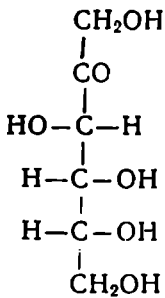


როგორც აღინიშნა, ფრუქტოზა წარმოადგენს კეტოპექსოზს.

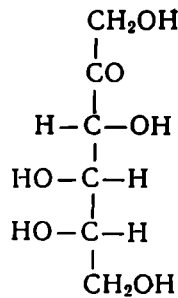
ფრუქტოზა წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერებაა. იგი ბევრად უფრო ტკბილია, ვიდრე ჩვეულებრივი შაქარი (საქაროზა). ფრუქტოზას ადამიანის ორგანიზმში უფრო ადვილად ითვისებს, ვიდრე საქაროზას.

$\beta$ -D-ფრუქტოპირანოზა ლღევა 102—104°C-ზე. ფრუქტოზის ახლადდამზადებული წყალხსნარის ხვედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = -132^\circ$ , რომელიც დროთა განმავლობაში თანდათან კლებულობს და დადის მუდმივ სიდიდემდე — 92,4°-მდე.

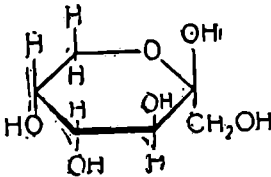
ფრუქტოზის მოლეკულის სტრუქტურა შეიძლება გამოისახოს სხვადასხვა ფორმით:



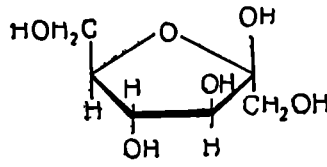
D(-)-ფრუქტოზა



L(+)-ფრუქტოზა



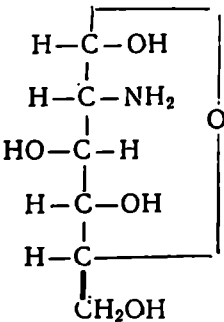
$\beta$ -D(-)-ფრუქტოპირანოზა



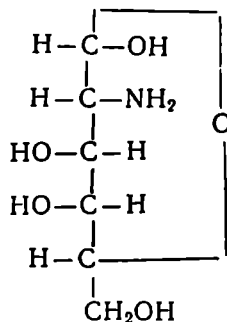
$\beta$ -D(-)ფრუქტოფუ-  
რანოზა

### ჟ. ამინოშაქრები

ამინოშაქრები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც მონო-საქარიდები, სადაც მე-2 ნახშირბადატომთან ჰიდროქსილის ჯგუფი შეცვლილია ამინოჯგუფით:



D-გლუკოზამინი



D-გალაქტოზამინი

D-გლუკოზამინი მონაწილეობს ისეთი მნიშვნელოვანი პოლისაქარიდის მოლეკულის წარმოქმნაში, როგორიც არის ქიტინი.

N-მეთილ-L-გლუკოზამინი წარმოადგენს სტრეპტომიცინის



სტრუქტურულ შემადგენელ ნაწილს. D-გალაქტოზამინი მონაწილეობას ღებულობს მუკოპოლისაქარიდის მოლეკულის წარმოქმნაში.

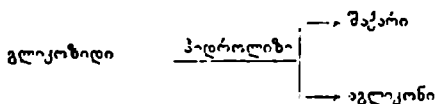
### 3. ბუნებრივი გლიკოზიდები

გლიკოზიდები გავრცელებული არიან მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროში. მათი ჰიდროლიზით მიიღება შაქარი და არაშაქროვანი კომპონენტი, რომელსაც აგლიკონი ეწოდება. დისაქარიდებში აგლიკონად გვევლინება ერთ-ერთი მონოსაქარიდის მოლეკულის ნაშთი. მაშასადამე, აგლიკონი ზოგ შემთხვევაში შაქარს წარმოადგენს.

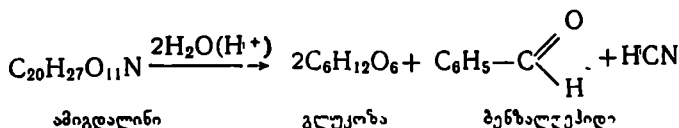
ბუნებრივი გლიკოზიდები ახლოს დგანან α- და β-მეთილგლიკოზიდებთან, რადგან აგლიკონის ფრაგმენტი—R შაქრის ფრაგმენტთან დაკავშირებულია ნახევრადაცეტალის ან ნახევრადეცეტალის ჟანგბადის ატომით. იმის მიხედვით, თუ აგლიკონის ფრაგმენტი რომელი შაქრის ფრაგმენტთან არის დაკავშირებული, შეიძლება გავარჩიოთ: გლიკოზიდი, ფრუქტოზიდი, გალაქტოზიდი და ა.შ.

ბუნებაში ყველაზე მეტად გავრცელებულია β-D-გლიკოზიდები, რომლებსაც მიეკუთვნებიან: მცენარეული საღებარები (ანტოციანები), სტეროიდები (გულის მოქმედების აღმგზნები გლიკოზიდები), ამიგდალინი, ინდიკანები და სხვა მრავალი.

გლიკოზიდები ფერმენტებისა და მჟავების გავლენით განიცდიან ჰიდროლიზს და მიიღება შაქარი და აგლიკონი:



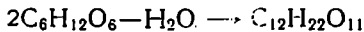
გლიკოზიდები არიან ცხიმის, ალიციკლური, არომატული, ჰეტეროციკლური ჟანგბადშემცველი ნაერთები. მაგალითად, გლიკოზიდი—ამიგდალინი, რომელიც იმყოფება მწარე ნუშის, ატმის, ქერამისა და ალუბლის კურკის გულში ჰიდროლიზით იძლევა გლუკოზას, ბენზალდეჰიდსა და ციანწყალბადს:



მცენარე — *Indigofera tinctoria* და ზოგიერთი სხვა მცენარეები შეიცავს გლიკოზიდ ინდიკანს  $\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{NO}_6$ , რომელიც მჟავური ან ფერმენტაციული ჰიდროლიზით იშლება გლუკოზად და ინდოქსილად. უკანასკნელი ადვილად იჟანგება და მიიღება ძვირფასი საღებარი ინდიგო.

#### 4. ოლიგოსაქარიდები

ოლიგოსაქარიდების უმარტივეს წარმომადგენლებს ეკუთვნის დისაქარიდები ანუ ბიოზები. დისაქარიდები შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ორი მოლეკულა ჰექსოზა, რომელსაც მოლეკულათშორის ჩამოშორებული აქვს ერთი მოლეკულა წყალი და ნაშთები ერთმანეთთან შეერთებული არიან ქანგბადის მეშვეობით:



ჰექსოზა

დისაქარიდი

დისაქარიდებს ყოფენ ორ ჯგუფად: აღმდგენელი (I-ტიპი) და არააღმდგენელი (II-ტიპი). აღმდგენელია დისაქარიდი, იმ შემთხვევაში, როცა ჰექსოზების გადაბმისას წყლის გამოყოფა მომხდარია ერთი ჰექსოზის გლიკოზიდური (ნახევრადაცეტალური) ჰიდროქსილისა და მეორე მოლეკულა ჰექსოზის არაგლიკოზიდური ჰიდროქსილის ჯგუფის ხარჯზე. ხოლო თუ წყლის გამოყოფა მომხდარია ორივე ჰექსოზის გლიკოზიდური ჰიდროქსილების ხარჯზე, მაშინ საქმე გვაქვს არააღმდგენელ დისაქარიდებთან.

აღმდგენელ დისაქარიდებს მიეკუთვნებიან: მალტოზა, ლაქტოზა, ცელობიოზა. მათ ეწოდებათ მალტოზის ჯგუფის ანუ გლიკოზიდ-გლუკოზის რიგის დისაქარიდები.

არააღმდგენელ დისაქარიდებს მიეკუთვნება ტრეგალოზა და საქაროზა. მათ უწოდებენ ტრეგალოზის ჯგუფის ანუ გლიკოზიდო-გლიკოზიდის რიგის დისაქარიდებს.

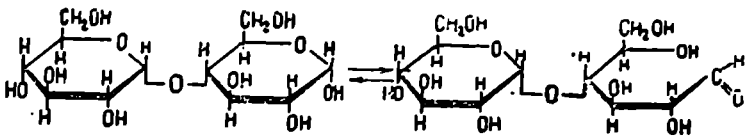
დისაქარიდები, და საერთოდ, საქარიდები წყალში ხსნადი მდგრადი კრისტალური ნივთიერებებია, რაც განპირობებულია მოლეკულაში მრავალი ჰიდროქსილის ჯგუფის არსებობით. მათ კრისტალებში მყოფი ჰიდროქსილის ჯგუფების მიერ წარმოქმნილია წყალბადური ბმები. ისინი წყალში გახსნისას წყლის მოლეკულებთანაც წარმოქმნიან წყალბადურ ბმებს.

აღმდგენელ დისაქარიდებს ახასიათებს მუტაროტაციის მოვლენა, ისინი აღადგენენ ფელინგის რეაქტივს, იძლევიან ფენილოზაზონებს და სხვა. არააღმდგენელ დისაქარიდებს მუტაროტაცია არ ახასიათებთ. არ აღადგენენ ფელინგის რეაქტივს, არ იძლევიან ფენილოზაზონებს და სხვა. ისინი ძირითადად ხასიათდებიან ალკილირებისა და აცილირების რეაქციებით.

ორივე ტიპის (მალტოზისა და ტრეგალოზის) დისაქარიდები შესატყვისი ფერმენტების მოქმედებით ან განზავებულ მჟავებთან გაცხელებით ჰიდროლიზდებიან და წარმოქმნიან შესაბამის ჰექსოზებს.

აღმდგენელი დისაქარიდების დამახასიათებელი ზოგიერთი ქიმიური გარდაქმნები შეიძლება განვიხილოთ მალტოზის მაგალითზე.

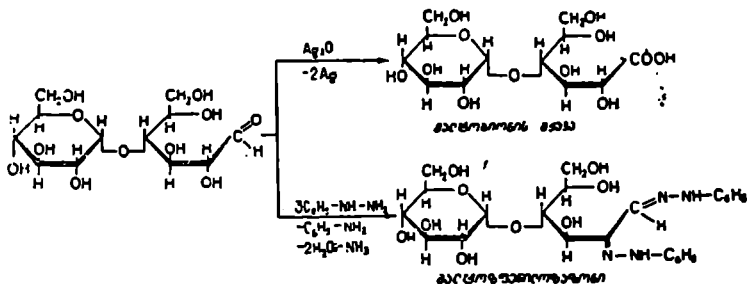
აღინიშნა, რომ აღმდგენელ შაქრებს და მათ შორის მალტოზას ახასიათებს მუტაროტაციის მოვლენა. უქანასკნელი დაკავშირებულია აღმდგენელი შაქრების ტაუტომერულ გარდაქმნებთან:



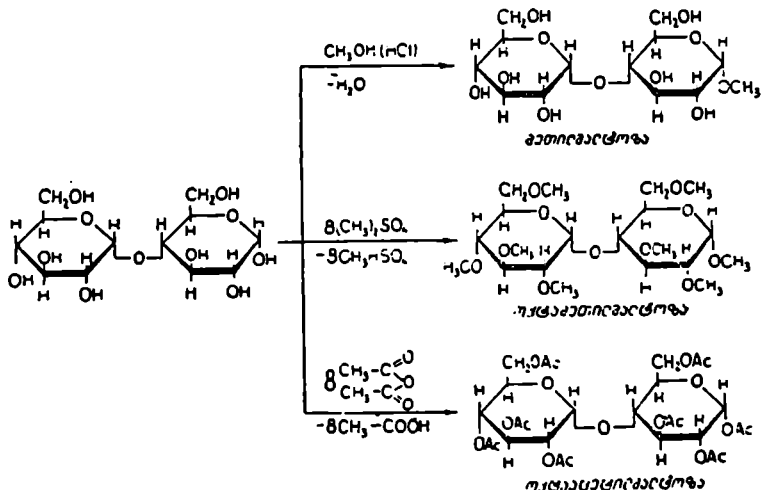
მალტოზის ნახევრადაქეტალური ფორმა

მალტოზის ალდეჰიდური ფორმა

ა) რეაქციები ალდეჰიდის ჯგუფის მიხედვით.  $\text{AgNO}_3$ -ის ამიაკური ხსნარის მოქმედებით მალტოზა იყენება და მიიღება მალტობიონის შეავა, ხოლო ფენილჰიდრაზინთან ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება ფენილზონი:

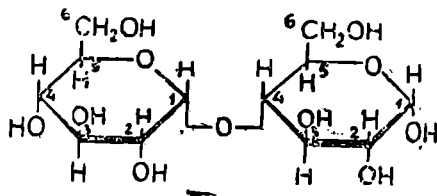


ბ) რეაქციები ციკლური ფორმის მიხედვით. მალტოზაზე მეთილის მოქმედებით მიიღება მეთილმალტოზა, მეთილიოდთან ან დი-მეთილსულფატთან იძლევა ოქტამეთილმალტოზას. ხოლო ძმრის ან-ჰიდრიდთან წარმოქმნის ოქტააქეტილმალტოზას:



დისაქარიდების ცალკეული წევრები. მალტოზა. მალტოზა იმყოფება ახალგაღივებული ქერის მარცვალში და ამიტომ მას ალაოს შაქარს უწოდებენ (ლათ. *maltum* — ალაო). იგი მიიღება სახამებლის ნაწილობრივი ფერმენტაციული ჰიდროლიზით. მალტოზა არის ნემსისებური კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 102—103°C-ზე. მისი საწყისი ხვედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +111,7^\circ$ , რომელიც თანდათან მატულობს და აღწევს  $+130,4^\circ$ .

მალტოზის სტრუქტურული ფორმულა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ორი მოლეკულა  $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზა, რომელთაც ჩამოშორებული აქვთ ერთი მოლეკულა წყალი ერთი მოლეკულა გლუკოზის გლიკოზიდური ჰიდროქსილისა და მეორე მოლეკულა გლუკოზის მე-4 ნახშირბადატომთან მდგომი ჰიდროქსილის ჯგუფის ხარჯზე და გლუკოზის ფრაგმენტები ერთმანეთთან გადაბმული არიან ეანგბადის მეშვეობით:



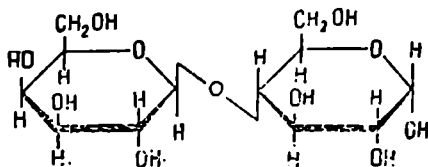
მალტოზა. 4-[ $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზიდო]- $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზა

ლაქტოზა. ლაქტოზა პირველად აღმოჩენილ იქნა რძეში (ლათ. *lactis* — რძე) და ამიტომ მას რძის შაქარს უწოდებენ.

ძროხის რძე ლაქტოზას შეიცავს 4—5%-მდე. იგი უფრო ნაკლებად ტკბილია, ვიდრე სხვა დისაქარიდები. ლაქტოზა ხასიათდება დიდი კვებითი ღირებულებით. იგი წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალებს, რომელთანაც კრისტალდება 1 მოლეკულა წყალი. ლაქტოზა, ისე როგორც მალტოზა, არსებობს,  $\alpha$  და  $\beta$  ფორმის სახით. მისი საბოლოო ხვედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +52,6^\circ$ .

ლაქტოზა ჰიდროლიზით იძლევა  $\beta$ -D-გალაქტოზასა და  $\alpha$ -D-გლუკოზას. მასში  $\alpha$ -D-გალაქტოზის C-1 ეანგბადის მეშვეობით დაკავშირებულია  $\alpha$ -D-გლუკოზის C-4-თან, ამიტომ ლაქტოზის მოლეკულაში

გლიკოზიდური ჰიდროქსილის ჯგუფი ეკუთვნის  $\alpha$ -D-გლუკოზის ნაშთს:



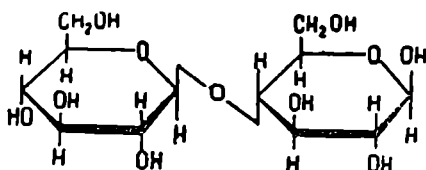
ლაქტოზა. 4-[ $\beta$ -D-გალაქტოპირანოზიდო]- $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზა

ლაქტოზა შედის იმ ქიმიურ რეაქციებში, რომლებიც დამახასიათებელია აღმდგენელი დისაქარიდებისათვის. დაქანგვით იგი წარმოქმნის ლაქტობიონის მჟავას.

**ცელობიოზა.** ცელობიოზა ბუნებაში თავისუფალი სახით არ გვხვდება. იგი მიიღება ცელულოზის ნაწილობრივი ჰიდროლიზით.

ცელობიოზა წარმოადგენს წყალში ხანაუ კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $225^{\circ}\text{C}$ -ზე. ცელობიოზის ახალდამზადებული ხსნარის ხვედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +14.2^{\circ}$ . რომელიც თანდათან მატულობს და აღწევს  $+34,6^{\circ}$ -ს.

ცელობიოზის ფერმენტაციული ან მჟავური ჰიდროლიზით მიიღება 2 მოლეკულა  $\beta$ -D-გლუკოზა. მის მოლეკულაში  $\beta$ -D გლუკოზის C-1 ენგბადით დაკავშირებულია მეორე  $\beta$ -D-გლუკოზის C-4-თან:



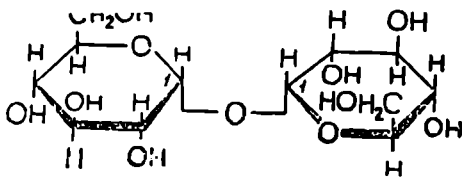
ცელობიოზა. 1,4-[ $\beta$ -D-გლუკოპირანოზიდო]- $\beta$ -D-გლუკოპირანოზა.

ცელობიოზა ქიმიური თვისებების მხრივ ხასიათდება, როგორც აღმდგენელი დისაქარიდი. მისი დაქანგვით მიიღება ცელობიონის მჟავა.

**ტრეგალოზა (მიკოზა).** ტრეგალოზა იმყოფება სოკოებში (ბერძ. mykés — სოკო) და ამის გამო მას მიკოზას უწოდებენ.

ტრეგალოზაში  $\alpha$ -D-გლუკოზის ფრაგმენტები ერთმანეთთან გა-

დაბმული არიან ქანგბადის მეშვეობით გლიკოზიდური ჰიდროქსილის ჯგუფების ხარჯზე, ამიტომ იგი, არააღმდგენელი შაქარია:

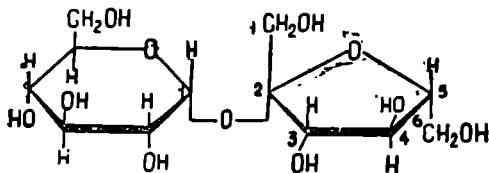


ტრეგალოზა, 1-[ $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზიდო]- $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზიდი.

ტრეგალოზა არის ტკბილი გემოს მქონე, წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ლღვება  $203^{\circ}\text{C}$ -ზე. მას მუტაროტაცია არ ახასიათებს. ტრეგალოზის ხედრითი ბრუნვა  $[\alpha]_D = +197^{\circ}$ .

ტრეგალოზისათვის დამახასიათებელია ალკილირებისა და აცილირების რეაქციები.

საქაროზა, ლერწმის ანუ ჰარხლის შაქარი. საქაროზას მოლეკულაში ქანგბადის მეშვეობით ერთმანეთთან დაკავშირებულია  $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზის C-1 და  $\beta$ -D-ფრუქტოფურანოზის C-2:



საქაროზა. 2-[ $\alpha$ -D-გლუკოპირანოზიდო]- $\beta$ -D-ფრუქტოფურანოზიდი

საქაროზაში გლუკოზისა და ფრუქტოზის ფრაგმენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ქანგბადით გლიკოზიდური ჰიდროქსილის ჯგუფების ხარჯზე, ამიტომ იგი არააღმდგენელი შაქარია და მიეკუთვნება ტრეგალოზის ტიპს და გლიკოზიდო-ფრუქტოზია.

საქაროზა დიდი რაოდენობით არის გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში. განსაკუთრებით მას დიდი ოდენობით შეიცავს შაქრის ჰარხლის ბოლქვები (16—27%-მდე) და შაქრის ლერწამი (14—26%-მდე). შაქრის ჰარხლიდან მას ლებულობენ დიფუზიის, ხოლო შაქრის ლერწმიდან დაწნეხვის მეთოდით. სხვადასხვა მკაფური ბუნებისა და ცილოვანი ხასიათის ნივთიერებათა ჩამოშორების მიზნით შაქრის წვენს უმატებენ კალციუმის ჰიდროქსიდს. ამის შემდეგ შაქრის წვენს

(შეფერილია მცენარეული პიგმენტებით) აუფერულებენ იონმცვლე-  
ლი ფისებით. გამხსნელს (წყალს) აორთქლებენ ვაკუუმ-დანადგარში  
და შაქარი გამოკრისტალდება, ნარჩენი კიდევ შეიცავს მცირე ოდენ-  
ობით (1%) შაქარს, რომლიდანაც სპირტული დუდილით ღებულო-  
ბენ ღვინის სპირტს.

საქაროზა წარმოადგენს ტკბილი გემოს შქონე, წყალში ხსნად  
კრისტალურ ნივთიერებას. საქაროზის გაწმენდას ახდენენ სხვადასხვა  
ნეთოდით. მას გაწმენდის მეთოდის მიხედვით აქვს სხვადასხვა ლო-  
ბის ტემპერატურა (160°C-დან 185°C-მდე). მეთილის სპირტიდან  
გადაკრისტალებული საქაროზა ღლვება 170°C-ზე. მისი ხვედრითი  
ბრუნვა  $[\alpha]_D^{20} = +66.5^\circ$ . საქაროზა ფერმენტაციული (ფერმენტი ინ-  
ვერტაზა) ან მყავური ჰიდროლაზით წარმოქმნის გლუკოზისა და  
ფრუქტოზის თანაბარ ნარევს, რომელსაც ინვერტული შაქარი ეწო-  
დება. ინვერტული შაქრის წარმოქმნის პროცესს ინვერსია (ლათ.  
inversio — გადაქცევა, გარდაქმნა) ეწოდება, ხოლო ინვერსიის შებ-  
რუნებული პროცესი რევერსიის (ლათ. reversio — უაბრუნება) სა-  
ხელწოდებით არის ცნობილი. ამის გამო, რომ ფრუქტოზა პოლარი-  
ზებული სინათლის სიბრტყეს უფრო მეტად აბრუნებს მარცხნივ,  
ვიდრე გლუკოზა მარჯვნივ, ინვერტულ შაქარს ახასიათებს მარცხნივი  
ბრუნვა. რადგან ინვერტული შაქრის ხვედრითი ბრუნვა ჰარბობს  
საქაროზის ხვედრით ბრუნვას, ამიტომ საქაროზის ჰიდროლიზს ინ-  
ვერსია ეწოდება.

საქაროზა შედის მეთილირებისა და აცეტილირების რეაქციებში  
და შესაბამისად იძლევა სრული მეთილირებისა (ოქტამეთილსაქარო-  
ზა) და აცეტილირების (ოქტააცეტილსაქაროზა) პროდუქტებს. საქა-  
როზას ახასიათებს დიდი კვებითი ღირებულება. მისგან ამზადებენ  
საკონდიტრო ნაწარმებსა და სიროფიან წყლებს. საქაროზის ჰარბი  
რაოდენობით მიღება იწვევს მთელ რიგ მძიმე დაავადებებს. ამიტომ  
საჭირო და აუცილებელია ადამიანმა იგი მიიღოს, რაც შეიძლება  
შეზღუდული რაოდენობით.

ღისაქარიღების აგებულება. ღისაქარიღების აგებულების დადგე-  
ნისათვის უნდა გაირკვეს, რომელი ჰექსოზების ნაშთების გადაბმას  
წარმოადგენს ამა თუ იმ ღისაქარიღის მოლეკულა. როგორი ფორმე-  
ბის (α, β, პირანოზული, ფურანოზული) სახით არიან მონოზების  
ნაშთები ერთმანეთთან დაკავშირებული, ამასთან დადგენილ უნდა იქ-  
ნეს ჟანგბადის ატომის მეშვეობით ჰექსოზების ნაშთები, რომელი  
ნაბშირბადატომებით არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული და სხვა.

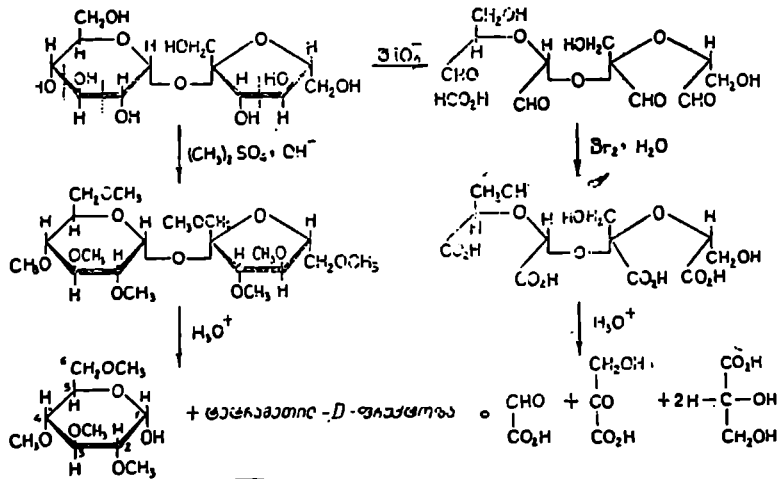
ღისაქარიღების აგებულების დადგენის მეთოდის ილუსტრაციი-  
სათვის განვიხილოთ, თუ როგორ დადგინდა საქაროზის აგებულება.

საქაროზა ფერმენტების ან მყავების მოქმედებით ჰიდროლიზირ-

დება თანაბარი რაოდენობის გლუკოზად და ფრუქტოზად. ეს იმას ნიშნავს, რომ მისი მოლეკულა შეიცავს გლუკოზისა და ფრუქტოზის ნაშთს. საქაროზა არააღმდგენელი დისაქარიდია. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ მასში გლუკოზისა და ფრუქტოზის ფრაგმენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ანომერული ნახშირბადატომებით (ყანგბადის მეშვეობით). საქაროზა ჰიდროლიზდება ისეთი ფერმენტებით. რომლებიც ახდენენ  $\alpha$ -გლიკოზიდებისა და  $\beta$ -ფრუქტოზიდების ჰიდროლიზს (ფერმენტებს ახასიათებთ სპეციფიკური მოქმედება). მათსადამე, საქაროზის მოლეკულაში ერთმანეთთან დაკავშირებულია  $\alpha$ -გლუკოზისა და  $\beta$ -ფრუქტოზის ფრაგმენტები.

საქაროზის ტუტე არეში, დიშეთილსულფატით მეთილირებისას მიიღება ოქტამეთილსაქაროზა, რომლის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება 2, 3, 4, 6-ტეტრამეთილ-D-გლუკოპირანოზა და ტეტრამეთილ-D-ფრუქტოზა. ეს იმას ნიშნავს, რომ გლუკოზის ნაშთი საქაროზაში არის გლუკოპირანოზა, ხოლო ფრუქტოზის ნაშთი — ფრუქტოფურანოზა.

საქაროზის დაქანგვისათვის იხარჯება 3 მოლი პერიოდატი და მიიღება 1 მოლი ქიანჰველმეავა და 1 მოლი ტეტრაალდეჰიდი. უკანასკნელის ბრომით დაქანგვის შედეგად მიღებული პროდუქტის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება ოქსიპიროყურძნის მეავა, გლიოქსილმეავა და 2-მოლეკულა D-გლიცერინმეავა:



2, 3, 4, 6-ტეტრამეთილ-D-გლუკოპირანოზა      გლიოქსილ-მეავა.      ოქსი-პიროყურძნის მეავა      D-გლიცერინ-მეავა



საქაროზის აქ განხილულ ქიმიურ გარდაქმნათა შედეგად მიღებული პროდუქტების წარმოქმნა საფუძველს იძლევა ვთქვათ, რომ მას აქვს (1) სტრუქტურა (გვ. 422). მოცემული სტრუქტურის ჰეშმარიტება დადასტურებულ იქნა 1953 წელს ლემიოს მიერ, რომელმაც განახორციელა საქაროზის სინთეზი.

#### 5. პოლისაქარიდები (არაშაქარიანი პოლიოზები)

პოლისაქარიდები წარმოადგენენ ბუნებრივ მაღალმოლეკულურ ნაერთებს, რომლებიც ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში. პოლისაქარიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია: სახამებელი, გლიკოგენი, ცელულოზა და ინულინი. ისინი განსხვავებით მონო- და ოლიგოსაქარიდებისაგან წარმოადგენენ ამორფულ მყარ ნივთიერებებს, წყალში არ იხსნებიან, ტკბილი გემო არა აქვთ. ცხელ წყალში წარმოქმნიან კოლოიდურ ხსნარს.

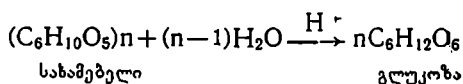
პოლისაქარიდები შესაბამისი ფერმენტების ან შეყვების გავლენით განიცდიან ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც ჯერ წარმოიქმნება სხვადასხვა სირთულის ოლიგოსაქარიდები და შემდეგ მონოზები. ჰექსოზების ნაშთების შემცველი პოლიოზების ზოგადი ფორმულა  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

**სახამებელი.** სახამებელი სხვადასხვა რაოდენობით იმყოფება მცენარის ყველა ნაწილში. განსაკუთრებით მას დიდი ოდენობით შეიცავს ბრინჯის (60—78%), ხორბლის (57—75%), სიმინდის (57—72%) მარცვალი და კარტოფილის ტუბერები (12—24%). ადამიანის საკვების ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილი სახამებელია.

სახამებელი ცხელი წყლის მოქმედებით იჯირჭება და მიიღება ბუბკო, რომელსაც იყენებენ მრეწველობის სხვადასხვა დარგში.

სახამებლის წყალხსნარი (კოლოიდური ხსნარი) პოლარიზებული სინათლის სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ  $[\alpha]_D = +205^\circ$ .

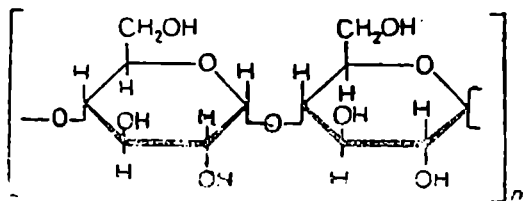
სახამებელი შესაფერისი ფერმენტების ან განზავებული შეყვების გავლენით განიცდის ჰიდროლიზს, რომლის დროსაც ჯერ წარმოიქმნება სხვადასხვა სირთულის დექსტრინი (ფრანგ. dextrine — სახამებლის პროდუქტი), შემდეგ მალტოზა და ბოლოს გლუკოზა:



სახამებლის მარცვალი ერთგვაროვანი არ არის. იგი შედგება ორი სხვადასხვა პოლისაქარიდისაგან — ამილოზასა (25%) და ამილოპექ-

ტინისაგან (75%). ასევე შეიძლება ვაკეოთ ერთმანეთისაგან ქრომატოგრაფიული მეთოდით.

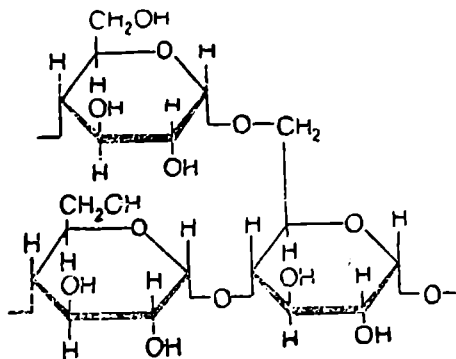
**ამილოზა.** ამილოზას შეფარდებითი მოლეკულური მასა მერყეობს 50.000 — 160.000 ფარგლებში. მისი მოლეკულა შედგება  $\alpha$ -D-გლუკოზის ფრაგმენტებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 ბმის ხარჯზე და ძირითადად აქვს სწორჯაჭვოვანი აგებულება:



ამილოზას ფრაგმენტი

ამილოზა იოდთან იძლევა ლურჯ ფერს.

**ამილოპექტინი.** ამილოპექტინი განტოტვილჯაჭვიან პოლისაქარიდს წარმოადგენს, რომლის მოლეკულაში ერთმანეთთან გადაბმულია 600—6000 მოლეკულა გლუკოზის ფრაგმენტი. მისი შეფარდებითი მოლეკულური მასა 400.000 აღწევს. ამილოპექტინში განტოტვითა შორის დაახლოებით 18—27 მოლეკულა გლუკოზის ნაშთები იმყოფება. რომლებიც ერთმანეთთან გადაბმული არიან  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 ბმის მიხედვით. განტოტვა წარმოქმნილია  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6 ბმის ხარჯზე:



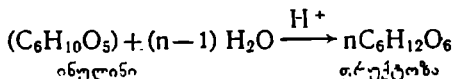
ამილოპექტინის ფრაგმენტი

გლიკოგენი (ცხოველური სახამებელი). გლიკოგენის წარმოქმნა ხდება ადამიანისა და ცხოველის ღვიძლსა და კუნთებში გარედან შესული ნახშირწყლების ხარჯზე. ცოცხალ ორგანიზმში ნახშირწყლების ცვლის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი არის ღვიძლის გლიკოგენური ფუნქცია, რომლითაც რეგულირდება სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში გლუკოზის მუდმივი შემცველობა (დაახლოებით 0.08%). გლიკოგენის შეფარდებითი მოლეკულური მასა შეადგენს 5—15 მილიონს. გლიკოგენის ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს  $\alpha$ -D-გლუკოზა.

გლიკოგენი გაცილებით უფრო მეტად არის განტოტვილი, ვიდრე ამილოპექტინი. განტოტვითა შორის დაახლოებით 8—16 მოლეკულა გლუკოზის ფრაგმენტი იმყოფება, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან  $\alpha$ -1→4 ბმის მიხედვით. ხოლო განტოტვა განპირობებულია  $\alpha$ -1→6 ბმით.

გლიკოგენი არის ამორფული ფხვნილი, რომელიც წყალში გახსნით იძლევა კოლოიდურ ხსნარს.

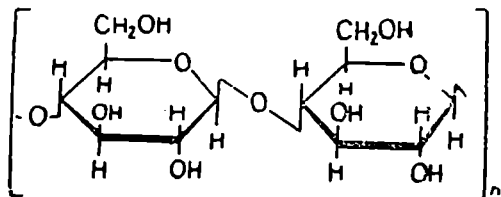
ინულინი იმყოფება მიწავაშლში, გეორგინას ბოლქვებში, ზოგიერთ წყალმცენარესა და სხვა მცენარეებში. იგი ჰიდროლიზით ძირითადად იძლევა ფრუქტოზას:



ინულინი წარმოადგენს ძვირფასი კვებითი ღირებულების პოლისაქარიდს.

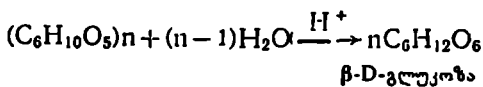
ცელულოზა (უჯრედისი). ცელულოზა  $(C_6H_{10}O_5)_n$  არის მცენარეული უჯრედების ძირითადი შემადგენელი ნაწილი. ძალიან დიდი ოდენობით იმყოფება ბამბისა (95%-მდე) და კანაფის ბოჭკოში. მაღალი ხარისხის ფილტრის ქაღალდი თითქმის მთლიანად ცელულოზაა. მერქანი შეიცავს დაახლოებით 40—50% ცელულოზას. უკანასკნელთან ერთად მერქანში იმყოფება 25—35%-მდე არომატული რიგის ფენოლური ხასიათის მაღალმოლეკულური ნაერთი ლიგნინი და 15—20% ჰემიცელულოზა.

ცელულოზა აგებულია  $\beta$ -D-გლუკოზის ფრაგმენტებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან 1→4 ბმის მიხედვით:



ცელულოზას აქვს ხაზობრივი აგებულება. ცალკეული ხაზობრივი ჯაჭვები წყალბადური ბმის მეშვეობით წარმოქმნიან კონებს, ცელულოზის შეფარდებითი მოლეკულურა მასა მერყეობს 100.000-დან 1.000 000-მდე და შეიცავს ათასობით გლუკოზის ნაშთს. გლუკოზის თითოეულ ნაშთში იმყოფება 3 ჰიდროქსიდის ჯგუფი. ამის მიხედვით ცელულოზის ფორმულა შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:  $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$

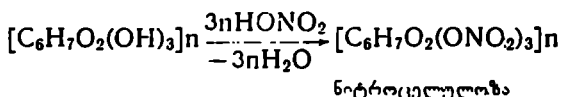
ცელულოზას მეყვური ან ფერმენტაციული (ცელულოზის ფერმენტაციულ ჰიდროლიზს იწვევს  $\beta$ -გლიკოზიდური ბმის გამხლეჩი ფერმენტები) ჰიდროლიზით ჭერ წარმოიქმნება ცელობიოზა და შემდეგ  $\beta$ -D-გლუკოზა:



ცელულოზა წარმოადგენს ჰიგროსკოპულ შყარ ნივთიერებას, რომელიც იხსნება შვეიცერის რეაქტივში (სპილენძის ჰიდროქსიდის ამიაკური კომპლექსი). ცელულოზის ბოჭკო ხასიათდება მექანიკური გამძლეობით, რაც ძირითადად განპირობებულია ცელულოზაში არსებული მრავალი წყალბადური ბმით.

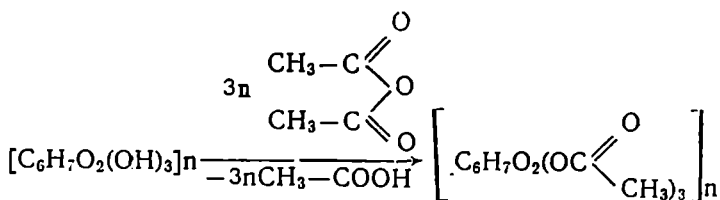
ცელულოზა არის უკვამლო დენტის, საფეიქრო, ცელულოზური ქაღალდის და ჰიდროლიზური სპირტის მრეწველობის ნედლეული.

ცელულოზის აზოტმეყავათი დამუშავებისას წარმოიქმნება ნიტროცელულოზა.



სრულად (მთლიანად) ნიტრირებულ ცელულოზას პიროქსილინს უწოდებენ, რომელსაც იყენებენ უკვამლო დენტის წარმოებაში. არასრულად ნიტრირებული ცელულოზა ცნობილია კოლოქსილინის სახელწოდებით, რომელსაც იყენებენ ნიტროლაქების მიღებისათვის. კოლოქსილინისა და ქაფურის ნარევისაგან ამზადებენ ცელულოიდს. უკანასკნელიდან ამზადებენ საგალანტერიო ნაკეთობებს, კინოლენტებსა და სხვა საგნებს.

ცელულოზის ძმრის ანჰიდრიდით (ძმარმეყავას გარემოში) დამუშავების შედეგად წარმოიქმნება აცეტილცელულოზა:

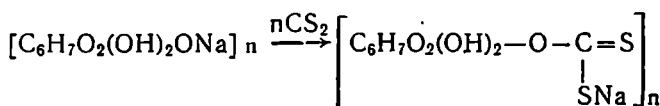


აცეტალდეჰოზი

აცეტილცელულოზა გამოყენებულია აცეტატური ბოჭკოს, უწყვი კინო-ფოტოლენტებისა და ლაქების წარმოებაში.

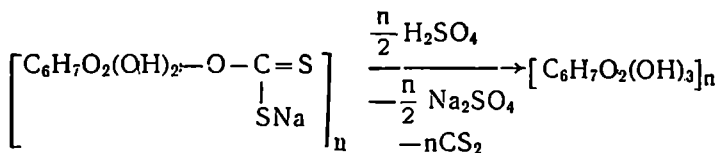
ცელულოზისაგან ამზადებენ ვისკოზურ ბოჭკოს, რომელიც აცეტატური ბოჭკოს მსგავსად ფართოდ გამოიყენება ხელოვნური ქსოვილების წარმოებაში.

ვისკოზური ბოჭკო ისე, როგორც სხვა ხელოვნური ბოჭკოები, შეიძლება მივიღოთ მერქნისაგან. ამ მიზნით მერქანს ამუშავებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდით და მიიღება ალკალიცელულოზა. უკანასკნელზე გოგირდნახშირბადის მოქმედებით მიიღება ცელულოზის ქსანტოგენატი. ქსანტოგენატზე მომწიფების შემდეგ მოქმედებენ გოგირდმჟავათი, რითაც მას ჩამოშორდება გოგირდნახშირბადი და ცელულოზა რეგენირდება. რეგენირებული ცელულოზის სათანადო დამუშავებით ღებულობენ ვისკოზურ ბოჭკოს:



ალკალიცელულოზა

ცელულოზის ქსანტოგენატი



ჰემიცელულოზა წარმოადგენს პენტოზანებს. უკანასკნელი უმთავრესად მოიცავს ქსილოზის ფრაგმენტებს. გარდა პენტოზებისა, ზოგ შემთხვევაში ჰემიცელულოზას მოლეკულაში ვხვდებით D-რიგის გალაქტოზის, მანოზის და გლუკოზის ნაშთებს, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ამ რიგის პოლიოზების სახელწოდება ჰემიცელულოზა არაზუსტია. მით უმეტეს, რომ მათ ცელულოზასთან თითქმის არაფერი

აქვთ საერთო. ამიტომ, როგორც აღინიშნა, ჰემიციელულოზა პენტოზანებს უნდა მივაკუთვნოთ და არა ცელულოზას.

აღნიშნული პოლიოზის შეფარდებითი მოლეკულური მასა დაახლოებით 30.000 ტოლია.

**პექტინური ნივთიერებანი.** ეს ნაერთები ფართოდ არიან გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში. განსაკუთრებით ისინი გვხვდებიან ხილის წვენიში, ჟელესა და მურაბაში. პექტინური ნივთიერებები აგებული არიან ცელულოზის ანალოგიურად, ხოლო გლუკოზის ნაცვლად (როგორც ეს ცელულოზაშია) ერთმანეთთან გადაბმული არიან გლაქტურონის მჟავას ფრაგმენტები, სადაც ნაწილობრივ მეთილის სპირტით ეთერიფიცირებულია მჟავას ნაშთები.

**ქ ი ტ ი ნ ი.** ქიტინი პოლისაქარიდების ტიპის ნაერთია. იგი გვხვდება მწერების, მიკრობების, კიბოსმაგვართა ცხოველებსა და ზოგიერთი სოკოს მაგარ გარსებში.

ქიტინის მჟავური, სრული ჰიდროლიზის შედეგად მიიღება D-გლუკოზამინი და ძმარმჟავა.

ს ა რ ჩ ე ვ ი

წინასიტყვაობა	3
თ ა ვ ი I. შესავალი	5
თ ა ვ ი II. კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები ორგანულ ქიმიასი. ქი- მიური ბმების ელექტრონული თეორია	30
თ ა ვ ი III. მიმართული ვალენტობის თეორია	56
თ ა ვ ი IV. ორგანული რეაქციების კლასიფიკაცია	74
თ ა ვ ი V. ალკანები. (ნაჭერი ნახშირწყალბადები. პარაფინული ნახ- შირწყალბადები)	78
თ ა ვ ი VI. ალკენები (ეთილენური ნახშირწყალბადები. ოლეფინები)	102
თ ა ვ ი VII. ალკინები (აცეტილენური ნახშირწყალბადები)	120
თ ა ვ ი VIII. ალკალიდები (დიენური ნახშირწყალბადები)	130
თ ა ვ ი IX. ნახშირწყალბადების მონო- და პოლიალოგენწარმოები	143
თ ა ვ ი X. სპირტები	162
თ ა ვ ი XI. მარტივი ეთერები	195
თ ა ვ ი XII. თაოსპირტები (მერკაპტანები) თიოეთერები და გოგირდის სხვა ნაერთები	201
თ ა ვ ი XIII. ალიფატური რიგის ნიტრონაერთები	207
თ ა ვ ი XIV. ალიფატური რიგის ამინები	212
თ ა ვ ი XV. ნიტრილები და იზონიტრილები	221
თ ა ვ ი XVI. მეთალორგანული (ელემენტორგანული) ნაერთები	225
თ ა ვ ი XVII. ალდეჰიდები და კეტონები	242
თ ა ვ ი XVIII. უნაჭერი ალდეჰიდები და კეტონები. კიტენები	272
თ ა ვ ი XIX. დიალდეჰიდები და დიკეტონები	277
თ ა ვ ი XX. კარბონმჟავები	281
თ ა ვ ი XXI. ერთფუძიანი უნაჭერი მჟავები. ცხიმები და ზეთები. ფოსფატიდები	295
თ ა ვ ი XXII. ერთფუძიანი კარბონმჟავების ნაწარმები	307
თ ა ვ ი XXIII. ორფუძიანი კარბონმჟავები	326
თ ა ვ ი XXIV. ოქსიმჟავები და ოქსიკურა იზომერია	339
თ ა ვ ი XXV. ალდეჰიდ- და კეტონმჟავები	361
თ ა ვ ი XXVI. ამინომჟავები	372
თ ა ვ ი XXVII. ნახშირწყალბადები	384

დავით მელიტონოვიჩ გაბრიადზე  
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
Часть I  
(Алифатические соединения)  
(На грузинском языке)

გამომცემლობის რედაქტორი ნ. ნადარაია  
ტექნიკური რედაქტორი თ. მანჯგალაძე  
უფრ. კორექტორი ლ. კობახიძე  
კორექტორი ლ. შვანგირაძე  
გამომშვები გ. ქანდარია

ИБ № 2747

გადაეცა ასაწყობად 29.07.85. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 15.04.86.  
ქალაქის ზომა 60X90<sup>1/16</sup>, საბეჭდი ქაღალდი № 3, გარნიტურა ვენა.  
ბეჭდვის ხერხი მაღალი, პირ. ნაბეჭდი თაბახი 27. პირ. საღებავგატარე-  
ბა 27,13. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 23,12.  
უე 10756 ტირაჟი 2000 ჰექვ. № 5980

ფასი 96 კაპ.

გამომცემლობა «განათლება», თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50  
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Орджоникидзе, 50  
1986

საქართველოს სსრ გამომცემლობათა, პოლიგრაფიისა და  
წიგნის ვაჭრობის საქმეთა სახელმწიფო კომიტეტის  
ქუთაისის პოლიგრაფიული საწარმოო გაერთიანება  
ქ. ქუთაისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 33.

Кутаисское полиграфическое производственное объединение  
Государственного комитета по делам издательств, полиграфии и  
книжной торговли Грузинской ССР  
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 33.