

547(075.8)

ს-241

ზ. სამსონია, ს. ალაგია, მ. გვერდუითელი

ორგანული
ქიმიის
საფუძვლები



უ. სამსონია, ს. ადამია, მ. გვერდუითელი

ორგანული
ქიმიის
საფუძვლები

საქართველოს განათლების სამინისტროს მიერ
დამტკიცებულია სახელმწიფო სახელმწიფო
შეფასების სასწავლებლების
სტუდენტებისათვის



თბილისის ენციკლოპედიის გამომცემი

თბილისი, 2000

სსიპ - შიშა კუთხე
სახელმწიფო უნივერსიტეტი
თბილისი
№ 4203 -

ნაშრომში განხილულია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების ფიზიოლოგიური თვისებები და მათი გამოყენება მედიცინაში. განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო ეკოლოგიური და ტოქსიკოლოგიური ხასიათის საკითხებს.

განკუთვნილია სახელმძღვანელო სამედიცინო, ბიოსამედიცინო და ბიოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებისათვის, რის გამოც ყურადღება აქცენტირებულია ამ პროფილისათვის აუცილებელ საკითხებზე. დახმარებას გაუწევს ორგანული ქიმიით დაინტერესებულ სპეციალისტებსაც.

რედაქტორები:	საქ. მეცნ. აკად. წ/კ. პროფ. ნ. ალექსიძე საქ. მეცნ. აკად. წ/კ. პროფ. დ. უგრეხელიძე
რეცენზენტები:	პროფ. რ. გახოკიძე პროფ. ნ. ლეკიშვილი

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2000

1705000000
ს 608(06)-00

ISBN 99928-77-63-4

შესავალი

სახელმძღვანელო მიზნად ისახავს ორგანული ქიმიის საფუძვლების გაშუქებას იმ კუთხით, რაც აუცილებელ ბაზას შექმნის ბიოქიმიის, ფარმაკოლოგიისა და პათოფიზიოლოგიის შესასწავლად.

წიგნის შედგენის დროს ვცდილობდით, რომ მასალა ვასაგებო და ლოგიკურად ჩამოყალიბებული ყოფილიყო. ყურადღება გავამახვილეთ ნივთიერებათა თვისებებზე, ხოლო რაც შეეხება მათი მიღების ხერხებს, მოვიგანეთ მხოლოდ აუცილებელი და კლასიკური მეთოდები. ამასთანავე, წარმოვაჩინეთ მხოლოდ უმნიშვნელოვანესი რეაქციების შექანიზმი.

წიგნში განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმეთ ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების აღნაგობასა და ქიმიურ თვისებებს. თუმცა წიგნის შედარებით მცირე მოცულობის გამო, მათი მთლიანად და სრულყოფილად გაშუქება ზოგჯერ ვერ მოხერხდა. იმავე მიზეზით, იძულებული ვიყავით ზოგიერთი საკითხის განხილვისაგან თავი შეგვეკავებინა.

წიგნში აღწერილია ზოგადთეორიული წარმოდგენები, ნახშირწყალბადების სხვადასხვა კომპოლოგიური რიგები, ნახშირწყალბადების ნაწარმები – სპირტები, ოქსონაურთები, კარბონმჟავები, ნახშირწყლები, ცხიმები, ამინომჟავები, ცილები, პეტეროციკლური ნაერთები და სხვა.

გამოცემა, ცხადია, არ იქნება დაბლვეული ხარვეზებისაგან, ამიტომაც ავტორები მაღლიერების გრძნობით მიიღებენ შენიშვნებსა და რჩევა-დარიგებებს.

1. ორგანული ქიმიის საგანი

ორგანულ ნივთიერებებს ადამიანი უხსოვარი დროიდან იცნობდა. ჯერ კიდევ 900 წ. ჩვ. წ. ცნობილი იყო შაქროვან ნივთიერებათა ღუღილი, რომლის საშუალებითაც ამზადებდნენ ღვინოს, ლულსა და სხვა სპირტიან სასმელებს. ძველ საბერძნეთსა და ეგვიპტეში ცნობილი იყო მცენარეული საღებავები: ინდიგო და ალიზარინი.

ქიმიის განვითარების თავდაპირველ ეტაპზე ერთმანეთისაგან ვერ არჩევდნენ მინერალურ და ორგანულ ნივთიერებებს. შემდეგ ყურადღება მიაქცევს იმ ფაქტს, რომ არაიოცხალი ბუნებიდან მიღებული ნივთიერებები, როგორცაა ლითონები, მარილები და სხვა, ნაკლებად განიცდიდნენ ცვლილებებს მაშინ, როცა მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმებიდან მიღებული ნივთიერებები მცირეოდენი ზემოქმედების პირობებშიც კი მკვეთრად იცვლებოდნენ.

XVII საუკუნიდან დაწყებული, ნივთიერებები, მათი წარმოშობის მიხედვით, სამ ჯგუფად დაყვეს – არაორგანულ ანუ მინერალურ, ცხოველურ და მცენარეულ ნივთიერებებად. ა. ლავუაზიეს მიხედვით მცენარეული ნივთიერებები შედგებიან ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადისაგან, ხოლო ცხოველური ნივთიერებები დამატებით ამოგისა და ფოსფორისაგან.

მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებათა შესწავლის საფუძველზე თანდათან ნათელი ხდება, რომ მცენარეულ და ცხოველურ ნივთიერებებს შორის არსებითი განსხვავება არ არის. მცენარეული წარმოშობის ნივთიერებები აღმოჩენილი იქნა ცხოველურ ორგანიზმში, ხოლო ცხოველური – მცენარეულ ორგანიზმში (მაგ. ცხიმები, მკავეები, ნახშირწყლები და სხვ.). XVIII საუკუნის ბოლოს, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებები გააერთიანეს ორგანულ ნივთიერებებად, ხოლო მათ შემსწავლელ ქიმიის განხრას ეწოდა ორგანული ქიმია.

გერმანი „ორგანული ქიმია“ პირველად ი. ბერცელიუსმა გამოიყენა ქიმიის კურსში (1808 წ.) ი. ბერცელიუსი იმთავითვე ორგანული რადიკალის ცნებას, ყურადღებას ამახვილებდა მის რთულ

ბუნებაზე. ორგანულ და არაორგანულ ნივთიერებებს შორის განსხვავებას იმაში სედავდა, რომ არაორგანულ ნივთიერებათა მიღება შეიძლება ლაბორატორიაში ჩვეულებრივი ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდით, ხოლო ორგანული ნივთიერებები მიიღება მხოლოდ და მხოლოდ ცოცხალ ორგანიზმში „სასიცოცხლო ძალების“ გავლენით. თეორიას, რომელიც ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნას „სასიცოცხლო ძალების“ ჩარევით ხსნიდა, ვიგალისტური თეორია ეწოდა. ვიგალისტური თეორია ქიმიამში პირველ ხანებში წარმატებითაც კი სარგებლობდა, ვიდრე გერმანელმა ექიმმა და ქიმიკოსმა ფ. ველერმა 1824 წ. და 1828 წ. სინთეზურად არ მიიღო მკაუნშტაჟა და შარლოვანა.

ფ. ველერის მიერ აღმოჩენილმა ორგანულმა სინთეზმა ვიგალისტური თეორია შეარყია. ვიგალისტური თეორიის საბოლოო დამხობის საქმეში დიდი წვლილი მიუძღვის შემდგომ წლებში წარმატებით ჩატარებულ ცხიმების (მ. ბერგლი, 1854 წ.) სინთეზს.

ვიგალისტური თეორიის დამხობა ნიშნავდა იმ განსხვავების მოსპობას ორგანულ და არაორგანულ ნივთიერებებს შორის, რომელიც ი. ბერცელიუსმა საფუძვლად დაუდო ნივთიერებების კლასიფიკაციას, მაგრამ გერმინი „ორგანული“ და „არაორგანული“ – დღემდე შემორჩა მეცნიერებას, ახლა უკვე სხვა მოსაზრების გამო.

XIX საუკუნის 50-იან წლებში ანალიზის მეთოდების სრულყოფისა და განვითარების შედეგად დაღვენილი იქნა, რომ ორგანულ ნივთიერებათა შემადგენლობაში აუცილებლად შედის ელემენტები ნახშირბადი. 1848 წ. ვმელინმა და 1851 წ. კეკულემ არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებათა ახალი კლასიფიკაცია მოგვეცა. ორგანული ეწოდა ნახშირბადნაერთებს, ხოლო სხვა დანარჩენ ელემენტთა ნაერთებს – არაორგანული. ნივთიერებათა ასეთი კლასიფიკაცია დღემდე შემორჩა და საფუძვლად უდევს შოგადი ქიმიიდან არაორგანული და ორგანული ქიმიის ცალკე დარგად გამოყოფას.

ქიმიის ასეთ გრადიციულ დაყოფას ასაბუთებდნენ ორგანულ ნაერთთა სიმრავლით. ამჟამად ორგანულ ნაერთთა რიცხვი 10 მილიონს აღწევს, ხოლო ყველა ელემენტის ნაერთი ერთად აღეუბლი 500000 არ აღემატება.

ორგანული ქიმიის განსაზღვრა, როგორც ნახშირბადნაერთთა შემსწავლელი მეცნიერებისა, უსაფუძვლოა. რამდენადაც იგი არ

თივალისწინებს სხვა ელემენტების, განსაკუთრებით კი წყალბადის მნიშვნელობას ორგანულ ნაერთთა წარმოქმნაში.

ორგანულ ნაერთთა უმრავლესობა შეიცავს წყალბადს და მათი განსაკუთრებული თვისებები განპირობებულია არა მარტო ნახშირბადით, არამედ ნახშირბადისა და წყალბადის ნაერთით — ნახშირწყალბადით. ყველა ორგანული ნაერთი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახშირწყალბადების ნაწარმი და ამრიგად, ორგანულ ნაერთთა ბუნებრივი კლასიფიკაციის საფუძველს წარმოადგენს. ამ პოზიციიდან, უფრო მართებულია ორგანულ ქიმიას ნახშირწყალბადებისა და მათი ნაწარმების ქიმია ეწოდოს. ორგანული ქიმიის ეს განმარტება ეკუთვნის გერმანელ მეცნიერს კ. შორლემერს (1899 წ.). ამ განმარტების თანახმად, ორგანული ქიმიის საგანი უფრო მაღალორგანიზებული მაგერიანა, რამდენადაც იგი სწავლობს ნახშირწყალბადებსა და მათ ნაწარმებს.

ორგანული და არაორგანული ქიმიის ერთმანეთისაგან გამოყოფის არგუმენტები დროთა განმავლობაში იცვლებოდა, მაგრამ ერთი რამ, რაც ჯერ კიდევ ბერცელიუსმა შეამჩნია, დღესაც ძალაშია. „ორგანული ქიმია იმდენად თავისებური მეცნიერებაა, რომ როცა ქიმიკოსი არაორგანული ნივთიერებების კვლევიდან გადადის ორგანულ ნაერთთა კვლევაზე, იგი სრულიად ახალ პოზიციებზე ღვება“ (ბერცელიუსი, 1808 წ.). ორგანული ქიმიისათვის დამახასიათებელია ამროვნების სპეციფიკური გზები და მუშაობის სპეციფიკური მეთოდები, რაც მას განასხვავებს არაორგანული ქიმიის ამროვნების გზებისა და მეთოდებისაგან.

ორგანულ ნაერთთა სპეციფიკური თვისებები. მიუხედავად ორგანულ ნაერთთა სიმრავლისა და მათი თვისებების მრავალფეროვნებისა, ორგანულ ნაერთებს აქვთ ისეთი დამახასიათებელი თვისებებები, რაც მათ განასხვავებს არაორგანული ნაერთებიდან; მათგან აღსანიშნავია შემდეგი სპეციფიკური თვისებები:

1) ორგანულ ნაერთთა უმრავლესობა, მცირე გამოწკისის გარდა, (მაგ. CCl_4), იწვის და სწორედ ამ თვისებაზეა დამყარებული ორგანულ ნაერთთა ანალიზის მეთოდები.

2) ორგანული ნაერთები ნაკლებად მდგრადია და ვაცხელეებით ადვილად იშლება, რაც მათთან მუშაობის სპეციფიკური მეთოდების გამოყენებას მოითხოვს.

3) ორგანულ ნაერთთა უმრავლესობა არაელექტროლიგია.

4) ორგანულ ნაერთთა შორის რეაქცია ჩვეულებრივ ნელა მიმდინარეობს, ზოგჯერ რამდენიმე დღესაც კი. ორგანული რეაქციები არასოდეს არ მიდიან ერთი მიმართულებით და ძირითად პროდუქტებთან ერთად ადგილი აქვს თანამდევ პროდუქტების წარმოქმნასაც და ამიგომ ძირითადი პროდუქტის გამოსაელიანობა არ შეესაბამება მის სტექიომეტრულ გამოსაელიანობას.

5) ორგანულ ნაერთებს შორის ვხვდება ე. წ. იზომერიის მოვლენა, რომელიც განაპირობებს ორგანულ ნაერთთა მრავალრიცხოვნებას.

2. ქიმიური აღნაგობის თეორია

ქიმიური აღნაგობის თეორიის ძირითადი დებულებებია:

1) ორგანულ მოლეკულაში შემავალი ატომები ერთმანეთს უკავშირდებიან მათი ვალენტობის შესაბამისად გარკვეული თანამდევრობით, რასაც ქიმიური აღნაგობა ეწოდება.

2) ორგანულ ნაერთთა თვისებები დამოკიდებულია არა მარტო მათი შედგენილობაზე, არამედ მათ აღნაგობაზეც. აღნაგობის თეორიის ეს დებულება სხნის ორგანულ ქიმიიაში იზომერიის მოვლენას.

3) რადგან ქიმიურ რეაქციებში იცვლება ნაერთის განსაზღვრული ნაწილი, ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტების შესწავლით შესაძლებელია მისი აღნაგობის დადგენა, რომელიც ერთი განსაზღვრული ფორმულით გამოისახება.

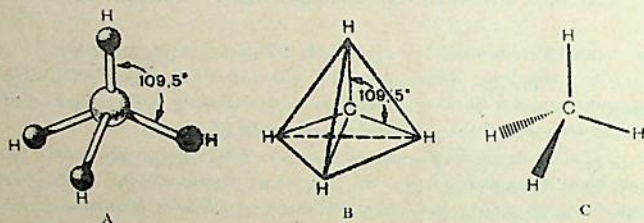
4) მოლეკულაში შემავალ ატომთა ან ატომთა ჯგუფების ქიმიური თვისებები მუდმივი არ არის და დამოკიდებულია სხვა ატომების ან ატომთა ჯგუფების გავლენაზე, განსაკუთრებით კი უშუალოდ დაკავშირებულ ატომების გავლენაზე.

ატომთა ურთიერთგავლენის საკითხი თანამედროვე ორგანული ქიმიის მნიშვნელოვანი საკითხია.

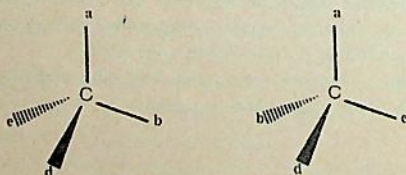
2.1 ქიმიური ალნაგობის თეორიის უმჯობესი განვითარება

ქიმიური ალნაგობის თეორია შემდგომ ორი მიმართულებით განვითარდა: ორგანულ ნაერთთა სივრცითი ალნაგობისა და ელექტრონული ალნაგობის მიმართულებით.

1874 წ. პოლანდიელმა მეცნიერმა ვანგ-ჰოფმა და ფრანგმა მეცნიერმა ლე-ბელმა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ჩამოაყალიბეს ნახშირბადატომის ალნაგობის ტეტრაედრული თეორია, რომლის თანახმად ნახშირბადის ატომს სივრცითი ალნაგობა აქვს. ტეტრაედრის ცენტრში მოთავსებულია ნახშირბადის ატომი, ხოლო მისი ოთხი ვალენტობა მიმართულია ტეტრაედრის წვეროებისაკენ.



ვანგ-ჰოფისა და ლე-ბელის სტერეოქიმიური ალნაგობის თეორიის თანახმად, თუ ნახშირბადის ატომთან დაკავშირებულია ოთხი სხვადასხვა რადიკალი, მაშინ სივრცეში ტეტრაედრის წვეროებთან ჩანაცვლებული რადიკალების განლაგების ორი შესაძლებლობა არსებობს



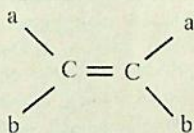
ამ ორი ტეტრაედრის ერთმანეთთან დამთხვევა შეუძლებელია და ასეთი მოლეკულები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან თვისებებ-

ბით. ერთნაირი სტრუქტურული ფორმულის ნაერთებს, რომლებიც ერთმანეთისაგან ჩანაცვლებული ატომების სივრცეში განლაგებით განსხვავდებიან, სივრცითი იზომერები, ანუ სტერეოიზომერები ეწოდებათ.

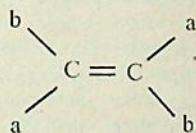
სტერეოიზომერიის ორი სახე არსებობს: 1) ოპტიკური, ანუ სარკისებური იზომერია და 2) გეომეტრიული იზომერია.

ოპტიკურ იზომერიას განაპირობებს სივრცეში გეგრაფიკული წვერობითან სხვადასხვა რადიკალის სხვადასხვა განლაგება. ოპტიკური იზომერების მოლეკულები ისე შეესაბამება ერთმანეთს, როგორც საგანი და მისი სარკისებური გამოსახულება, ამიტომ ოპტიკურ იზომერიას სარკისებური იზომერიაც ეწოდება (დაწვერილებითი ის. ჰილროქსიმეაუბში).

გეომეტრიულ იზომერიას განაპირობებს ორმაგი ბმით (ან ციკლით) დაკავშირებულ ორ ნახშირბადატომთან ჩანაცვლებული სხვადასხვა რადიკალის სივრცეში ორგვარი განლაგება (დაწვერილებითი ის. ალკენებში).



ცის-იზომერი



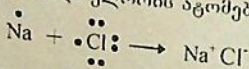
ტრანს-იზომერი

ქიმიური აღნაგობის თეორიის განვითარების მეორე მიმართულებებია ორგანულ ნაერთთა ელექტრონული აღნაგობა, რომელსაც XX საუკუნეში ჩაეყარა საფუძველი.

3. ქიმიური ბმის ტიპები

ქიმიური ბმის ელექტრონული თეორია ჩამოყალიბდა XX სა-
უკუნის 20-30 წლებში. ელექტრონულ თეორიას საფუძვლად დაედო
აგომის მისწრაფება, ქიმიური ურთიერთქმედების შედეგად მიი-
ღოს ინერტული აირებისათვის დამახასიათებელი მდგრადი ელექ-
ტრონული სტრუქტურა. მდგრადი ელექტრონული კონფიგურაციის
წარმოქმნის ორი გზა არსებობს: 1) ელექტრონების გადასვლა ერ-
თი ატომიდან მეორეზე და 2) ელექტრონების გაზიარება ორ ატ-
ომს შორის. მდგრადი ელექტრონული კონფიგურაციის წარმოქ-
მნის ორი გზის შესაბამისად არსებობს ქიმიური ბმის ორი ტიპი:
იონური და კოვალენტური.

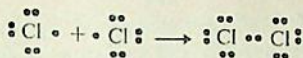
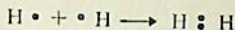
ერთი ატომიდან მეორეზე ელექტრონების გადასვლის დროს
ერთი ატომი იმუხტება დადებითად და მეორე - უარყოფითად.
სხვადასხვა მუხტით დამუხტული იონები ერთმანეთს იზიდავენ
ელექტროსტატიკური ძალებით და წარმოიქმნება მოლეკულა. ასე-
ელი მოლეკულა ცხადია შედგება იონებისაგან და იონური მოლე-
კულა ეწოდება, ხოლო სხვადასხვა მუხტით დამუხტულ იონებს
შორის ელექტროსტატიკური მიზიდულობის ძალით დამყარებულ
ბმას იონური ბმა ეწოდება (კოსელი, 1916 წ.) იონური ბმა მყარ-
დება მკვეთრად განსხვავებული თვისებების მქონე ატომებს შო-
რის - ტიპურ ლითონებსა და ტიპურ არაღლითონებს შორის. ასე
მაგალითად, ნატრიუმისა და ქლორის ატომებს შორის:



იონის ელექტრონული ველი სფერული სიმეტრიისაა და მათ შორის
ურთიერთმიზიდულობის ძალები ყველა მიმართულებით ვრცელ-
დება. ყოველი იონი საწინააღმდეგო ნიშნის იონის ნებისმიერ რა-
ოდენობას იზიდავს, ამიტომ იონურ ბმას არა აქვს გაჯერების უნა-
რი. იონური მოლეკულები ერთმანეთს იზიდავენ და ასოცირებულ
მდგომარეობაში იმყოფებიან. იონური მოლეკულები გამოირჩევი-
ან ღივი მდგრადობით, ლღობისა და ღუღილის მაღალი ტემპერა-
ტურით და სხვა თვისებებით.

მდგრადი ელექტრონული კონფიგურაციის წარმოქმნის მეორე
გზაა სავალენტო ელექტრონების გაზიარება. ერთი ატომი მეორეს

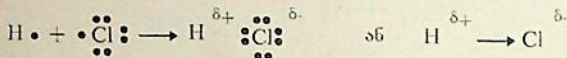
უმაირებს იმდენ ელექტრონს, რამდენიც აკლია მას მდგრადი ელექტრონული კონფიგურაციის წარმოქმნამდე და წარმოქმნის საზიარო ელექტრონულ წყვილებს, მაგალითად,



ერთი საზიარო ელექტრონული წყვილით დამყარებულ ბმას ერთ-მაგი, ანუ მარტივი ბმა ეწოდება, ორი ან სამი საზიარო ელექტრონული წყვილის საშუალებით დამყარებულ ბმას შესაბამისად ორ-მაგი და სამმაგი ბმა. ატომებს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილებით დამყარებულ ბმას ატომური, ანუ კოვალენტური ბმა ეწოდება (ლუისი, 1915 წ.). კოვალენტური ბმა მყარდება ერთნაირ ან მცირედ განსხვავებულ ელექტროუარყოფით ატომებს შორის. ელექტროუარყოფითობის ცნება ქიმიამში შემოიღეს პოლინგმა. პოლინგის განმარტებით, ელექტროუარყოფითობა არის ელემენტის უნარი, თავისკენ გადასწიოს ელექტრონები მოლეკულაში. ელემენტის ელექტროუარყოფითობა პერიოდებში იზრდება მარცხნიდან მარჯვნივ, ხოლო ჯგუფებში – ქვემოდან ზევით ისე, როგორც ელემენტის არალითონური თვისება. პოლინგმა გამოთვალა ელემენტების შეფარდებითი ელექტროუარყოფითობა (ლითონების შედარებით, რომლის ელექტროუარყოფითობა ერთის ტოლია). მაქსიმალური ელექტროუარყოფითობა აქვს ფთორს (4,0), მინიმალური – ცეზიუმს (0,7).

ერთნაირ ელექტროუარყოფით ატომს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილი სიმეტრიულად არის განლაგებული. ასეთ ბმას არაპოლარული კოვალენტური ბმა ეწოდება. სხვადასხვა ელექტროუარყოფით ატომს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილი კი გადახრილია უფრო ელექტროუარყოფითი ატომისაკენ, რის გამოც იგი იმუხტება ნაწილობრივი უარყოფითი მუხტით (δ -), ხოლო მეორე ატომი – ნაწილობრივი დადებითი მუხტით (δ +). ასეთ ბმას

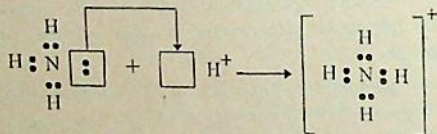
პოლარული კოვალენტური ბმა ეწოდება. პოლარული კოვალენტური ბმა მყარდება მაგ. ქლორწყალბადის მოლეკულაში



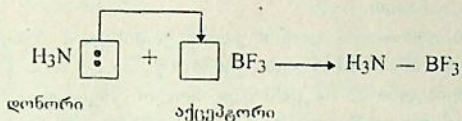
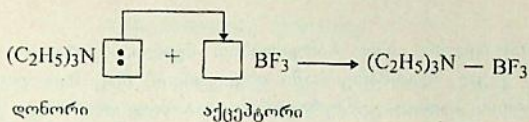
კოვალენტურ ნაერთებს იონურთან შედარებით დაბალი ელექტროდუმი და დიელექტრიკული გემპერატურა აქვთ და გამორჩევიან ნაკლები მდგრადობა.

3.1 კოორდინაციული ბმა

ხშირად ატომებს შორის კოვალენტური ბმა უპირატესა არა ორნეე ატომის ელექტრონების გაზიარებით, არამედ ერთ-ერთი ატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის საშუალებით, რომელსაც იგი უზიარებს მეორე ატომს. ატომი, რომელიც თავისუფალ ელექტრონულ წყვილს იძენს თავისუფალი ორბიტალის საშუალებით, აქცეპტორია, ხოლო ატომი, რომელიც თავისუფალ ელექტრონულ წყვილს ვასცემს – დონორია. ამიტომ კოვალენტური ბმის ამ სახეობას დონორულ-აქცეპტორული ბმა ეწოდება. დონორულ-აქცეპტორული ბმა მყარდება ამიაკის მოლეკულაში და პრიონის შორის. ამოტი თავის ელექტრონულ წყვილს უზიარებს პროტონს, რომელიც თავისუფალი ორბიტალი აქვს, ამყარებს მასთან კოვალენტურ ბმას და წარმოქმნის ამონიუმის კატიონს



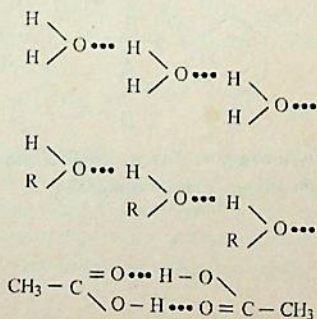
ამონიუმის კატიონში ბმა ამოტისა და წყალბადის ოთხ ატომს შორის ხავეზებით ერთნაირია (კოვალენტური). დადებითი მუხტის ამონიუმის მთელ იონს ეკუთვნის. დონორულ-აქცეპტორულ ბმას კოორდინაციული ბმაც ეწოდება (ლუისი). ელექტროდონორული ატომი ნუკლეოფილური ბუნებისაა (დადებითი მუხტის „მოყვარული“), ხოლო ელექტროაქცეპტორული ატომი – ელექტროფილური ბუნებისა (ელექტრონების „მოყვარული“)

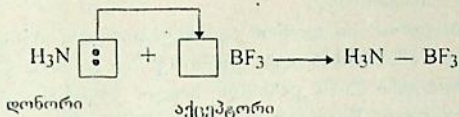
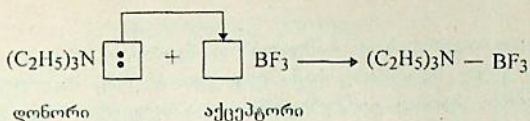


3.2 წყალბადური ბმა

ორი ელექტროუარყოფითი ატომის ასოცირებას წყალბად-ატომის საშუალებით წყალბადური ბმა ეწოდება. წყალბადური ბმა მყარდება ისეთ ელექტროუარყოფით ატომებს შორის, როგორცაა F, O, N და ვხვდება ფთორის, ჟანგბადისა და აზოტის წყალბად-ნერთებში. წყალბადის ატომი ერთ-ერთ ელექტროუარყოფით ატომთან დაკავშირებულია კოვალენტური ბმით, ხოლო მეორესთან - ე. წ. წყალბადური ბმით, რომელსაც სამი წერტილით აღნიშნავენ.

წყალბადური ბმა ვხვდება წყლის, სპირტის, მჟავის და სხვა მოლეკულებში.

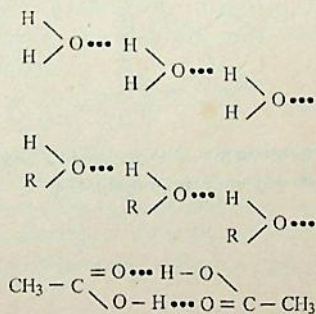




3.2 წყალბადური ბმა

ორი ელექტროუარყოფითი ატომის ასოცირებას წყალბადატომის საშუალებით წყალბადური ბმა ეწოდება. წყალბადური ბმა მყარდება ისეთი ელექტროუარყოფითი ატომებს შორის, როგორცაა F, O, N და გვხვდება ფთორის, ეანგბადისა და ამოგის წყალბადნაერთებში. წყალბადის ატომი ერთ-ერთი ელექტროუარყოფითი ატომთან დაკავშირებულია კოვალენტური ბმით, ხოლო მეორესთან - ე. წ. წყალბადური ბმით, რომელსაც სამი წერტილით აღნიშნავენ.

წყალბადური ბმა გვხვდება წყლის, სპირტის, მეთანის და სხვა მოლეკულებში.

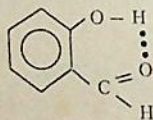


წყალბადური ბმის საშუალებით წყალი, სპირტები, მკაეები ასოცირებულ მდგომარეობაში იმყოფებიან, რაც მათ დუღილისა და ღნობის მაღალ ტემპერატურასა და ზოგიერთ სხვა ფიზიკურ თვისებებს განაპირობებს.

წყალბადური ბმა ღონორულ-აქცეპტორული ბუნებისაა. იგი კოვალენტურ ბმაზე 10-15 ჯერ უფრო სუსტია და მისი წარმოქმნის ენერჯია შეადგენს 23-30 კჯ/მოლი, ხოლო კოვალენტური ბმისა – 300-400 კჯ/მოლი. წყალბადური ბმის წარმოქმნაში ელემენტის ელექტროუარყოფითი ბუნების გარდა გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ატომის ზომას, ამიტომაც რომ წყალბადური ბმა პრაქტიკულად ხორციელდება F, O, N-ის ატომებს შორის.

წყალბადურ ბმას დიდი მნიშვნელობა აქვს ორგანულ ქიმიამში. იგი გვხვდება ცილებში და ნუკლეინის მკაეებში. ცილებში იგი განაპირობებს ცილის მეორეულ სტრუქტურას, ხოლო ნუკლეინის მკაეებში – ორმაგი სპირალის წარმოქმნას.

წყალბადური ბმა მყარდება არა მარტო მთლეკულებს შორის (ე. წ. მთლეკულაითშორისი წყალბადური ბმა), არამედ ერთი მთლეკულის შიგნით (ე. წ. შიგამთლეკულური წყალბადური ბმა), შიგამთლეკულური წყალბადური ბმა გვხვდება, მაგალითად, სალიცილის ალდეჰიდში



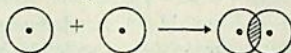
შიგამთლეკულური წყალბადური ბმა გავლენას ახდენს ნივთიერების როგორც ფიზიკურ, ასევე ქიმიურ ბუნებაზე.

3.3 კოვალენტური ბმის წარმოქმნის

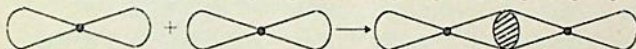
თანამედროვე თეორია

კოვალენტური ბმის თანამედროვე თეორიას საფუძვლად უდევს კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენები, რომელიც 1926 წ. მოგვაწოლა ე. შრედინგერმა.

კვანტური მექანიკის თანახმად, კოვალენტური ბმა ატომებს შორის მყარდება მათი ორბიტალების (ელექტრონული ღრუბლების) გადაფარვით (სლეიგერი, პოლინგი). გადაფარვის ადგილას ხდება გაუწყვილებელი ელექტრონების გაწყვილება და წარმოიქმნება ქიმიური ბმის ელექტრონული ღრუბელი. რაც უფრო დიდი ფართობით მოხდება ორბიტალების გადაფარვა, მით უფრო მდგრადი იქნება კოვალენტური ბმა (ლ. პოლინგი). ასე მაგალითად, წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნის დროს წყალბადის S ატომური ორბიტალები ერთმანეთს გადაფარავენ (S-S გადაფარვა) და წარმოიქმნება მოლეკულური ორბიტალი, რომელიც ორივე ატომს ეკუთვნის თანაბრად.



ფთორის მოლეკულის წარმოქმნის შემთხვევაში გადაიფარება მათი პანტელისებური p ატომური ორბიტალები (p-p გადაფარვა)



HF-ის მოლეკულის წარმოქმნის შემთხვევაში გადაიფარება წყალბადის სფერული და ფთორის პანტელისებური ატომური ორბიტალი (s-p გადაფარვა)



სამივე შემთხვევაში (s-s, s-p და p-p გადაფარვის შემთხვევაში) ადგილი აქვს ატომური ორბიტალების გადაფარვას მათი ატომბირთვების შემაერთებელი ღერძის გასწვრივ. ატომური ორბიტალების ღერძითი გადაფარვით დამყარებულ ბმას σ-ბმა ეწოდება. σ-ბმის ორბიტალს ცილინდრული სიმეტრია აქვს.

კოვალენტური ბმის წარმოქმნის დროს გამოიყოფა ენერგია, რომელსაც ბმის ენერგია ეწოდება. ბმის ენერგია იზომება კჯ/მოლზე. კოვალენტური ბმა იონურისაგან განსხვავდება: მდგრადობით, გაჯერების უნარით და სივრცეში გარკვეული მიმართულებით.

კოვალენტური ბმის გაჯერების უნარი დაკავშირებულია გაუწყვილებელი ელექტრონების რაოდენობასთან, რამდენადაც ქიმიური ბმების რაოდენობა გაუწყვილებელი ელექტრონების რაოდენობით განისაზღვრება.

კოვალენტური ბმის სპეციფიკური თვისებაა სივრცეში გარკვეული მიმართულება, რაც თავის მხრივ განაპირობებს ატომთა გარკვეულ სივრცით განლაგებას მოლეკულაში.

მოლეკულის სტრუქტურაზე გავლენას ახდენს როგორც კოვალენტურ ბმაში მონაწილე ელექტრონული წყვილი, ისე გაუზიარებელი ელექტრონული წყვილიც. კოვალენტური ბმებისა და თავისუფალი ელექტრონული წყვილების განლაგება ატომში განისაზღვრება სავალენტო ელექტრონული წყვილების განზიდვის თეორიით, რომლის თანახმადაც „სავალენტო ელექტრონული წყვილები სივრცეში იკავებენ ისეთ განლაგებას, რომლის დროსაც ისინი ერთმანეთისაგან მაქსიმალურად არიან დაცილებულნი“ (სიჯეიკი)

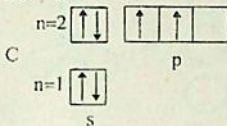
ცხრილი

სავალენტო ელექტრონული წყვილების კონფიგურაცია

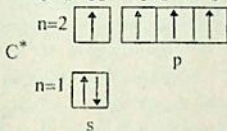
სავალენტო ელექტრონული წყვილების რიცხვი	სავალენტო კუთხე კრადუსებით	მოლეკულის სტრუქტურა
2	180°	საზოგადოებრივი
3	120°	სამკუთხოვანი
4	109°28'	ტეტრაედრული

უჯერი ნაერთების სტრუქტურის განსაზღვრის დროს უჯერი ბმა უნდა განვიხილოთ, როგორც ერთი ბმა.

ორგანულ ქიმიამი განსაკუთრებით საყურადღებოა ნახშირბადატომის მიერ დამყარებული კოვალენტური ბმები. ნახშირბადი ელემენტია პერიოდული სისტემის IV ჯგუფის ელემენტი. მისი ელექტრონული კონფიგურაცია ასეთია



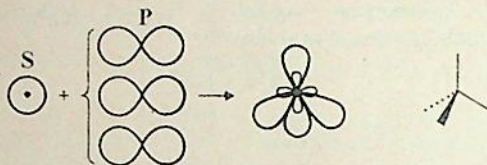
ნორმალურ პირობებში იგი ორვალენტურია ორი გაუწყვილებელი ელექტრონის არსებობის გამო. ნახშირბადატომი ნაერთის წარმოქმნის დროს ადვილად გადადის ადგზნებულ მდგომარეობაში, სადაც გარე შრეზე ოთხი გაუწყვილებელი ელექტრონი აქვს



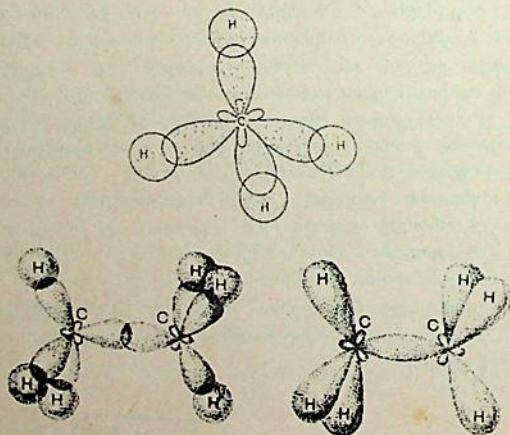
ამ ოთხი გაუწყვილებელი ელექტრონით ნახშირბადატომი ამჟღავნებს თავის ოთხ ვალენტობას და წარმოქმნის ოთხ კოვალენტურ ბმას. თუ დაეუშვებთ, რომ კოვალენტური ბმის წარმოქმნაში მონაწილეობს ადგზნებული ნახშირბადატომის ერთი s და სამი p გაუწყვილებელი ელექტრონი, მაშინ სფერული და პანტელისებური ატომური ორბიტალების გადაფარვით დამყარებული ბმები თვისებრივად განსხვავებული უნდა იყოს, მაგრამ ფაქტობრივად ნახშირბადატომის ოთხივე კოვალენტური ბმა ერთნაირია (ტოლფასია). ამ ფაქტიდან გამომდინარეობს, რომ ბმის წარმოქმნაში მონაწილეობენ არა სფერული და პანტელისებური ორბიტალები ცალ-ცალკე, არამედ ადგილი აქვს სფერული და პანტელისებური ფორმის ორბიტალების გათანაბრებას (ჰოლინგი), ანუ ჰიბრიდიზაციას და მიიღება ოთხი ერთნაირი მსხლისებური ფორმის sp^3 -ჰიბრიდი ორბიტალი, რომლებსაც სივრცეში ტეტრაედრული განლაგება აქვს (ამიტომ, sp^3 -ჰიბრიდიზაციას ტეტრაედრული ჰიბრიდიზაცია ეწოდება):

4203 -

სსსრ-ში არსებული
სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ბიოლოგიის ფაკულტეტი



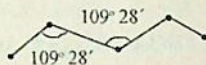
ტეტრაედრული ჰიბრიდიზაცია, თავის მხრივ, ნახშირბადატომის ტეტრაედრულ აღნაგობას განაპირობებს. sp^3 -ტეტრაედრული ჰიბრიდიზაცია ნახშირბადატომებს ნაჯერ ნახშირწყალბალებში (და მათი ფრაგმენტების - რადიკალების შემცველ მოლეკულებში) აქვს. კუთხე sp^3 -ჰიბრიდულ ორბიტალებს შორის შეადგენს $109^{\circ}28'$. ნაჯერ ნახშირწყალბალებში კოვალენტური ბმები ნახშირბადატომებს შორის ხორციელდება sp^3 -ორბიტალების სივრცითი გადაფარვით (sp^3 - sp^3 გადაფარვა), ხოლო ნახშირბადატომებსა და წყალბადატომებს შორის sp^3 და s ორბიტალების გადაფარვით (sp^3 - s გადაფარვა). ქვემოთ მოტანილია მეთანის წარმოქმნის ორბიტალური სქემა და მეთანისა და ეთანის აღნაგობა (მოლეკულური ორბიტალებით):



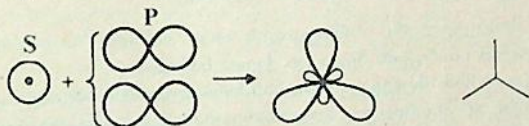
sp^3 -ჰიბრიდიზაციაში მყოფ ნახშირბადატომს ახასიათებს შემდეგი ნიშნები:

- 1) აღნაგობა – ტეტრაედრული;
- 2) კუთხე სავალენტო ბმებს შორის – $109^{\circ}28'$;
- 3) $C_{sp^3} - C_{sp^3}$ ბმის სიგრძე – 0,154 ნმ.

SP^3 -ჰიბრიდიზაციის გამო ნაჯერ ნაერთებს შიგშავისებრი აღნაგობის ჯაჭვი აქვთ.

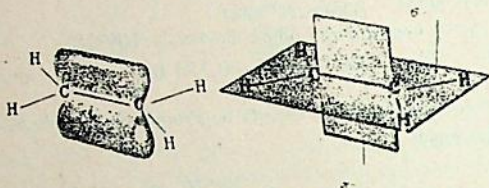


ეთილენის მოლეკულაში ნახშირბადატომის ოთხი სავალენტო ელექტრონიდან ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობს ერთი s- და ორი p-ორბიტალი



და მიიღება სამი sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალი. sp^2 -ჰიბრიდიზაციას ტრიგონალური ჰიბრიდიზაცია ეწოდება. ჰიბრიდული ორბიტალები ერთ სიბრტყეშია მოთავსებული და განლაგებულია ისე, რომ სამ ჰიბრიდულ ელექტრონულ ღრუბელს შორის კუთხე შეადგენს 120° . sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალების ღერძითი გადაფარვით ნახშირბადატომებს შორის მყარდება σ -ბმა (sp^2-sp^2), ხოლო ჰიბრიდიზაციის გარეშე დარჩენილი პანგელისებური p-ორბიტალები ერთმანეთს გადაფარავენ σ -ბმის პერპენდიკულარულ ზედა და ქვედა სიბრტყეში. ამ ღროს დამყარებულ ბმას π -ბმა ეწოდება. გვერდითი გადაფარვა ნაკლებად მოსახერხებელია და გადაფარვის უარითი ნაკლებია, ამიტომ π -ბმა ნაკლებად მდგრადი ბმაა. სამი sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალის ღერძითი გადაფარვით ნახშირბადატომი სამ მარტივ ბმას წარმოქმნის, ორს – წყალბადატომთან (sp^2-s გადაფარვა) და ერთს – ნახშირბადატომთან (sp^2-sp^2 გადაფარვა). p-ორ-

ბიგალების გადაფარვით ნახშირბადატომებს შორის მყარდება π -ბმა.

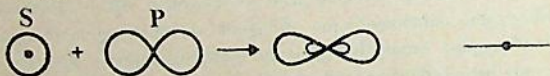


sp^2 -ჰიბრიდიზაციაში ნახშირბადატომს ახასიათებს შემდეგი ნიშნები:

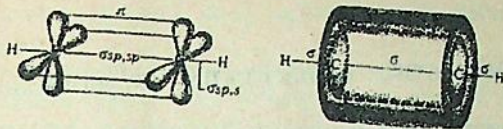
- 1) აღნაგობა – ბრტყელი;
- 2) კუთხე სავეალენტო ბმებს შორის – 120° ;
- 3) $C_{sp^2} - C_{sp^2}$ ბმის სიგრძე – $0,134$ ნმ.

π -ბმის მოლეკულური ორბიტალის ორი ნაწილი მოთავსებულია მოლეკულის სიბრტყის ზედა და ქვედა ნაწილში.

აცეტილენის მოლეკულაში ნახშირბადატომის სავეალენტო ელექტრონები sp -ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია და დიგონალური აღნაგობა აქვთ.



ორი sp -ჰიბრიდული ელექტრონული ღრუბელი ერთ სიბრტყეშია მოთავსებული და მათ შორის კუთხე 180° შეადგენს. ორი sp -ჰიბრიდული ელექტრონული ღრუბლის ღერძითი გადაფარვით ნახშირბადატომი ორ σ -ბმას წარმოქმნის. ერთს ნახშირბადატომთან ($sp-sp$ გადაფარვა) და მეორეს – წყალბადატომთან ($sp-s$ გადაფარვა). ჰიბრიდიზაციის გარეშე ღარჩენილი ორი პანგელისებური p -ელექტრონული ღრუბლის გვერდითი გადაფარვით ნახშირბადატომებს შორის მყარდება დამატებითი, 2π -ბმა, რომელიც σ -ბმის პერპენდიკულარულ სიბრტყეშია მოთავსებული. 2π -ბმის შერწყმით წარმოიქმნება ცილინდრული ელექტრონული ღრუბელი, რომელშიც ვახვეულია $C-C$ ბმის ღერძი.



sp-პიბრიდიმაციაში ნახშირბადატომს ახასიათებს შემდეგი ნიშნები:

- 1) აღნაგობა – წრფივი;
- 2) კუთხე სავალენგო ბმებს შორის – 180° ;
- 3) $C_{sp} - C_{sp}$ ბმის სიგრძე – 0,120 ნმ.

კოვალენტური ბმისათვის დამახასიათებელია: სიგრძე, წარმოქმნის ენერგია, პოლარობა, პოლარიზებადობა და სავალენგო კუთხე. ბმის სიგრძე იზომება ატომგულის ცენტრებს შორის არსებული მანძილით და დამოკიდებულია მისი წარმოქმნელი ატომების ტიპზე და ბმის ჯერადობაზე (ერთმაგი, ორმაგი, სამმაგი).

სავალენგო ბმებს შორის კუთხე დამოკიდებულია სავალენგო ელექტრონების პიბრიდიმაციაზე.

ბმის პოლარობა მოლეკულაში ბმის წარმოქმნელ ელექტრონების განაწილებას გვიჩვენებს და დამოკიდებულია ელემენტის ელექტროუარყოფითობაზე. სხვადასხვა ელექტროუარყოფით ელემენტს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილი გადაწეულია უფრო ელექტროუარყოფითი ელემენტისაკენ. ბმის წარმოქმნელი ელექტრონული წყვილის გადახრა მოლეკულაში განაპირობებს ბმის პოლარობას, რომლის საზომს მისი დიპოლური მომენტი წარმოადგენს – $\mu = l \cdot q$, სადაც l ბმის სიგრძეა, q – ელექტრონული მუხტი.

ბმის პოლარობის გაზრდას გარეშე ელექტრომაგნიტური ველის გავლენით (მაგალითად, დამუხტული ნაწილაკების დაახლოებით), ბმის პოლარიზებადობა ეწოდება. ბმის პოლარიზებადობა ქიმიურ რეაქციებში მოლეკულის გავლენაზეა დამოკიდებული. საერთოდ π -ბმა გაცილებით უფრო ადვილად პოლარიზებადი, ვიდრე σ -ბმა.

4. ორგანულ რეაქციათა კლასიფიკაცია

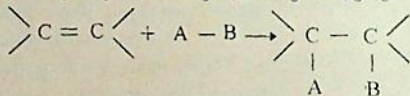
ორგანულ რეაქციათა კლასიფიკაციას ძირითადად ახდენენ სამი ნიშნის მიხედვით:

- 1) რეაქციის საბოლოო პროდუქტის,
- 2) რეაქციაში მონაწილე რეაგენტის მოლეკულაში კოვალენტური ბმების გახლეჩის ტიპის და
- 3) რეაქციის სიჩქარის განმსაზღვრელ სტადიაზე რეაქციაში მონაწილე მოლეკულათა რიცხვის მიხედვით.

რეაქციის საბოლოო პროდუქტის მიხედვით ორგანულ რეაქციებს ყოფენ ოთხ ტიპად:

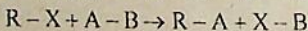
- 1) მიერთების,
- 2) ჩანაცვლების,
- 3) მოხლეჩის ანუ ელიმინირების რეაქციებად,
- 4) მოლეკულურ გადაჯგუფებად.

რეაქციას, რომლის დროსაც π -ბმების გახლეჩის (ან ციკლის გახსნის) ხარჯზე ადგილი აქვს მორეაგირე მოლეკულების ერთმანეთთან დაკავშირებას, მიერთების რეაქცია ეწოდება. მიერთების რეაქციები ძირითადად ახასიათებთ ორმაგი და სამმაგი ბმების შემცველ უჯერ ნაერთებს და ზოგადად ასე ჩაიწერება



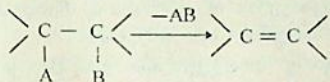
მიერთების რეაქციებს A ასოთი აღნიშნავენ (ინგ. Addition - მიერთება).

ისეთ რეაქციას, რომლის დროსაც ერთი ატომის (ან ატომთა ჯგუფის) ნაცვლად ადგილი აქვს სხვა ატომის (ან ატომთა ჯგუფის) ჩანაცვლებას ორგანული ნაერთის მოლეკულაში, ჩანაცვლების რეაქცია ეწოდება. ჩანაცვლების რეაქციაში ადგილი აქვს ნახშირბადატომთან ძველი σ -ბმის გახლეჩას და ახალი σ -ბმის წარმოქმნას. ჩანაცვლების რეაქციები ზოგადად ასე ჩაიწერება



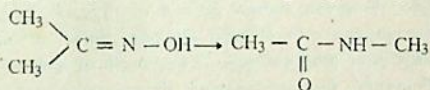
ჩანაცვლების რეაქციებს S ასოთი აღნიშნავენ (ინგ. Substitution – ჩანაცვლება).

ისეთ რეაქციებს, რომლის დროსაც ორგანული ნივთიერების მოლეკულიდან ადგილი აქვს მარტივი მოლეკულის (H_2O , HCl , NH_3) მოხლეჩას, ელიმინირების რეაქცია ეწოდება. ელიმინირების რეაქცია მიერთების რეაქციის შებრუნებული პროცესია.



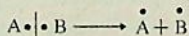
ელიმინირების რეაქციას E ასოთი აღნიშნავენ (ინგ. Elimination – მოხლეჩა).

მოლეკულური გადაჯგუფებები ეწოდება ისეთ პროცესებს, რომელთა მიმდინარეობისას ატომი (ან ატომთა ჯგუფი) გადაინაცვლებს მოლეკულის ერთი ნაწილიდან მეორეში, მაგ:



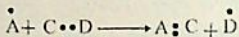
რეაქციის პროლექტის წარმოქმნის პროცესში მორეაგირე რეაგენტების ურთიერთქმედების ყველა სტადიის აღწერას მოლეკულურ დონეზე რეაქციის მექანიზმი ეწოდება. რეაქციის მექანიზმს აღგენენ მორეაგირე ნივთიერებათა მოლეკულაში კოვალენტური ბმების გახლეჩის გიპის მიხედვით.

მორეაგირე ნივთიერების მოლეკულაში კოვალენტური ბმის გახლეჩის ორი გზა არსებობს. თუ კოვალენტური ბმა სიმეტრიულად იხლინება და ელექტრონული წყვილი თანაბრად ნაწილდება ორ ატომს შორის, მაშინ ადგილი აქვს რადიკალების წარმოქმნას და ბმის გახლეჩის ამ გიპს რადიკალური ანუ ჰომოლიტური გახლეჩა ეწოდება



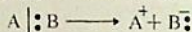
თავისუფალი რადიკალები მეტად აქტიური ნაწილაკებია და მათი არსებობის დრო უმრავლეს შემთხვევაში ძალზე ხანმოკლეა ($\sim 10^{-3}$ წმ). რადიკალები წარმოქმნისთანავე შედიან რეაქციაში მორეა-

გირე ნივთიერების მოლეკულებთან და წარმოქმნიან რეაქციის პროდუქტებს

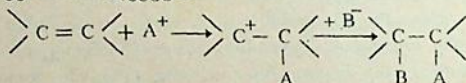


თავისუფალი რადიკალების მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციებს თავისუფალრადიკალური, ან უბრალოდ რადიკალური რეაქციები ეწოდებათ და R ინდექსით აღინიშნებიან.

თუ მორეაგირე მოლეკულაში (A : B) კოვალენტური ბმა არასიმეტრიულად იხლინება და ერთ-ერთი ნაწილაკს რჩება ელექტრონული წყვილი, ხოლო მეორეს – თავისუფალი ორბიტალი, მაშინ წარმოიქმნება დამუხტული ნაწილაკები – იონები



კოვალენტური ბმის გახლეჩის ამ ტიპს იონური, ანუ პეტეროლიტური გახლეჩა ეწოდება. ორგანული მოლეკულის პეტეროლიტური გახლეჩით მიღებული ორგანული იონები უფრო არამდგრადი და აქტიურია, ვიდრე არაორგანული იონები და ადვილად შედიან რეაქციაში მორეაგირე ნივთიერებების მოლეკულებთან და წარმოქმნიან რეაქციის პროდუქტებს



იონების მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციებს იონური რეაქციები ეწოდებათ. იონური რეაქციები თავის მხრივ იყოფა ორ ჯგუფად:

- 1) ნუკლეოფილურ და
- 2) ელექტროფილურ რეაქციებად.

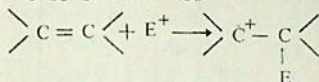
ელექტროფილურია რეაქცია, თუ რეაგენტი ელექტრონულ წყვილს იძენს ნახშირბადატომისაგან. რეაგენტს, რომელიც ელექტრონულ წყვილს იძენს ნახშირბადატომიდან (და ამრიგად ელექტრონული წყვილის აქცეპტორს წარმოადგენს) ელექტროფილური რეაგენტი ეწოდება. ელექტროფილური რეაგენტი ზოგადად აღინიშნება E ასოთი. ელექტროფილური რეაგენტებია:

- 1) კატიონები (H^+ , NH_4^+)

2) ჰალოგენები (F_2, Cl_2, Br_2, I_2)

3) ალდეჰიდები, კეტონები და სხვ.

ელექტროფილურ რეაქციებს E ინდექსით აღნიშნავენ



ნუკლეოფილურია რეაქცია, თუ რეაგენტი ელექტრონულ წყვილს აძლევს ნახშირბადატომს. რეაგენტს, რომელიც ელექტრონულ წყვილს აძლევს ნახშირბადატომს (და ამრიგად, ელექტრონული წყვილის დონორია) ნუკლეოფილური რეაგენტი ეწოდება. ნუკლეოფილური რეაგენტი ზოგადად აღინიშნება Nu ასოთი.

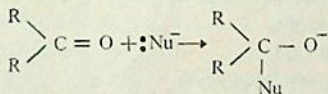
ნუკლეოფილური რეაგენტებია:

1) ანიონები (OH^-, CN^-, NH_2^-),

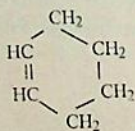
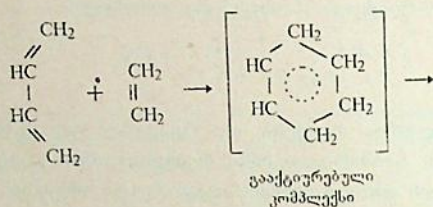
2) ალკენები ($RCH = CH_2$),

3) არომატული ნაერთები და სხვ.

ნუკლეოფილურ რეაქციებს N ინდექსით აღნიშნავენ



რადიკალური და იონური რეაქციების გარდა ცნობილია აგრეთვე სინქრონული (პერიციკლური) რეაქციები. ამ ტიპის რეაქციებში არ მონაწილეობენ არც რადიკალები და არც იონები. სინქრონულ რეაქციებში ახალი ბმების წარმოქმნა და ძველის გახლეჩა ერთდროულად მიმდინარეობს და მიიღება ციკლური აღნაგობის გარდამავალი, გააქტივებული კომპლექსი, რომელიც შეიცავს როგორც ნაწილობრივ ახლად წარმოქმნილ, ისე ნაწილობრივ გახლეჩილ ძველ ბმებს. სინქრონული რეაქციების მაგალითია დივინილთან ეთილენის მიერთება (ე. წ. დილს-ალდერის სინთეზი):



რეაქციის სიჩქარის განმსაზღვრელ სტადიაზე რეაქციაში მონაწილე იმ მოლეკულების რიცხვის მიხედვით, რომლებშიც ალგოლი აქვს ბმების შეცვლას, არჩევენ.

- 1) მონომოლეკულურ,
- 2) ბიმოლეკულურ და
- 3) ტრიმოლეკულურ რეაქციებს.

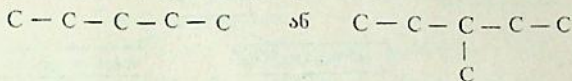
თუ რეაქციის სიჩქარის განმსაზღვრელ სტადიაზე რეაქციაში მონაწილეობს ერთი მოლეკულა, რეაქცია მონომოლეკულურია, თუ ორი მოლეკულა - ბიმოლეკულურია, თუ სამი მოლეკულა - ტრიმოლეკულურია.

აქვე აღვნიშნავთ, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში ერთი პროცესის დასახასიათებლად მიმართავენ სამივე კლასიფიკაციის კრიტერიუმებს. ასე მაგალითად, S_N1 - ნიშნავს ჩანაცვლების ნუკლეოფილურ მონომოლეკულურ რეაქციას.

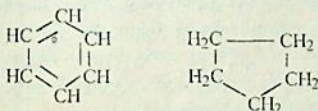
5. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია

ორგანულ ნაერთებს ყოფენ სამ დიდ ჯგუფად:

1) **ალციკლური** ანუ ღია ჯაჭვიანი ნაერთები, სადაც ნახშირბადატომისაგან შემდგარი ჯაჭვი გახსნილია:



2) **კარბოციკლური** ნაერთები, სადაც ნახშირბადატომისა-

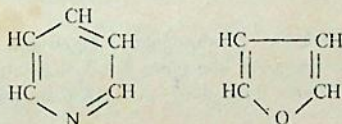


გან შემდგარი ჯაჭვი შეკრულია:

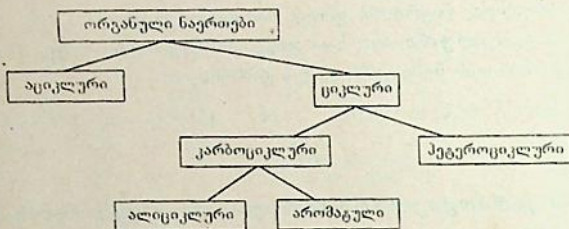
კარბოციკლური ნივთიერებები ციკლის ბუნების მიხედვით იყოფა: ალიციკლურ და არომატულ ნივთიერებებად.

არომატული ეწოდებათ ბენზოლის ბირთვის შემცველ ნივთიერებებს, ხოლო სხვა დანარჩენ კარბოციკლურ ნივთიერებებს ეწოდებათ ალიციკლური ნივთიერებები.

3) **ჰეტეროციკლური** ნაერთები, სადაც ციკლის შემადგენლობაში ნახშირბადის გარდა შედის აგრეთვე სხვა ელემენტის (N, O, S და სხვ.) ატომებიც



ამგვარად, არსებობს ორგანულ ნივთიერებათა შემდეგი ჯგუფი:



ყოველი ჯგუფი იყოფა კლასებად, რასაც საფუძვლად უდევს ფუნქციური ჯგუფების არსებობა. ფუნქციური ეწოდება ისეთ დაჯგუფებას, რომელიც განსაზღვრავს ორგანული ნივთიერების ფუნქციას, ანუ ქიმიურ თვისებებს. ფუნქციურ ჯგუფებს ზოგადად X-ით აღნიშნავენ, ხოლო ორგანული ნივთიერების უცვლელ ნაწილს, რომელიც რეაქციებში არ მონაწილეობს და უცვლელად გადადის ერთი მოლეკულიდან მეორის შედგენილობაში, რადიკალი ეწოდება და აღინიშნება R ასოთი. ამრიგად, ორგანული ნივთიერება შეიძლება გამოესახოს ზოგადად როგორც



6. ნახშირწყალბადები

ნახშირწყალბადები უმარტივესი ორგანული ნივთიერებებია. მათი მოლეკულა შედგება მხოლოდ ნახშირბადისა და წყალბადისაგან. ზოგადად მათი შედგენილობა განისაზღვრება ფორმულით $C_n H_m$.

ნახშირწყალბადები ორგანულ ნაერთთა კლასების საფუძველს წარმოადგენენ, რამდენადაც „ორგანული ქიმია ეს არის ნახშირწყალბადებისა და მათი ნაწარმების ქიმია“ (შორლემერი).

61 ნაჯერი ნახშირწყალბადები ანუ ალკანები

ნაჯერი ეწოდება ისეთ ნახშირწყალბადებს, რომელთა მოლეკულებში ნახშირბადატომებს შორის ბმა ერთმანეთს (C-ბმა), ხოლო ნახშირბადატომის დანარჩენი ვალენტობა მაქსიმალურად არის ვაჯერებული წყალბადატომებით.

ნაჯერი ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n+2} . ნაჯერი ნახშირწყალბადების კომოლოგიური რიგის წევრებია:

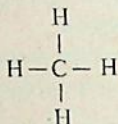
CH_4 - მეთანი	C_6H_{14} - ჰექსანი
C_2H_6 - ეთანი	C_7H_{16} - ჰეპტანი
C_3H_8 - პროპანი	C_8H_{18} - ოქტანი
C_4H_{10} - ბუტანი	C_9H_{20} - ნონანი
C_5H_{12} - პენტანი	$C_{10}H_{22}$ - დეკანი

მომდევნო წვერი წინასაგან განსხვავდება CH_2 -ის ჯგუფით. ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებსაც მსგავსი ქიმიური აღნაგობა აქვს და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან CH_2 -ის ჯგუფით, კომოლოგიები ეწოდებათ, CH_2 -ის ჯგუფს კი კომოლოგიური სხვაობა. ორგანულ ნაერთთა იმ რიგს, სადაც მსგავსი ქიმიური აღნაგობის ნაერთები განლაგებულია ნახშირბადატომთა მზარდი რაოდენობის მიხედვით, კომოლოგიური რიგი ეწოდება.

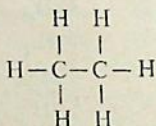
კომოლოგიურ რიგს ისეთივე მნიშვნელობა აქვს ორგანულ ქიმიასში, როგორც ელემენტთა პერიოდული სისტემის ჯგუფებს არაორგანულ ქიმიასში. კომოლოგიური რიგის წევრები ქიმიური თვისებებით მონათესავე ნივთიერებებია და თუ ვვეკოდინება კომოლოგიური რიგის პირველი (ან რომელიმე) წვერის ქიმიური თვისებები, წარმოგვნა ვექნება კომოლოგიური რიგის სხვა დანარჩენ წევრთა ქიმიურ თვისებებზედაც. |

6.2 იზომერია

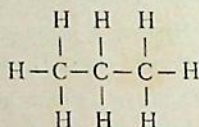
ქიმიური აღნაგობის თეორიის თანახმად მეთანის აღნაგობა ასეთია



ეთანისა -



პროპანისა -

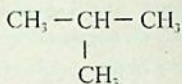


და ა. შ.

აქ დაწერილ ფორმულებს, რომლებიც გამოსახავენ ატომთა თანამიმდევრობას და მათ შორის ბმის ხასიათს მოლეკულაში, სრული სტრუქტურული ფორმულები ეწოდებათ.

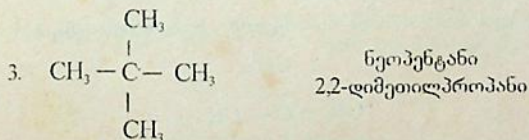
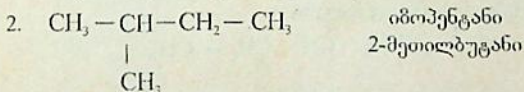
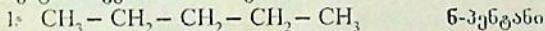
ჩვეულებრივ წერენ არა სრულ, არამედ შეკვეცილ სტრუქტურულ ფორმულებს. კვეცენ ბმას ნახშირბადისა და წყალბადის ატომებს შორის. შეკვეცილი სახით ნაჯერი ნახშირწყალბადების სტრუქტურული ფორმულები ასე გამოისახება: CH_4 , CH_3-CH_3 , $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$. თუ აქ დაწერილ სტრუქტურულ ფორმულებს ერთმანეთს შევადარებთ, შევამჩნევთ, რომ მეთანიდან ეთანის სტრუქტურული ფორმულის გამოსაყვანად საჭიროა მეთანს დავაკლოთ ერთი წყალბადი და მის ნაცვლად ჩავწეროთ CH_3 -ის ჯგუფი, რომელსაც მეთილის რადიკალი ეწოდება. ეთანიდან ამ წესით გამოვიყვანოთ პროპანის სტრუქტურულ ფორმულას. პროპანის მოლე-

კულაში კი წყალბადატომის დაკლება შეიძლება როგორც განაპირა ნახშირბადის ატომიდან, ისე შუა ნახშირბადის ატომიდან. განაპირა ნახშირბადის ატომიდან წყალბადის ატომის დაკლებითა და მეთილის რადიკალის ჩაწერით მიიღება ბუტანის სტრუქტურული ფორმულა $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$, ხოლო შუა ნახშირბადის ატომიდან წყალბადატომის დაკლებითა და მეთილის რადიკალის ჩაწერით მიიღება ბუტანის იზომერის სტრუქტურული ფორმულა



ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებსაც ერთნაირი მოლეკულური ფორმულა აქვთ, მაგრამ განსხვავებული სტრუქტურული ფორმულით, სტრუქტურული იზომერები ეწოდებათ. იზომერია ნაჯერ ნახშირწყალბადებში იწყება ბუტანიდან. ბუტანს აქვს ორი იზომერი: ერთი საზოგადოებრივ სტრუქტურით, რომელსაც ნორმალური ბუტანი ან უბრალოდ ბუტანი ეწოდება და მეორე - დატოტეილი სტრუქტურით, რომელსაც იზობუტანი ეწოდება.

ბუტანს აქვს სამი იზომერი



აქ დაწერილი იზომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ნახშირბადის ჯაჭვის აღნაგობით. სტრუქტურული იზომერის ამ სახეობას ჯაჭვის იზომერია ეწოდება. ნახშირბადატომთა რაოდენობის მრდის მიხედვით მკვეთრად იზრდება იზომერთა რიცხვი. მაგ. პენტანს აქვს 5 იზომერი, ჰექსანს - 9, $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ - 75, $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ -

355, $C_{100}H_{202}$ კი - $7 \cdot 10^{38}$ (აქვე აღვნიშნავთ, რომ ამ მოვლენას „კომბინატორული აფეთქება“ ეწოდება).

კომოლოგიური რიგის ნებისმიერი წევრის სტრუქტურული იზომერების ფორმულების გამოყვანა შესაძლებელია ორი გზით:

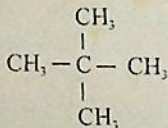
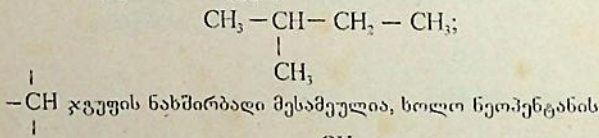
1) კომოლოგიური რიგის წინა წევრიდან ერთი წყალბადატომის დაკლებითა და მეთილის რადიკალის ჩაწერით;

2) ნახშირწყალბადის ნორმალური ჯაჭვის თანდათანობითი დამოკლებით ერთი CH_3 -ის ჯგუფითა და მისი ყველა შესაძლო გადაჯგუფებით ძირითად ჯაჭვში.

ნახშირბადატომის ჯაჭვში ნახშირბადის მდებარეობის მიხედვით არჩევენ პირველად, მეორეულ, მესამეულ და მეოთხეულ ნახშირბადატომებს. ნახშირბადატომს, რომელიც ერთ ნახშირბადატომთანაა დაკავშირებული, პირველადი ნახშირბადატომი ეწოდება; იმ ნახშირბადატომს, რომელიც ორ ნახშირბადატომთანაა დაკავშირებული - მეორეული; სამ ნახშირბადატომთან დაკავშირებულ ნახშირბადს - მესამეული; ოთხ ნახშირბადატომთან დაკავშირებულს კი - მეოთხეული.

მაგ.: ნ-პენტანის მოლეკულაში განაპირა ნახშირბადები - პირველადია. შუა ნახშირბადები - მეორეული.

იზოპენტანის მოლეკულაში



მოლეკულაში $-C-$ ატომი - მეოთხეული.

თუ ნახშირბადის მოლეკულას წყალბადის ერთ ატომს დავაკლებთ, დარჩება ერთვალენტოვანი ნაშთი ანუ რადიკალი.

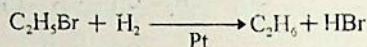
ნაჯერი რადიკალები მეტად რეაქციისუნარიანი ნაწილაკებია. თავისუფალი სახით არსებობენ მხოლოდ დროის უმცირეს მონაკვეთში ($\sim 10^{-3}$ წმ) და განსაკუთრებულ პირობებში. რადიკალების სახელწოდება წარმოდგება ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან დაბოლოება „ან“-ის შეცვლით დაბოლოება „ილი“-ით. ალკანების რადიკალების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n+1} .

მაგ:	CH_4 – მეთანი	• CH_3 – მეთილი
	C_2H_6 – ეთანი	• C_2H_5 – ეთილი
	C_3H_8 – პროპანი	• C_3H_7 – პროპილი
	C_4H_{10} – ბუტანი	• C_4H_9 – ბუტილი
	C_5H_{12} – პენტანი	• C_5H_{11} – პენტილი და ა. შ.

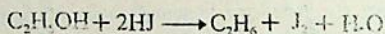
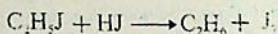
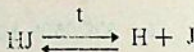
სტრუქტურის მიხედვით რადიკალი არსებობს ნორმალური და დატოტვილი. რადიკალი გაუწყვილებელ ელექტრონის მქონე ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ნახშირბადატომის რაოდენობის მიხედვით იყოფა პირველად, მეორეულ და მესამეულ რადიკალად.

მაგ:	$CH_3 - CH_2 - CH_2 -$	ნ-პროპილი ანუ პირველადი პროპილის რადიკალი
	$\begin{array}{l} CH_3 \diagdown \cdot \\ \quad \quad CH - \\ CH_3 \diagup \end{array}$	იზოპროპილი ანუ მეორეული პროპილის რადიკალი
	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$	პირველადი ბუტილის რადიკალი
	$\begin{array}{l} CH_3 - CH_2 - CH - \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_3 \end{array}$	მეორეული ბუტილის რადიკალი
	$\begin{array}{l} CH_3 \diagdown \cdot \\ \quad \quad CH - CH_2 - \\ CH_3 \diagup \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_3 \end{array}$	პირველადი იზობუტილის რადიკალი
	$\begin{array}{l} CH_3 \\ \\ CH_3 - C - \\ \\ CH_3 \end{array}$	მესამეული ბუტილის რადიკალი

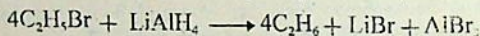
ან მოლეკულური წყალბადით კატალიზატორების (Ni, Pt, Pd) თანაობისას



ძლიერი აღმდგენია აგრეთვე HJ (მისი თერმული დისოციაციის შედეგად გამოყოფილი ატომური წყალბადის გამო):



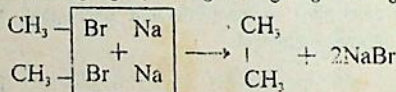
აღდგენას აწარმოებენ ლითიუმალუმინის ჰიდრიდითაც:



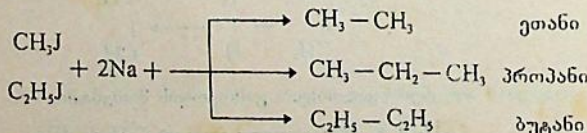
მეორე ტიპის რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

2) ვიურცის რეაქცია.

პალოგენწარმებზე ლითონური ნატრიუმის მოქმედება



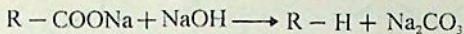
ვიურცის რეაქცია განსაკუთრებით აღვილად მიმდინარეობს იოდნაწარმებთან, შედარებით ძნელად - ქლორნაწარმებთან. სხვადასხვა აღნაგობის პალოგენწარმების აღების შემთხვევაში ვიურცის რეაქციით მიიღება სამი პროდუქტი



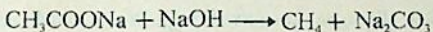
ვიურცის რეაქციის მიხედვით მიღებულ იქნა $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{80}\text{CH}_3$ შედგენილობის ნაჯერი ნახშირწყალბადი.

მესამე ტიპის რეაქციებიდან აღსანიშნავია დიუმას მეთოდი.

3) *ორგანულ მექანათა მარილების შეღებვა გუგებთან.*



დიუმას მეთოდი გამოყენებულია ლაბორატორიაში მეთანის მისაღებად



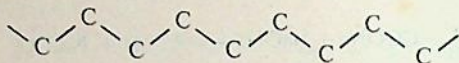
6.5 ნაჯერი ნახშირწყალბადების ფიზიკური თვისებები

ჰომოლოგიური რიგის პირველი ოთხი წევრი აირია, C_5 -დან C_{16} -მდე თხევადი, C_{16} -დან – მყარი. ნორმალური აღნაგობის ნაჯერი ნახშირწყალბადები დულს უფრო მაღალ გემპერატურაზე, ვიდრე დატოკვილი აღნაგობის იზომერები. ლღობის გემპერატურა კი მით მეტია, რაც უფრო დატოკვილია ნახშირბადატოპთა ჯაჭვი. მყარ მდგომარეობაში ნორმალური აღნაგობის ალკანებს შიგვავისებული აღნაგობა აქვს. აირებს სუნი არა აქვთ; თხევად წევრებს აქვს ბენზინის სუნი; მყარ წევრებს სუნი არა აქვს. ალკანები წყალში უხსნადი და წყალზე მსუბუქი ნივთიერებებია.

6.6 ჰიბრიდური თვისებები

ალკანების ქიმიური თვისებები მათ ელექტრონულ აღნაგობაზეა დამოკიდებული. ნაჯერ ნახშირწყალბადებში ნახშირბადატოპები იმყოფებიან sp^3 -ჰიბრიდიზაციაში. sp^3 -ჰიბრიდის ოთხი მსხლისებული ორბიტალი განლაგებულია სივრცეში ტეტრაედრის წვეროებისაკენ (რამდენადაც ტეტრაედრული სტრუქტურის შემთხვევაში სავალენტო ელექტრონებს შორის დაცილება მაქსიმალურია და ორბიტალებს შორის განზიდვის ძალები კი – მინიმალური). sp^3 -ჰიბრიდიზაციას ტეტრაედრული ჰიბრიდიზაცია ეწოდება. ტეტრაედრულ ჰიბრიდიზაციაში ორბიტალებს შორის კუთხე უდრის $109^{\circ}28'$, ამიგომ $109^{\circ}28'$ კუთხით ნახშირბადატოპების

ლაკავშირება განაპირობებს მყარი პარაფინების ზიგზაგისებურ აღნაგობას



C—C ბმის ენერგია შეადგენს 348 კჯ/მოლი, ხოლო სიგრძე — 0,154 ნმ. C—H ბმის ენერგია გოლია 415 კჯ/მოლი, ბმის სიგრძე კი — 0,109 ნმ.

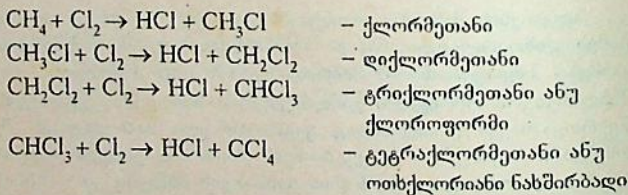
ალკანები ჩვეულებრივ პირობებში ძნელად ურთიერთქმედებენ სხვა ნივთიერებებთან. მათზე არ მოქმედებს კონცენტრირებული მჟავები (H_2SO_4 , HNO_3 და სხვ.) გუგეები (NaOH , KOH), მჟანგავები (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) და ამიგომ მათ პარაფინებიც ეწოდებათ, რაც პასიურს ნიშნავს.

რადგან ნახშირბადატომთა ვალენტობა მთლიანად არის გაჯერებული წყალბადატომებით, პარაფინებს მიერთების რეაქციები არ ახასიათებთ. ისინი მხოლოდ ჩანაცვლების რეაქციებში იღებენ მონაწილეობას.

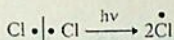
პარაფინებში ჩანაცვლების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

1) **ქალოგენირება**. ქალოგენებიდან ყველაზე ენერგიულად ურთიერთქმედებს ქლორი (ფთორთან პარაფინები ფუაქლებიან).

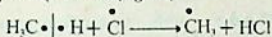
ქლორთან პარაფინების ურთიერთქმედება სიბნელეში არ მიმდინარეობს, სინათლეზე კი რეაქცია სწრაფად მიდის ქალოგენნაწარმების წარმოქმნით.



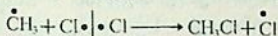
ჯერ სინათლის კვანტის გავლენით ქლორის მოლეკულა იხლიჩება ატომებად



კოეალენგური ბმის გახლეჩის ამ გიჟს, როდესაც წარმოქმნილი ელექტრონული წყვილი თანაბრად ნაწილდება ნაწილაკებს შორის, პომოლიგური ანუ რადიკალური გახლეჩა ეწოდება (პომოლიზი). წარმოქმნილი ქლორის რადიკალი ეჯახება მეთანის მოლეკულას, მოხლიჩავს მას წყალბადაგომს და წარმოქმნის HCl-ის მოლეკულასა და მეთილის რადიკალს



მეთილის რადიკალი ისეთივე რეაქციისუნარიანი ნაწილაკია, როგორც ქლორის რადიკალი და წარმოქმნისთანავე დაეჯახება ქლორის მოლეკულას, მოხლიჩავს ქლორის აგომს და წარმოქმნის CH_3Cl -ის მოლეკულას და ისევ ქლორის რადიკალს

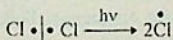


და ა. შ. ეს რეაქცია ვრძელდება მანამ, ვიდრე არ მიიღება ოთხ-ქლორიანი ნახშირბადი CCl_4 .

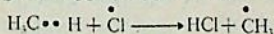
აქ აღწერილ რეაქციის მექანიზმში მონაწილეობენ თავისუფალი რადიკალები, ამიტომ ამ მექანიზმს ჩანაცვლების რეაქციის რადიკალური მექანიზმი ეწოდება და აღინიშნება S_R .

მეთანის ქლორირების რადიკალური ჩანაცვლების მექანიზმის თავისებურება ისაა, რომ შედგება რამდენიმე სტადიისაგან და ყოველ სტადიაზე შებოჭილი რადიკალის ნაცვლად ადგილი აქვს ახალი რადიკალის წარმოქმნას და ა. შ. ასეთ რეაქციას ჯაჭვური რეაქცია ეწოდება. ზოგადად ჯაჭვური რეაქციები მიმდინარეობენ სამ სტადიად:

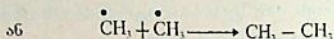
I სტადიაზე ადგილი აქვს ჯაჭვის ინიცირებას – რეაქციისუნარიანი ნაწილაკების წარმოქმნას, მაგ.,



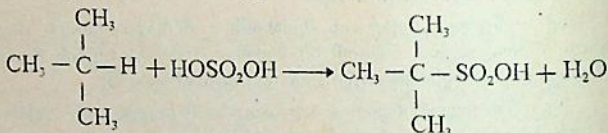
II სტადიაზე ადგილი აქვს ჯაჭვის ზრდას



III სტადიაზე ხდება ჯაჭვის გაწყვეტა, როცა რეაქციისუნარიანი ნაწილაკები ერთმანეთს ეჯახება და მათი რეგენირება აღარ მიმდინარეობს

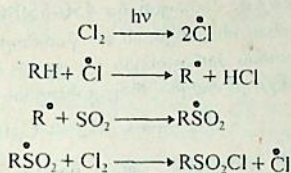


2) *სულფირება*. კონცენტრირებული H_2SO_4 ჩვეულებრივ გემპერაგურაზე პარაფინებზე არ მოქმედებს, მაღალ გემპერაგურაზე კი ეახვავს მათ. ოლეუმი ზომიერი გაცხელების პირობებში ურთიფრთქმედებს ალკანებთან (განსაკუთრებით იზო-აღნაგობის ალკანებთან) და წარმოქმნის სულფონაწარმებს, სადაც წყალბადაგომი ჩანაცვლებულია სულფოჯგუფით $-\text{SO}_3\text{H}$. ამ რეაქციას სულფირების რეაქცია ეწოდება. სულფოჯგუფის ჩანაცვლება ყველაზე ადვილად ხდება მესამეულ ნახშირბადაგომთან, ყველაზე ძნელად კი - პირველად ნახშირბადაგომთან



$\text{C}_{12}-\text{C}_{20}$ ნახშირბადაღმეცველი სულფომქავეები გამოიყენება სინთეზური გამრეცხი ნივთიერებების, ე. წ. დეგერგენტების მისაღებად.

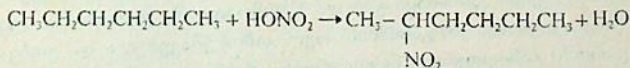
3) *სულფოქლორირება*. პარაფინებზე გოგირდ(IV)-ის ოქსიდისა და ქლორის ნარევის მოქმედებით წყალბადაგომი ინაცვლება სულფოქლორიდის SO_2Cl ჯგუფით. სულფოქლორიდის ჯგუფის ჩანაცვლება ყველაზე ადვილად მიმდინარეობს მეორეულ ნახშირბადაგომთან, ვიდრე პირველად ნახშირბადაგომთან. მესამეული ნახშირბადაგომის წყალბადი კი სიფრცით დაბრკოლების გამო სულფოქლორირების დროს არ ინაცვლება. რეაქცია მიდის კატალიზატორების (პეროქსიდების), ან სინათლის გავლენით.



სულფოქლორიდი

და ა. შ. მიღებული სულფოქლორიდები ადვილად ჰიდროლიზდებიან სულფომჟავებად. სულფომჟავების ნაგრიუმის მარილები, რომლებიც $\text{C}_{16}-\text{C}_{18}$ ნახშირბადატომს შეიცავენ, გამოიყენება სინთეზური გამრეცხი ნივთიერებების - ლეტერგენგების მისაღებად.

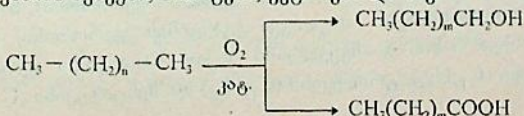
4) **ნიგრირება.** კონცენგრირებული HNO_3 ჩვეულებრივ გემპერატურაზე პარაფინებზე არ მოქმედებს, გაცხელებით კი ეანგაფს მჟავად და CO_2 -ად. განზავებული HNO_3 მაღალი წნევისა და გაცხელების პირობებში ურთიერთქმედებს ვანსაკუთრებით იზოაგებულების პარაფინებთან ნიგრონაწარმების წარმოქმნით. NO_2 ჯგუფს ნიგროჯგუფი ეწოდება, ამ რეაქციას კი ნიგრირების რეაქცია.



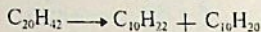
ამჟამად პარაფინების ნიგრირებას აწარმოებენ HNO_3 -ის ან NO_2 -ის ორთქლში, 400°C ტემპერატურაზე.

5) **დაეანგვა.** მაღალ ტემპერატურაზე პარაფინები იწვიან CO_2 -ისა და H_2O -ის წარმოქმნით.

ზომიერ ტემპერატურაზე ($100-160^\circ\text{C}$) და კატალიზატორების თანდასწრებით პარაფინები იეანგებიან ქაერის ეანგბადით და წარმოქმნიან მჟავებს, სპირტებს, კეტონებს და სხვ.

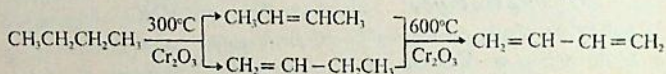


6) *კრეკინგი*. პარაფინები $450-550^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე უკიდურესად გახურებისას იხლიჩებიან და წარმოქმნიან შედარებით მარტივი შედგენილობის პარაფინებს და უჯერ ნახშირწყალბადებს. ამ პროცესს კრეკინგი ეწოდება, რაც გახლეჩას ნიშნავს.



პარაფინების გახლეჩას უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ($550-600^{\circ}\text{C}$) პიროლიზი ეწოდება. პიროლიზის დროს, გარდა მარტივი შედგენილობის პარაფინებისა და უჯერი ნახშირწყალბადებისა, მიიღება არომატული ნაერთებიც.

7) *დეჰიდრირება*. მაღალ ტემპერატურაზე გახურებით ($300-600^{\circ}\text{C}$) კატალიზატორებთან ერთად პარაფინები განიცდიან წყალბადატომთა მოხლეჩას, რასაც დეჰიდრირება ეწოდება



პარაფინების დეჰიდრირებას დიდი მნიშვნელობა აქვს სამრეწველო მასშტაბით უჯერი ნახშირწყალბადების მისაღებად.

ალკანების ზოგიერთი წარმომადგენელი შედის ჭიანჭველების ჯირკვლების გამონაყოფში და წარმოადგენს ფერომონს. „ფერომონი ცოცხალი ორგანიზმის მიერ გამოქვეყნებული და გარე სამყაროში გამოყოფილი ნივთიერებაა, რომელიც იმავე ბიოლოგიურ სახეობაში იწვევს სპეციფიკურ საპასუხო რეაქციას“ (კარლსონი). ფერომონების საშუალებით ხდება სხვადასხვა ინფორმაციის გადაცემა, ზოგი სასქესო ჰორმონია, ზოგი აგრაქტანტი - ნივთიერება, რომელიც საწინააღმდეგო სქესის სახეობას იმიდავს. ზოგიერთი ფერომონის საშუალებით ხდება გერიგორიის „შემოსაზღვრა“. ერთ გარკვეულ ადგილას თავშეყრა (აგრეგაციის ფერომონი), საკვებისაკენ მიმავალი გზის აღნიშვნა (კვალის ფერომონი), მოახლოებული საფრთხისაგან თავდაცვა (განგაშის ფერომონი) და სხვ. სხვადასხვა სახის ჭიანჭველებში ასეთი საგანგაშო ფერომონია: უნდეკანი ($\text{C}_{11}\text{H}_{24}$), გრიდეკანი ($\text{C}_{13}\text{H}_{28}$) და პენტადეკანი ($\text{C}_{15}\text{H}_{32}$).

7. უჯერი ნახშირწყალბადები

პარაფინებთან შედარებით წყალბადით უფრო ღარიბ ნახშირწყალბადებს უჯერი ნახშირწყალბადები ეწოდებათ. შედგენილობის მიხედვით უჯერი ნახშირწყალბადები ნაჯერისაგან განსხვავდება ორი და ორის ჯერადი წყალბადატომის რიცხვით და იყოფიან სხვადასხვა კლასებად, რომელთა საერთო ფორმულებია: C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} , C_nH_{2n-4} და ა. შ.

უჯერ ნახშირწყალბადებს საერთო ფორმულით C_nH_{2n} , რომლებიც ნახშირბადატომებს შორის ერთი ორმაგ ბმას შეიცავენ, ეწოდებათ ეთილენური ნახშირწყალბადები. საერთაშორისო ნომენკლატურით მათ ალკენები ეწოდებათ.

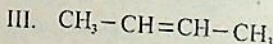
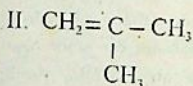
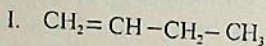
7.1 ეთილენური ნახშირწყალბადები ანუ ალკენები

ალკენების პირველი წარმომადგენელია ეთილენი C_2H_4 . ეთილენის მოლეკულაში თითოეული ნახშირბადის ატომი დაკავშირებულია არა ოთხ, არამედ სამ სხვა ატომთან – წყალბადის ორ და ნახშირბადის ერთ ატომთან. ამ სამ ატომს შორის მყარდება მარტივი ანუ σ -ბმა, რომელიც სამი sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალების ღერძითი გადაფარვით წარმოიქმნება. სამივე σ -ბმა ერთ სიბრტყეშია მოთავსებული და ბმებს შორის კუთხე შეადგენს 120° . თითოეული ნახშირბადის p -ორბიტალი, რომელიც ჰიბრიდიზაციის გარეშე რჩება, ერთმანეთს გვერდულად გადაფარავს σ -ბმის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში და ნახშირბადის ატომებს შორის მყარდება დამატებითი ბმა. p -ორბიტალების გვერდითი გადაფარვით დამყარებულ ბმას π -ბმა ეწოდება. რადგან გვერდითი გადაფარვა მცირე ფართობით ხორციელდება, ამიტომ π -ბმა σ -ზე ნაკლებად მდგრადია. ასე მაგალითად, $C-C$ ბმის ენერგია ერთნაირი უდრის 348 კჯ/მოლი, $C=C$ ბმის ენერგია ეთილენში კი – 620 კჯ/მოლი. სხვაობა

272 კვ/მოლი π -ბმის წარმოქმნის ენერჯიაა. იგი σ -ბმის წარმოქმნის ენერჯიაზე 76 კვ/მოლი-ით ნაკლებია, $C=C$ ბმის სიგრძე უდრის 0,134 ნმ, ხოლო $C-H$ ბმის სიგრძე 0.108 ნმ.

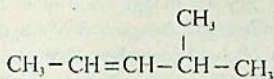
7.2 ჰომოლოგია, იზომერია და ნომენკლატურა

ეთილენის სტრუქტურულ ფორმულაში $CH_2=CH_2$, თუ ერთი წყალბადატომს ჩავანაცვლებთ მეთილის რადიკალით, მივიღებთ პოპოლოგიური რიგის მეორე წევრის სტრუქტურულ ფორმულას $CH_2=CH-CH_3$, რომელსაც პროპილენი ეწოდება. პროპილენის მოლეკულაში მეთილის რადიკალით წყალბადატომის ჩანაცვლება შესაძლებელია პირველ, მეორე და მესამე ნახშირწყალბადატომთან და მიიღება ბუტილენის სამი იზომერის სტრუქტურული ფორმულა.

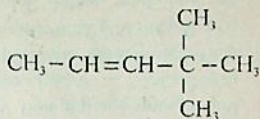


I და II იზომერი, ისევე როგორც II და III ერთმანეთისაგან განსხვავდება ჯაჭვის აღნაგობით და ჯაჭვის იზომერებია; ხოლო I და III იზომერი ერთმანეთისაგან განსხვავდება ორმაგი ბმის სხვადასხვა მდებარეობით მოლეკულაში. ამ სახის სტრუქტურულ იზომერიას ორმაგი ბმის მდებარეობის იზომერია ეწოდება.

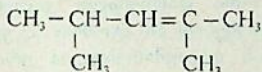
საერთაშორისო ნომენკლატურით ალკენების დასახელება ხდება ალკანების ანალოგიურად, მაგრამ ძირითადი ჯაჭვის და ნომერას იწყებენ იმ მხრიდან, საიდანაც ახლოსაა ორმაგი ბმა; „ანი“ დაბოლოება იცვლება „ენ“-ით; ორმაგი ბმის მდებარეობის აღმნიშვნელ „ენ“-ის ბოლოს ასახელებენ რიცხვს (ლოკანტი), რომელიც გვიჩვენებს იმ ნახშირბადს, საიდანაც იწყება ორმაგი ბმა.



4-მეთილპენტენ-2



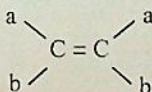
4,4-დიმეთილპენტენ-2



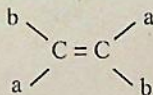
2,4-დიმეთილპენტენ-2

თუ ალკენს ერთ წყალბადატომს დაეკლებთ, უჯერი რადიკალი მიიღება. ალკენებიდან წარმოქმნილ რადიკალს ზოგადად ალკენილი ეწოდება. ზოგიერთ რადიკალს შემორჩა გრძელალოური ნომენკლატურა. მაგ: $\text{CH}_2 = \text{CH} -$ რადიკალს ვინილი ეწოდება. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 -$ კი - ალილი. ალკენებში, გარდა სტრუქტურული იზომერიისა, არსებობს სივრცითი იზომერიის ერთ-ერთი სახე - გეომეტრიული იზომერია.

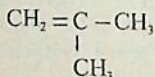
გეომეტრიული იზომერია გამოწვეულია ორმაგი ბმის განსაკუთრებული გეომეტრიული თვისებებით. π -ბმა, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, σ -ბმის პერპენდიკულარულ სიბრტყეშია მოთავსებული და ამის გამო ხელს უშლის ორმაგი ბმით დაკავშირებულ ნახშირბადატომების ბრუნვას ერთმანეთის მიმართ. თუ ორ-ორი დარჩენილი ბმით უჯერი ნახშირბადატომები დაკავშირებულია სხვადასხვა ატომთან ან ატომთა ჯგუფთან, მაშინ სივრცეში შესაძლებელია მათი ორნაირი ორიენტაცია, ერთი, როდესაც ერთნაირი ჯგუფები ორმაგი ბმის ერთ მხარესაა განლაგებული და მეორე, როდესაც ერთნაირი ჯგუფები ორმაგი ბმის სხვადასხვა მხარესაა განლაგებული.



და

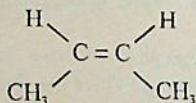


იმ იზომერს, სადაც ერთნაირი ჯგუფები ორმაგი ბმის ერთ მხარესაა განლაგებული, ცის-იზომერი ეწოდება, ხოლო იმ იზომერს, სადაც ერთნაირი ჯგუფები ორმაგი ბმის სხვადასხვა მხარესაა განლაგებული – ტრანს-იზომერი. ამიგომ გეომეტრიულ იზომერიას ცის-ტრანს-იზომერიაც ეწოდება. ალკენების მოლეკულაში ორმაგი ბმის არსებობა ცის-ტრანს იზომერიის აუცილებელი პირობაა, მაგრამ საკმარისი არ არის. ორმაგი ბმის გარდა საჭიროა უჯერი ნახშირბადატომის ორი ღარჩენილი ვალენტობა გაჯერებული იყოს სხვადასხვა ატომებით ან ატომთა ჯგუფებით. თუ ერთ-ერთ უჯერ ნახშირბადთან დაკავშირებულია ერთნაირი ატომები ან ატომთა ჯგუფები, მაშინ აზრი არა აქვს ერთნაირი ჯგუფების სხვადასხვა განლაგებას სიერცეში და გეომეტრიული იზომერიაც გამოირიცხულია. მაგალითად:

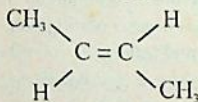


მეთილპროპენს გეომეტრიული იზომერია არა აქვს.

ალკენებში გეომეტრიული იზომერია იწყება ბუტენ-2-დან



ცის-იზომერი



ტრანს-იზომერი

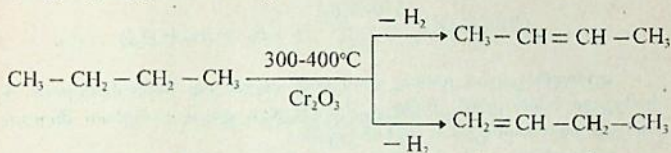
გეომეტრიული იზომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით. ჩვეულებრივ, ტრანს-იზომერები უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ღნებიან და უფრო მდგრად ნაერთებს წარმოადგენენ, ვიდრე ცის-იზომერები.

ცის-ტრანს იზომერები ჩვეულებრივ პირობებში საკმაოდ მდგრადი ნაერთებია. მხოლოდ მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებისას ან დასხივებისას შესაძლებელია მათი ერთმანეთში გადასვლა.

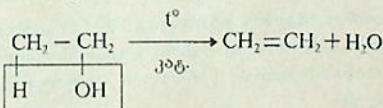
7.3 მიღების ხერხები

ალკენების მიღების ხერხებიდან აღსანიშნავია:

1) *პარაფინების კატალიზური დეჰიდრირება* მაღალი ტემპერატურის პირობებში:



2) *სპირტების დეჰიდრაგაცია*. ალკენების მიღების მარტივი და ხელმისაწვდომი ხერხია სპირტებიდან წყლის მოლეკულის მოხლეჩა, რასაც დეჰიდრაგაცია ეწოდება. დეჰიდრაგაციას ახდენენ სპირტების ვაცხელებით წყალწამრთმევი ნივთიერებებთან ერთად, როგორცაა კონცენტრირებული გოგირდმკევა, თუთიის ქლორიდი, მკაუნმევა, კალიუმის პიდროსულფატი, ფოსფორის (V) ოქსიდი, ალუმინის ოქსიდი და სხვ.

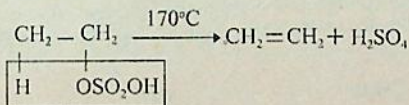


კონც. გოგირდმკევას გამოყენების შემთხვევაში სპირტების დეჰიდრაგაცია მიმდინარეობს შუალედური პროდუქტის - ალკილგოგირდმკევას წარმოქმნით. მაგ: ეთილის სპირტზე კონცენტრირებული H_2SO_4 მოქმედებით ჯერ წარმოიქმნება ეთილგოგირდმკევა

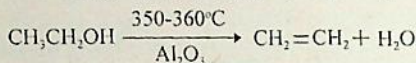


ეთილგოგირდმკევა

რომელიც 170°C -ზე ვაცხელებისას იშლება ეთილენად და გოგირდმკევად

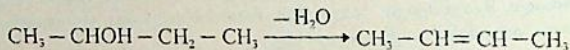


Al_2O_3 -ის გამოყენების შემთხვევაში სპირტის ორთქლს გააგარებენ $350-360^\circ\text{C}$ -მდე გახურებულ კატალიზატორზე

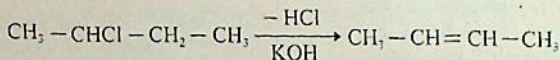


დეჰიდრატაცია განსაკუთრებით ადვილად მიმდინარეობს მესამეული სპირტების, შემდეგ მეორეული და შედარებით ძნელად, პირველადი სპირტების შემთხვევაში.

დეჰიდრატაციის მიმართულებაც სპირტების აღნაგობაზე და მოკიდებული. ჩვეულებრივ, სპირტების დეჰიდრატაცია მიმდინარეობს ა. მ. ზაიცევის წესით, რომლის თანახმადაც სპირტების დეჰიდრატაციის დროს წყალბადი მოწყდება ჰიდროქსილიანი ნახშირბადის შემობელ, ნაკლებად ჰიდრირებული ნახშირბადატომიდან

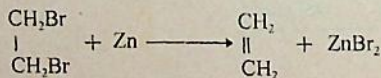


3) დეჰიდროჰალოგენირება. მონოჰალოგენნაწარმებზე ტუტის სპირტიანი ხსნარის ან მყარი ტუტის მოქმედების შემთხვევაში ჰალოგენნაწარმებიდან წარმოებს ჰალოგენწყალბადის მოლეკულის მოხლეჩა

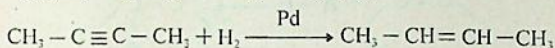


წყალბადის მოხლეჩა მიმდინარეობს H_2O -ს ანალოგიურად. ამასთანავე, ყველაზე ადვილად მიმდინარეობს მესამეულ ჰალოგენნაწარმების დეჰიდროჰალოგენირება, ყველაზე ძნელად - პირველადი ჰალოგენნაწარმებისა.

4) დეჰალოგენირება. ვიცინალურ დიჰალოგენნაწარმებზე, ანუ ისეთ ჰალოგენნაწარმებზე, სადაც ორი ჰალოგენი მეზობელ ნახშირბადატომებთანაა დაკავშირებული, თუთიის ფხენილის მოქმედებით მოიხლიჩება ჰალოგენები და წარმოიქმნება ალკენები



5) *ალკენების სელექტიური ჰიდრირება*. უჯერი ნახშირწყალბადები, რომლებიც ნახშირბადატომებს შორის სამმაგ ბმას შეიცავენ, ნაწილობრივი ანუ სელექტიური ჰიდრირებით წარმოქმნიან ალკენებს. სელექტიურ ჰიდრირებას აწარმოებენ სპეცი-ალური კატალიზატორებით. მაგ: პალადიუმით



7.4 ფიზიკური თვისებები

ალკენების ფიზიკური თვისებები პარაფინების მსგავსია. პირველი სამი წევრი - აირია. C_5 -დან C_{17} -მდე სითხე და C_{18} -დან - მყარი ნივთიერებები.

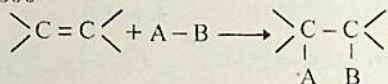
ნორმალური აღნაგობის ალკენები დულს უფრო მაღალ გემპერატურაზე, ვიდრე იზოაღნაგობის ალკენები. გეომეტრიული იზომერებიდან ცის-იზომერები უფრო მაღალ გემპერატურაზე დულს, ვიდრე ტრანს-იზომერები, ხოლო ტრანს-იზომერები უფრო მაღალ გემპერატურაზე დნება, ვიდრე ცის-იზომერები.

ალკენების სიმკვრივე ერთზე ნაკლები და პარაფინებზე უფრო მეტია.

7.5 ქიმიური თვისებები

ალკენების ქიმიური თვისებები ძირითადად განისაზღვრება მოლეკულაში ორმაგი ბმის ბუნებით. ორმაგი ბმა აერთიანებს მდგრად σ -ბმასა და ნაკლებად მდგრად π -ბმას, რომელიც σ -ბმის პერპენდიკულარულ სიბრტყეშია მოთავსებული. π -ბმის მოლეკულური ორბიტალი უფრო დაცილებულია ბმის ღერძიდან, ვიდრე σ -ბმის მოლეკულური ორბიტალი და, ამის გამო, იგი უფრო ადვილად გადაისრება რომელიმე ნახშირბადატომისაკენ, ვიდრე σ -ბმა. π -ბმის გადახრის, ანუ პოლარიზაციის სიადვილე კი ძირითადად განაპირობებს უჯერი ნაერთების მიდრეკილებას მიერთების რეაქ-

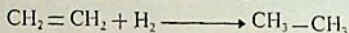
ციებისადმი. π -ბმის გახლეჩის ხარჯზე მოლეკულა იერთებს ატომს, ან ატომთა ჯგუფს.



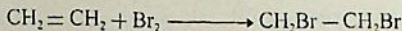
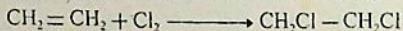
ერთი π -ბმის გახლეჩის შედეგად წარმოიქმნება ორი σ -ბმა, რომლის საშუალებითაც ადგილი აქვს ორი ატომის ან ატომთა ჯგუფის დაკავშირებას ნახშირბადატომებთან. ალკენებთან მიერთების რეაქციები მიმდინარეობს როგორც რადიკალური, ისე იონური მექანიზმებით. მიერთების იონური რეაქციები ალკენებთან (ძირითადად) ელექტროფილურია და აღინიშნება ასე A_E (Addition Electrophilic).

ალკენების მიერთების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

1) *ადღგენა*. ალკენები ადვილად იერთებენ წყალბადს მხოლოდ კატალიზატორების (Pt, Pd, Ni) თანაობისას. უკატალიზატოროდ კი წყალბადის მიერთება არ ხდება.

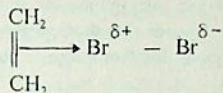


2) *პალოგენირება*. პალოგენები, განსაკუთრებით ქლორი და ბრომი, ადვილად უერთდებიან ალკენებს ვიცინალური დიპალოგენაწარმების წარმოქმნით (იოდის მიერთება ალკენებთან შექცევადი პროცესია ვიცინალური დიიოდიდის უმდგრადობის გამო)

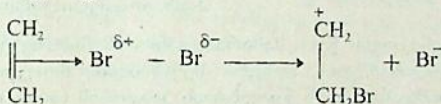


ალკენებთან ბრომის მიერთება გამოყენებულია თვისებითი და რაოდენობითი განსაზღვრისათვის. მიერთების რეაქცია ბრომთან სგალიებად მიმდინარეობს. ელექტროუარყოფითი ბრომი ურთიერთქმედებს ორმაგი ბმის π -ელექტრონებთან და ბრომის მოლეკულაში სიმეტრიულად განლაგებული ელექტრონული წყვილი გადაისრება π -ბმიდან უფრო დამორებულ ატომისაკენ. ბრომის მოლეკულის ასეთი პოლარიზაციის შედეგად ერთი ატომი იმუხტება ნაწილობრივ უარყოფითად, ხოლო მეორე - ნაწილობრივ

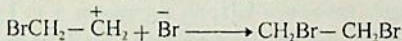
დადებითად $\text{Br}^{\delta+} \rightarrow \text{Br}^{\delta-}$ ნაწილობრივ დადებითად დამუხტული ბრომის ატომი მიიზიდება π -ბმის ელექტრონული წყვილის საშუალებით და წარმოქმნის არამდგრად π -კომპლექსს.



რეაქციის შემდეგ სტადიაზე π -კომპლექსი იხლიჩება ორგანულ კატიონად და რეაგენტის - (ბრომის) ანიონად. ორგანულ კატიონს კარბკატიონი ეწოდება.

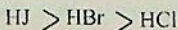


კარბკატიონის წარმოქმნა ელექტროფილური მიერთების რეაქციის არსებითი საფეხურია, π -კომპლექსის წარმოქმნა კი კარბკატიონის მიღების წინა პირობაა და ხელს უწყობს მხოლოდ მორეაგირე ნივთიერებების ისეთ სივრცით განლაგებას, რაც რეაქციის წარმართვისათვის არის საჭირო. (შემდგომ, მიერთების რეაქციის მექანიზმის განხილვის დროს, π -კომპლექსის წარმოქმნის სტადიას აღარ განვიხილავთ). π -კომპლექსის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი კარბკატიონი შემდეგ სწრაფად უერთდება ბრომის ანიონს და მიიღება საბოლოო პროდუქტი

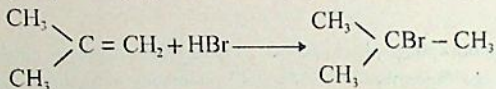


აღკენებთან ბრომის მიერთების აქ განხილულ მექანიზმს, რომელიც ელექტროფილური ბრომის რეაგენტით იწყება, ელექტროფილური მიერთება ეწოდება.

3) **ჰიდროჰალოგენირება.** აღკენები აღვილად უერთდებიან ჰალოგენწყალბადებს, რომელთა რეაქციისუნარიანობა იცვლება ასეთი თანამიმდევრობით

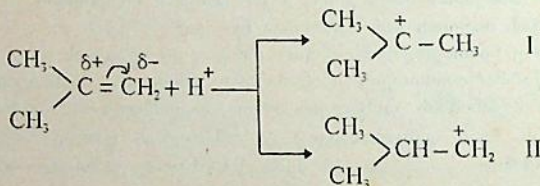


ასიმეტრიულ ალკენებთან ჰალოგენწყალბადის მიერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით, რომლის თანახმადაც HHal -ის მიერთება არასიმეტრიულ ალკენებთან მიმდინარეობს ისე, რომ წყალბადი უერთდება მეტად პიდრირებულ ნახშირბადატომს. ჰალოგენები კი - ნაკლებად პიდრირებულ ნახშირბადატომს.



2-ბრომ-2-მეთილპროპანი

მარკოვნიკოვის წესი სამართლიანია იმ შემთხვევაში, თუ მიერთება მიმდინარეობს იონური მექანიზმით. რეაქციის პირველ სტადიაზე მიმდინარეობს წყალბადის კატიონის (პროტონის) მიერთება. წყალბადის კატიონის მიერთების ორი სააღბათო მიმართულებიდან



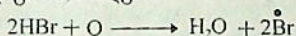
მიერთება მიდის განაპირა CH_2 -ის ჯგუფთან, ე. ი. წყალბადის კატიონი უერთდება მეტად პიდრირებულ ნახშირბადის ატომს და წარმოიქმნება I შუალედური კარბკატიონი, რომელიც ბრომის ანიონთან შეერთებით იძლევა მიერთების პროდუქტს - 2-ბრომ-2-მეთილპროპანს. წყალბადის კატიონის მიერთება განაპირა CH_2 -ის ჯგუფთან გამართლებულია შემდეგი ფაქტორებით:

1) რეაქციის პირველ სტადიაზე წარმოიქმნილი კარბკატიონის უფრო დიდი მდგრადობით, რაც კარბკატიონთან დაკავშირებულ ატომთა ჯგუფების რაოდენობის გაზრდასთან ერთად იზრდება.

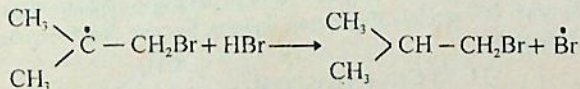
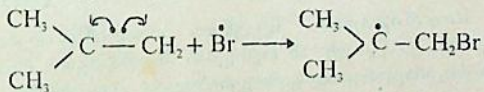
2) წყალბადის კატიონის მიერთებისათვის განაპირა CH_2 ჯგუფის უფრო ხელსაყრელი სივრცითი მდებარეობით (სივრცითი ფაქტორი).

3) უჯერ ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ნაჯერი რადიკალების ელექტროგანმზიდავი ანუ ელექტროდონორული ბუნებით, რაც π -ელექტრონების გადაწევას იწვევს განაპირა ნახშირწყალბადატომისაკენ. π -ელექტრონების ასეთი პოლარიზაციის შედეგად კი განაპირა ნახშირბადატომი იძენს ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს და უფრო მეტად იზიდავს წყალბადის კაციონს. ამრიგად, მარკოვნიკოვის თანახმად, „არასიმეტრიულ ალკენებთან ელექტროფილური მიერთების დროს რეაგენტის დადებითი ნაწილაკი უერთდება მეტად ჰიდრირებულ ნახშირბადის ატომს“.

თუ რეაქცია მიმდინარეობს არა იონური, არამედ რადიკალური მექანიზმით, მაშინ მარკოვნიკოვის წესი ირღვევა (ხარაში). რადიკალური მიერთება მიმდინარეობს იმ შემთხვევაში, თუ სარეაქციო ნარევი შეიცავს პეროქსიდებს. პეროქსიდების გავლენით HBr გამოყოფს ატომურ ბრომს, რომელიც უერთდება ალკენის განაპირა ნახშირბადატომს, რადგან:



1) იგი უფრო ხელმისაწვდომია ბრომთან ბმის წარმოსაქმნელად (სივრცითი ფაქტორი) და 2) უფრო მღვრად შუალედურ რადიკალს წარმოქმნის, რამდენადაც რადიკალის მღვრადობა მით მეტია, რაც უფრო მეტი ატომთა ჯგუფია დაკავშირებული რადიკალურ ნახშირბადატომთან. რეაქციის მეორე სტადიაზე შუალედური რადიკალი ურთიერთქმედებს HBr-თან და წარმოქმნის რეაქციის პროდუქტს და ისევ ბრომის რადიკალს და ა. შ.

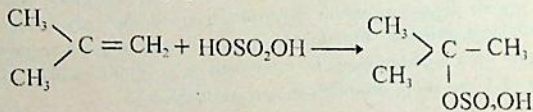


ამგვარად, ალკენებთან HBr-ის მიერთება მიდის ორი გზით: იონური და რადიკალური მექანიზმით. იონური მექანიზმის დროს ალკენებთან HBr მიერთება იწყება წყალბადის კაციონის მიერთებით და მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად, ხო-

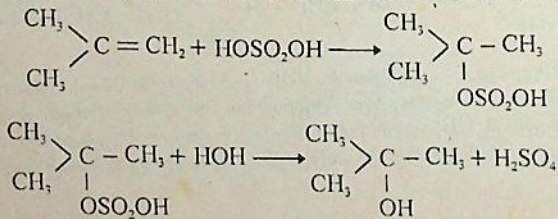
ლო რადიკალური მექანიზმის დროს HBr-ის მიერთება იწყება ბრომის რადიკალით და მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის საპირისპიროდ. რადიკალური მიერთება იონური მიერთებისაგან განსხვავდება იმით, რომ რეაქციის პირველ სტადიაზე წარმოიქმნება C—Br ბმა და არა C—H ბმა, ხოლო რაც შეეხება სივრცით ფაქტორსა და შუალედური ნაწილაკის მდგრადობას, ისინი მსგავსია მიერთების რეაქციის ორივე მექანიზმისათვის. პეროქსიდები მხოლოდ HBr-ის მიერთების მექანიზმზე ახდენენ გავლენას. HCl და HI მიერთება პეროქსიდების თანდასწრებითაც იონური მექანიზმით მიმდინარეობს.

ამის მიზეზი HCl-ის რადიკალური გახლეჩის დიდი ენერჯიაა, ხოლო HI-ის შემთხვევაში — რადიკალური გახლეჩა მართალია აღვილად მიმდინარეობს, მაგრამ წარმოქმნილ იოდის რადიკალს ძალზე მცირე ენერჯიის გამო პროპილენტან დაკავშირების უსარი არა აქვს.

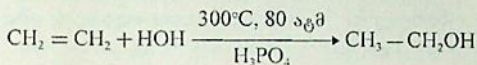
ალკენებთან ზოგიერთი სხვა არაორგანული მკავის მიერთება მიმდინარეობს ანალოგიურად.



5) **ჰიდრატაცია**. ალკენები კატალიზატორების თანაობისას იერთებენ წყალს. ამ რეაქციას ჰიდრატაციის რეაქცია ეწოდება. კატალიზატორებად გამოყენებულია კონც. H_2SO_4 , რომელიც ალკენებთან ჯერ წარმოქმნის მარკოვნიკოვის წესის შესაბამის მიერთების პროდუქტს, რომელიც შემდეგ წყლით ჰიდროლიზდება

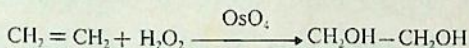
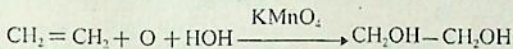


ამემაღ მრეწველობაში კატალიზატორებად იყენებენ ალუმოსილიკატებზე დაფუძნულ ფოსფორმქავეს 300°C ტემპურატურისა და 80 ატმოსფერული წნევის პირობებში. მაგალითად,



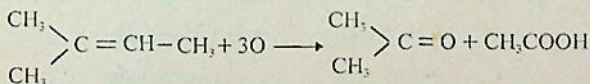
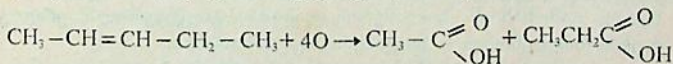
6) *დაქანგვა*. ალკენები, განსხვავებით პარაფინებისაგან, ადვილად იქანგებიან და პირობების მიხედვით სხვადასხვა პროდუქტებს წარმოქმნიან. სრული დაქანგვისას, ანუ წვის პროცესში წარმოქმნიან CO_2 და H_2O .

სუსტი მქანგვებით - KMnO_4 -ის წყალხსნარით, წყალბადის პეროქსიდით, OsO_4 -ის თანდასწრებით ალკენები იქანგებიან ორმაგი ბმის ადგილას ვიცინალური გლიკოლების წარმოქმნით



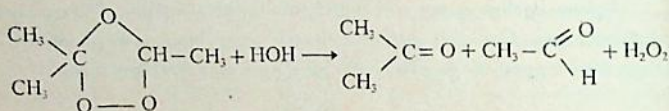
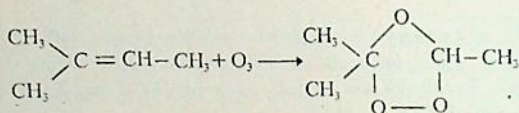
ალკენების ქანგვა KMnO_4 -ის წყალხსნარით გამოყენებულია უჯერი ნაერთების თვისებითი განსაზღვრისათვის, რადგან კალიუმპერმანგანატის იისფერი ხსნარი უჯერ ნაერთებთან ურთიერთქმედებისას უფერულდება (ვაგნერის რეაქცია).

ძლიერი დამქანგვების (KMnO_4 -ის მკავე ხსნარი, H_2CrO_4 , HNO_3) მოქმედებით ალკენები იხლინება ორმაგი ბმის ადგილას და შესაბამისად მქავეებს, ან კეტონებს წარმოქმნიან.



ეს რეაქცია გამოყენებულია ალკენებში ორმაგი ბმის მდებარეობის დასადგენად.

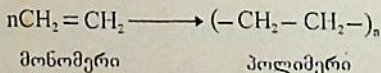
ალკენების აღნაგობის დადგენის მნიშვნელოვანი და სპეციფიკური რეაგენტია ოზონი. ოზონი ადვილად და რაოდენობრივად უერთდება ალკენებს და წარმოქმნის ადვილად ფეთქებად ნივთიერებებს - ოზონიდებს, რომლებიც წყლით ადვილად იშლებიან ალდეჰიდებისა და კეტონების წარმოქმნით:



ეს რეაქცია გამოყენებულია ორმაგი ბმის მდებარეობის დასადგენად.

7) **პოლიმერიზაცია.** ალკენების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი თვისებაა პოლიმერიზაციის უნარი. პოლიმერიზაციის რეაქცია ეწოდება ერთნაირი მოლეკულების შეერთების პროცესს უფრო დიდ მოლეკულებად. ადებულ უჯერ ნივთიერებას ეწოდება მონომერი (მიკრომოლეკულა), მიღებულ პროდუქტს კი - პოლიმერი (მაკრომოლეკულა). პოლიმერის მოლეკულა წარმოადგენს გრძელ ჯაჭვს, სადაც რამდენჯერმე მეორდება ერთნაირი დაჯგუფება. პოლიმერის ჯაჭვში რამდენჯერმე განმეორებად დაჯგუფებას სტრუქტურული ერთეული ეწოდება, ხოლო რიცხვს, რომელიც გამოსახავს პოლიმერის ჯაჭვში სტრუქტურული ერთეულების რაოდენობას - პოლიმერიზაციის ხარისხი.

ეთილენის პოლიმერიზაციით წარმოიქმნება პოლიეთილენი

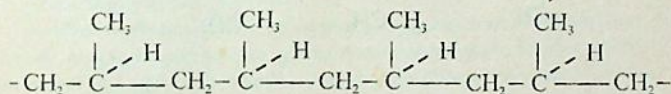


$(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)$ სტრუქტურული ერთეულია, n კი - პოლიმერიზაციის ხარისხი.

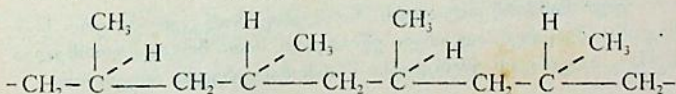
პოლიეთილენი პოლიმერიზაციის ხარისხის მიხედვით შეიძლება იყოს თხევადი, როცა $n = 10 - 20$, ცვილისებური, როცა $n = 110 - 300$ და მყარი ნივთიერება, როცა $n = 1000 - 2500$. ცვილისებური პოლიეთილენი გამოყენებულია სანთლის ნაცვლად.

ალკენების პოლიმერიზაცია ჯაჭვური მექანიზმით მიმდინარეობს და პოლიმერიზაციის გაბომწვევი ფაქტორების მიხედვით შეიძლება იყოს: 1) ანიონური, 2) კატიონური, 3) რადიკალური.

ციგლერისა და ნატას მიერ აღმოჩენილი იქნა კომპლექსური კატალიზატორი, რომელიც შედგება პერიოდული სისტემის IV, V და VI ჯგუფის ლითონების პალოგენიდებისა და II და III ჯგუფის ლითონორგანული ნაერთებისაგან. ციგლერ-ნატას კატალიზატორის თანაობისას ალკენები პოლიმერიზაციას განიცდიან ჩვეულებრივ პირობებში. პროპილენი ციგლერ-ნატას კატალიზატორის თანაობისას განიცდის სტერეორეგულარულ პოლიმერიზაციას და წარმოქმნის სტერეორეგულარული აღნაგობის პოლიპროპილენს. კატალიზატორ - $TiCl_3 + (C_2H_5)_2AlCl$ -ის გამოყენების შემთხვევაში მიიღება იზოტაქტიკური აღნაგობის პოლიპროპილენი, სადაც ყველა მეთილის ჯგუფი განლაგებულია პოლიმერის ჯაჭვის ერთ მხარეს,



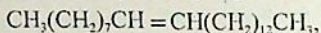
ხოლო კატალიზატორ - $VCl_4 + (C_2H_5)_2AlCl$ -ის გამოყენების შემთხვევაში მიიღება სინდიოტაქტიკური აღნაგობის პოლიპროპილენი, სადაც მეთილის ჯგუფებისა და წყალბადატომების განლაგება სივრცეში ერთმანეთს ენაცვლება.



იზოტაქტიკური და სინდიოტაქტიკური აღნაგობის გარდა არსებობს ატაქტიკური აღნაგობის პოლიპროპილენი, სადაც მეთილის ჯგუფები და წყალბადატომები ქაოსურად არიან განლაგებულნი

სივრცეში. ატაქტიკური აღნაგობის პოლიპროპილენი მიიღება რადიკალური პოლიმერიზაციის პირობებში. იგი ამორფული სტრუქტურისაა და კაუჩუკისმაგვარი პოლიმერია. იზოტაქტიკური და სინდიოტაქტიკური პოლიპროპილენი კრისტალური სტრუქტურისაა. იზოტაქტიკური ფორმა სპირალურად დახვეულია და ბოჭკოს წარმოადგენს. იგი დიდი მდგრადობით გამოირჩევა.

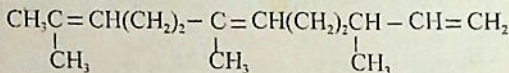
ალკენებიდან აღსანიშნავია მუსკალური –



რომელიც სახლის ბუზის (*Musca domestica*) სახქესო ფერომონია. მუსკალური მიღებული იქნა სინთეზურად (ბესგმანი, 1974 წ.). ფიზიოლოგიური აქტიურობა გააჩნია მხოლოდ ცის-იზომერს.

სინთეზური ფერომონების საშუალებით ებრძვიან მავნე მწერებს. ჯერ მამრ მწერებს ფერომონების საშუალებით იზიდავენ განსაზღვრულ ადგილას და შემდეგ კი ინსექტიციდებით ანადგურებენ.

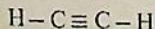
მცენარის გილისათვის საგანგაშო ფერომონია გრანს-წ-ფარ-ნებენი



8. აცეტილენური ნახშირწყალბადები

ანუ ალკინები

უკერ ნახშირწყალბადებს, რომლებიც მოლეკულაში ერთ სამმაგ ბმას შეიცავენ, ალკინები ეწოდებათ. მათი ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. ალკინების უმარტივესი წარმომადგენელია აცეტილენი



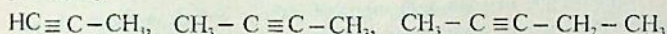
აცეტილენის მოლეკულა ხაზოვანია. $\text{C} \equiv \text{C}$ ბმის სიგრძე 0,120 ნმ. გოლია, სავალენტო ბმის კუთხე კი 180° -ია. აცეტილენის მოლეკუ-

ლაში ერთი σ - და ორი π -ბმაა. σ -ბმა მყარდება sp -ჰიბრიდული ორბიტალების ღერძითი გადაფარვით, ხოლო π -ბმების წარმოქმნისას p -ორბიტალების გვერდითი გადაფარვით მყარდება ორი π -ბმა. რადგან აცეტილენის მოლეკულა ხაზოვანია, ამიტომ ალკინებს ცის-გრანს-იზომერია არ აქვს.

8.1 ჰომოლოგია, იზომერია და ნომენკლატურა

ალკინებში ვხვდებით როგორც ჯაჭვის, ისე სამმაგი ბმის მდებარეობის იზომერიას. ჯაჭვის იზომერია იწყება მეხუთე წევრიდან, ხოლო სამმაგი ბმის მდებარეობის იზომერია – მეოთხე წევრიდან.

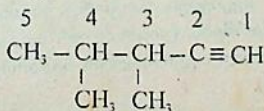
აცეტილენის ჰომოლოგიური რიგის წევრების სტრუქტურული ფორმულებია



და ა. შ.

ჰომოლოგიური რიგის პირველ წევრს, გრვიალური სახელწოდებით, აცეტილენი ეწოდება.

საერთაშორისო ნომენკლატურით აცეტილენურ ნახშირწყალბალებს ზოგადად ალკინები ეწოდებათ. ალკინების საერთაშორისო ნომენკლატურა იწარმოება ალკანების ანალოგიურად – ძირითადი ჯაჭვის შერჩევით, რომელიც სამმაგ ბმას უნდა შეიცავდეს და ყველაზე გრძელი უნდა იყოს. ჯაჭვის დანომერა დაიწყება იმ ნახშირბადიდან, რომელთანაც სამმაგი ბმა უფრო ახლოა. რადიკალების მდებარეობას ლოკანგებით მიუთითებენ და წაიკითხავენ ძირითად ჯაჭვში შემავალ ნახშირწყალბადად დაბოლოება „ინის“ დამატებით. ბოლო ლოკანგი მიუთითებს ნახშირბადის ატომს, საიდანაც იწყება სამმაგი ბმა.

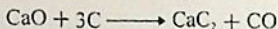


3,4-დიმეთილპენტინ-1

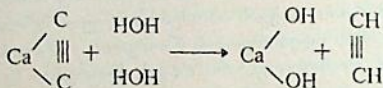
8.2 მიღების ხერხები

ალკინების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია აცეტილენი.

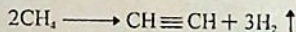
1) აცეტილენის მიღების ყველაზე გავრცელებული მეთოდია **კარბიდული მეთოდი**. ამ ხერხით აცეტილენს იღებენ კალციუმის კარბიდიდან, რომელიც წარმოიქმნება კალციუმის ოქსიდიდან და კოქსის შეღობით $2500-3000^{\circ}\text{C}$ -ზე.



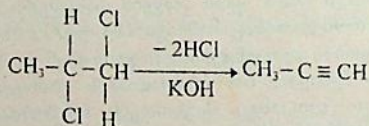
კალციუმის კარბიდი წყლით ადვილად იშლება და გამოყოფს აცეტილენს



აცეტილენს იღებენ აგრეთვე ბუნებრივი აირის თერმო- ან ელექტროკრეკინგით. ამისათვის ბუნებრივ აირს, რომლის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია მეთანი, აცხელებენ $1000-1500^{\circ}\text{C}$ -მდე და შემდეგ სწრაფად აციფებენ 80°C -მდე.



2) **დეჰიდროჰალოგენირება**. ალკინების მიღების ზოგადი ხერხია დიჰალოგენაწარმების დეჰიდროჰალოგენირება კალიუმის გუგის სპირტსნარით ან ფხვიერი KOH-ით



ალკინების მისაღებად იყენებენ როგორც ვიცინალურ, ისე გემინალურ დიჰალოგენაწარმებს. (ვიცინალურ დიჰალოგენაწარმებს იღებენ ალკინებიდან, ხოლო გემინალურ ნაწარმებს – ალდეჰიდიდან და კეტონებიდან).

8.3 ფიზიკური თვისებები

ფიზიკური თვისებებით ალკინები ალკენებისა და პარაფინების მსგავსია. C_2-C_4 ალკინები აირებია, C_5-C_{16} - სითხეები და უფრო მაღალი წევრები - მყარი ნივთიერებები. ალკინების დუღილის ტემპერატურა და სიმკვრივე ალკენებზე და პარაფინებზე მეტია.

8.4 ქიმიური თვისებები

ალკინების ქიმიური თვისებები სამშავი ბმის თვისებებიდან გამომდინარეობს.

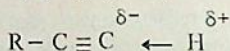
აცეტილენის მოლეკულაში, როგორც უკვე აღინიშნა, ბმა ნახშირბადატომებს შორის მყარდება sp -ჰიბრიდული ორბიტალების ღერძითი და ორი p -ორბიტალების გვერდითი გადაფარვით. sp -ჰიბრიდული ორბიტალის ფორმა უფრო სფერულია, ვიდრე sp^3 ან sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალების ფორმა, რადგან s -კომპონენტი აქ უფრო დიდი რაოდენობით (50%) შედის. სფერული ფორმის sp -ორბიტალი ატომის ბირთვთან უფრო დაახლოებულია და სამშავი ბმის სიგრძე მცირდება 0,120 ნმ-მდე. ბმის სიგრძის დამოკლების გამო ორი პანტელისებური p -ორბიტალი უფრო მეტად გადაიფარება, ვიდრე ეთილენის მოლეკულაში. ამიტომ π -ბმები აცეტილენში უფრო მდგრადია, ვიდრე ეთილენის მოლეკულაში. $C \equiv C$ ბმის წარმოქმნის ენერჯია უდრის 810 კჯ/მოლი.

აცეტილენის მოლეკულაში ორი π -მოლეკულური ორბიტალი, რომლებიც ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში არიან მოთავსებულნი ერთმანეთს გადაფარავენ და σ -ბმის ირგვლივ წარმოქმნიან ცილინდრული აღნაგობის π -ელექტრონულ ღრუბელს, რომელიც ელექტროფილური რეაგენტის შეჯახებისათვის ნაკლებად ხელმისაწვდომია, ამიტომ ალკინებთან ელექტროფილური მიერთების რეაქციები უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე ალკენების შემთხვევაში.

აცეტილენის მოლეკულის წრფივი აღნაგობის გამო სამშავი ბმის ელექტრონული სიმკვრივე თავმოყრილია ნახშირბადატომებს

შორის. ელექტრონული სიმკვრივის ასეთი კონცენტრირება და $C \equiv C$ ბმის დამოკლება გაელენას ახდენს აცეტილენური $C-H$ ბმის სიგრძეზე და რამდენადმე ამცირებს მას. (აცეტილენური $C-H$ ბმის სიგრძე უდრის 0,106 ნმ, ალკენების - 0,108 ნმ, ხოლო პარაფინულისა - 0,110 ნმ)

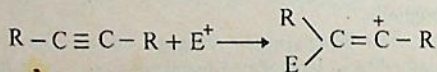
ჰიბრიდიზაციის მიხედვით ნახშირბადატომის ელექტროუარყოფითობა იცვლება შემდეგი თანმიმდევრობით $sp > sp^2 > sp^3$ ყველაზე მეტად ელექტროუარყოფითია ნახშირბადი sp -ჰიბრიდიზაციაში. წყალბადატომის ელექტრონული წყვილის დაახლოება აცეტილენურ ნახშირბადატომთან იწვევს $C-H$ ბმის პოლარიზაციის გაზრდას. წყალბადი იმუხტება ნაწილობრივ დადებითად და ნახშირბადი - ნაწილობრივ უარყოფითად.



ბმის დიდი პოლარიზაციის გამო გაადვილებულია $C-H$ ბმის ელექტროლიტური გახლეჩა, რის გამოც აცეტილენური ნახშირწყალბადები სუსტ მჟავურ თვისებებს ამჟღავნებენ და წარმოქმნიან ლითონნაწარმებს. (ალკინები სპირტებთან შედარებით 10^{10} -ჯერ და წყალთან შედარებით 10^{11} -ჯერ უფრო სუსტი მჟავებია).

ამრიგად, ორი π -ბმის არსებობის გამო ალკინებს ახასიათებს მიერთების რეაქციები, ხოლო აცეტილენური წყალბადის მჟავური ბუნების გამო - ჩანაცვლების რეაქციები.

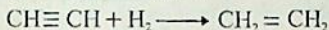
ალკინებში მიერთების რეაქციები სტადიებად მიმდინარეობს. რეაქციის პირველ საფეხურზე წყდება ერთი π -ბმა, შემდეგ კი მეორე π -ბმა. მიერთების რეაქციები ალკინებთან მიმდინარეობს A_E მექანიზმით, მაგრამ ალკენებისაგან განსხვავებით, აქ რეაქციის პირველ სტადიაზე მიიღება გაცილებით არამდგრადი უჯერი კატიონი (ე. წ. ვინილკატიონი).



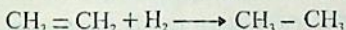
რომლის წარმოქმნის აქტივაციის ენერგია ვაცილებით მეტია, ვიდრე ნაჯერი კაციონის წარმოქმნის ენერგია და ამიტომ მიერთების რეაქციები უფრო სელა მიმდინარეობს.

მიერთების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

1) **ჰიდრირება.** ალკინები წყალბადს იერთებენ მხოლოდ კატალიზატორების თანაობისას. ჯერ ხდება ერთი მოლეკულა წყალბადის მიერთება და მიიღება ალკენი,

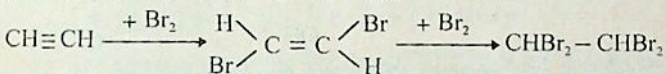


რომლის შემდგომი ჰიდრირებით მიიღება პარაფინი



ალკინების ჰიდრირება CaCO_3 -ზე დაფენილი პალადიუმის კატალიზატორით და „რენეს რკინის“ თანაობისას ცის-ალკენების წარმოქმნამდე მიმდინარეობს.

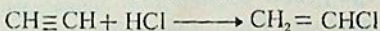
2) **ჰალოგენირება.** ქლორი და ბრომი ადვილად უერთდება ალკინებს. რეაქცია მიდის ორ სტადიად. ჯერ მიიღება გრანს-ვიცინალური ნაწარმი და შემდეგ - გეგრანაწარმი



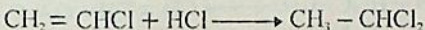
გრანს-1,2-დიბრომეთილენი 1,1,2,2-დიბრომეთანი

რეაქციის პირველ სტადიაზე მიღებული უჯერი დიჰალოგენნაწარმების გამოყოფა ადვილია იმის გამო, რომ რეაქციის მეორე სტადიაზე ჰალოგენის მიერთება უფრო ძნელად მიმდინარეობს.

3) **ჰიდროჰალოგენირება.** HX -ის მიერთება მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესით. პირველ სტადიაზე მიიღება ქლორიანი ვინილი, ხოლო შემდეგ - გემინალური დიჰალოგენნაწარმი:



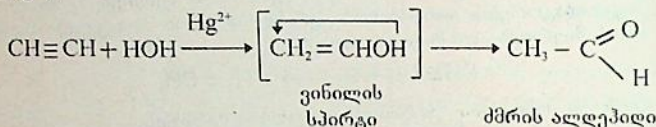
ქლორიანი ვინილი



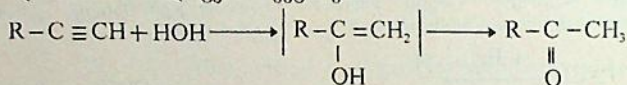
გემინალური
დიქლორეთანი

ჰალოგენწყალბადის HX - მიერთება ალკენების მსგავსად იონური ან რადიკალური მექანიზმით მიმდინარეობს.

4) **ჰიდრატაცია**. ალკინები კატალიზატორების თანაობისას ალკენებზე უფრო ადვილად იერთებს წყლის მოლეკულას მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად. ალკინების ჰიდრატაციის ეფექტური კატალიზატორია ორვალენტიანი ვერცხლისწყლის მარილი (Hg^{2+})

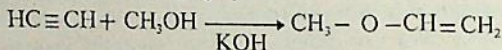


ჯერ შუალედური პროდუქტის სახით წარმოიქმნება უჯერი სპირტი, სადაც ჰიდროქსილის ჯგუფი დაკავშირებულია უჯერ ნახშირბადატომთან. ერლენმეიერის წესის თანახმად, ასეთი უჯერი სპირტი არამდგრადია და იზომერიზდება უფრო მდგრად კარბონილურ ნაერთში. აცეტილენი ჰიდრატაციით წარმოქმნის ძმრის ალდეჰიდს, ხოლო მისი პომოლოგები - კეტონებს.

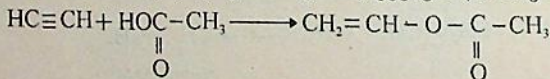


ალკენების ჰიდრატაციას კუჩეროვის რეაქცია ეწოდება.

5) **სპირტების მიერთება**. ფუძე კატალიზატორების (KOH , $RONa$) თანაობისას მაღალი წნევისა (20 ატმ.) და მაღალი ტემპერატურის ($150^\circ C$) პირობებში აცეტილენი იერთებს სპირტებს და წარმოქმნის ვინილის ეთერებს

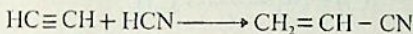


6) **კარბონმეჯავების მიერთება**. აცეტილენი კატალიზატორების (H_3PO_4 და B_2O_3 , Hg^{2+}) თანდასწრებით იერთებს ძმარმეავას, ვინილის რთული ეთერის - ვინილაცეტატის წარმოქმნით



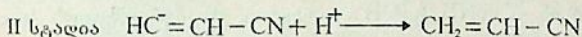
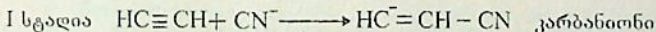
7) **HCN -ის მიერთება**. სპილენძის მარილების თანდასწრებით აცეტილენი იერთებს ციანწყალბადმეავას და წარმოქმნის

აკრილონიტრილს, რომელიც პოლიმერების მისაღებად გამოიყენება.

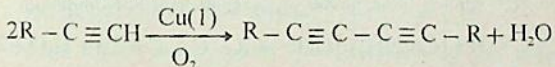


აკრილონიტრილი

სპირტების, კარბონმჟავებისა და ციანწყალბადის მიერთება აცეტილენთან მიმდინარეობს ნუკლეოფილური მექანიზმით (A_N). რადგან ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციები იოლად არ მიმდინარეობს აცეტილენური ნახშირწყალბადებისათვის, ისინი წარმართება მაღალი წნევისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ანალოგიურად უერთდებიან აცეტილენს თიოლები და ამინები. ნუკლეოფილური რეაქციის მექანიზმი ისეთივეა, როგორც ელექტროფილური რეაქციის მექანიზმი. განსვავება მხოლოდ პირველ სტადიაზე მიერთებული ნაწილაკის მუსტის ნიშანშია

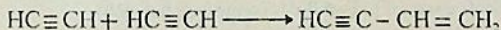


8) *ქანგვითი დიმერიზაცია*. ერთიანაცულეული ალკინები სპილენძის (I) მარილების თანაობისას იქანგება ჰაერის ეხანგვადით და შეუღლებული დიმერი მიიღება.

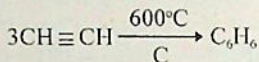


9) *პოლიმერიზაციის რეაქციები*. ალკინები კატალიზატორების თანდასწრებით განიცდიან პოლიმერიზაციას რამდენიმე მიმართულებით:

ა) *დიმერიზაცია*. CuCl -ისა და NH_4Cl -ის მკავე ხსნარში აცეტილენი განიცდის დიმერიზაციას და წარმოქმნის ვინილ-აცეტილენს.

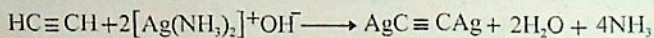


ბ) *ტრიმერიზაცია*. მაღალი ტემპერატურის პირობებში (600°C) გააქციებულ ნახშირზე აცეტილენის გაგარებით წარმოიქმნება ბენზოლი



ჩანაცვლების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

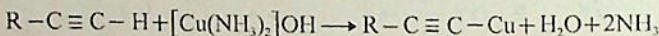
1) რეაქცია ვერცხლის ნიტრატის ან ერთქლორიანი სპილენძის ამიაკურ ხსნართან. ვერცხლის ნიტრატის ამიაკურ ხსნართან (Ag^+) აცეტილენი წარმოქმნის ხაჭოსებურ მოყვითალო ფერის ვერცხლის აცეტილენიდს. ვერცხლის ნიტრატი ამიაკთან წარმოქმნის კომპლექსურ ნაერთს $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \text{OH}^-$, რომელიც ურთიერთქმედებს აცეტილენთან



ერთქლორიანი სპილენძის ამიაკური ხსნარი შეიცავს კომპლექსურ ნაერთს $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, რომელიც ურთიერთქმედებს აცეტილენთან

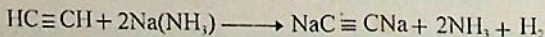


წითელი ფერის სპილენძის აცეტილენიდის წარმოქმნით



ეს რეაქციები აცეტილენისა და $\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ ჯგუფის აღმოსაჩენად გამოიყენება. აცეტილენიდები მშრალ მდგომარეობაში ფეთქებადი ნივთიერებებია.

2) რეაქცია ლითონებთან. თხევალ ამიაკში გახსნილი ცუტე ლითონები (Li, Na, K) აძევენ აცეტილენურ წყალბადს და წარმოქმნიან ლითონწარმებს (აცეტილენიდებს)



9. დიენური ნახშირწყალბადები

დიენური ეწოდება ისეთ უჯერ ნახშირწყალბადებს, რომელთა მოლეკულა ორ ორმაგ ბმას შეიცავს. მათი ზოგადი ფორმულაა $C_n H_{2n-2}$. დიენურ ნახშირწყალბადებს, მარტივად, დიენებიც ეწოდება.

მოლეკულაში ორმაგი ბმების ურთიერთმდებარეობის მიხედვით არჩევენ:

1) კუმულირებულ, ანუ ერთმანეთის თანმიმდევრობით განლაგებულ ორმაგ ბმებს $> C = C = C <$.

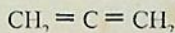
2) შეუღლებულ, ანუ ერთი მარტივი ბმით დაცილებულ ორმაგ ბმებს $> C = C - C = C <$.

3) იზოლირებულ, ანუ ორი ან მეტი მარტივი ბმებით დაცილებულ ორმაგ ბმებს $> C = C - C - C - C = C <$.

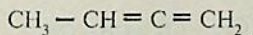
კუმულირებული ორმაგბმისანი დიენის წარმომადგენელია ალენი $CH_2 = C = CH_2$, შეუღლებული ორმაგბმისანი დიენისა - დიენილი $CH_2 = CH - CH = CH_2$, ხოლო იზოლირებული ორმაგბმისანი დიენისა - დიალილი $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$.

ორმაგი ბმების დაჯგუფების შესაბამისად დიენებს ყოფენ სამ ნაწილად: 1) კუმულირებული, ანუ ალენის ტიპის, 2) შეუღლებული, ანუ დიენილის ტიპის და 3) იზოლირებული, ანუ დიალილის ტიპის დიენები.

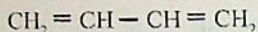
დიენური ნახშირწყალბადების საერთაშორისო ნომენკლატურა იწარმოება ალკანების სახელწოდებიდან დაბოლოება „დიენი“-ს დამატებით. ორმაგი ბმების მდებარეობას კი რიცხვებით (ლოკანგებით) აღნიშნავენ.



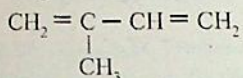
პროპადიენი



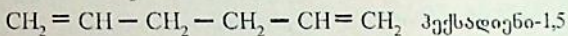
ბუტადიენი-1,2



ბუტადიენი-1,3



2-მეთილბუტადიენი-1,3



და სხვ.

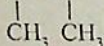
დიენებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს შეუღლებულ დიენებს მათი განსაკუთრებული თვისებების გამო.

9.1 შეუღლებული დიენები

შეუღლებული დიენების პირველი წარმომადგენელია დიენილი $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$, რომელსაც საერთაშორისო ნომენკლატურით ბუტადიენი-1,3 ეწოდება. დიენილის პოპოლოგიური რიგის მეორე წევრია იზოპრენი $\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$

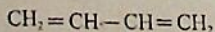
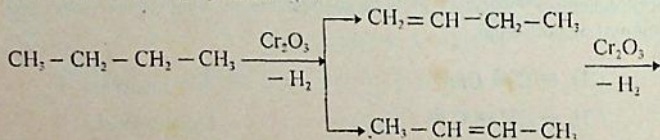


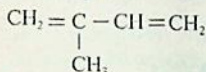
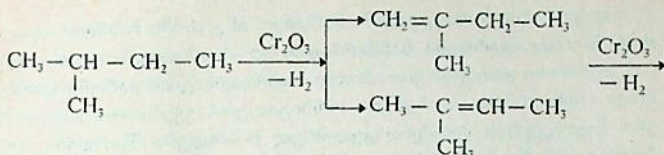
ანუ 2-მეთილბუტადიენი-1,3, შემდეგი - მეთილიზოპრენი $\text{CH}_2 = \text{C} - \text{C} = \text{CH}_2$ 2,3-დიმეთილბუტადიენი-1,3 და სხვ.



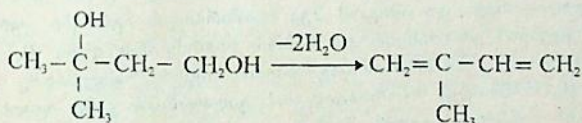
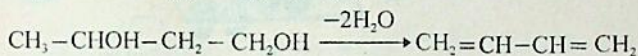
9.2 მიღების ხერხები

1) დიენილისა და იზოპრენის სამრეწველო მიღების ხერხია ბუტანისა და იზოპრენის დეჰიდრირება 600°C -მდე გახურებულ კატალიზატორზე (Cr_2O_3) გატარებით





2) დივინილისა და იზოპრენის სამრეწველო მიღების ხერხია ორატომიანი სპირტების დეჰიდრატაცია.

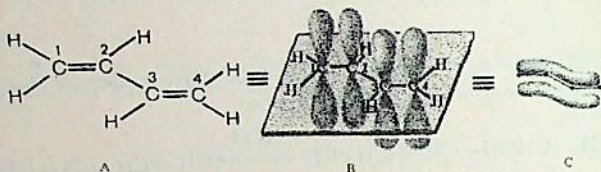


9.3 თვისებები

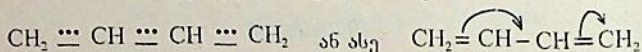
ფიზიკური თვისებები. დივინილი აირია, იზოპრენი და მეთილიზოპრენი კი - სითხე. დიენების ფიზიკური თვისებები ალკენების ანალოგიურია.

ქიმიური თვისებები. იზოლირებული დიენების (და ნაწილობრივ, კუმულირებული დიენების) ქიმიური თვისებები ალკენების მსგავსია, შეუღლებული დიენების თვისებები კი განსხვავდება ალკენების თვისებებისაგან, რადგან შეუღლებული ორმაგი ბმა ქიმიურ რეაქციებში მონაწილეობს როგორც ერთიანი სისტემა და არა როგორც ორი ორმაგი ბმა (რასაც ადვილი აქვს კუმულირებული და იზოლირებული დიენების შემთხვევაში).

დივინილის მოლეკულაში მარტივი, ანუ σ -ბმა ნახშირბადატომებს შორის მყარდება ნახშირბადის sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალების ლერძითი გადაფარვით, ხოლო ჰიბრიდიზაციის გარეშე ღარჩენილი ოთხი p -ჰანტელისებური ორბიტალების გვერდითი გადაფარვით მოლეკულის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში მყარდება ორი π -ბმა განაპირა ნახშირბადატომებთან



თავის მხრივ ორი π -ორბიტალი, მათი სიახლოვის გამო, ერთმანეთს გადაფარავს და ამიგომ შუა ნახშირბადის ატომები უფრო უახლოვდებიან ერთმანეთს და σ -ბმის სიგრძე მცირდება (0,146 ნმ-მდე), ხოლო განაპირა ორმაგი ბმების სიგრძე რამდენადმე იზრდება (0,136 ნმ-მდე). π -ორბიტალების გადაფარვის გამო დივინილის ოთხ ნახშირბადატომს შორის ელექტრონები თანაბრად ნაწილდებიან, რაც სქემატურად ასე გამოისახება

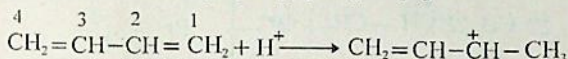


π -ბმის ელექტრონული სიმკვრივეების ასეთ თანაბარ გადანაწილებას მოლეკულაში შეუძლებს, ანუ მემომერული ეფექტი ეწოდება (M ეფექტი) და აღინიშნება მოხრილი ისრით. ამრიგად, შეუძლებელ სისტემაში π -ელექტრონები ფიქსირებული კი არ არის, არამედ დელოკალიზებულ მდგომარეობაშია. შეუძლებლის ეფექტი დივინილის მოლეკულაში განაპირობებს მიერთების რეაქციის ორგვარ მიმდინარეობას:

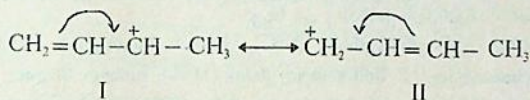
1) განაპირა - I და IV ნახშირბადატომებთან, რასაც 1,4-მიერთება ეწოდება და 2) I და II ნახშირბადატომებთან, რასაც 1,2-მიერთება ეწოდება.

შეუძლებელ დიენებთან მიერთების რეაქციები მიმდინარეობს როგორც იონური (A_E), ისე რადიკალური მექანიზმებით (A_R). იონუ-

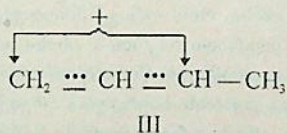
რი (ელექტროფილური) მექანიზმით HBr-ის მიერთება დივინილთან იწყება წყალბადის კაციონის მიერთებით განაპირა ნახშირბადატომთან და წარმოიქმნება უჯერი კარბკაციონი



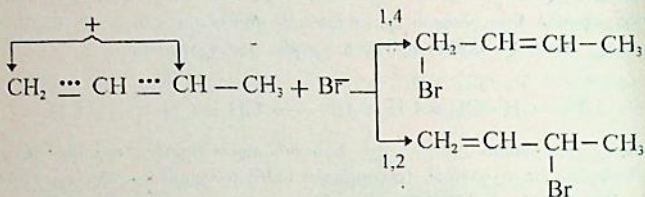
სადაც დადებითი მუხტი აქვს ნახშირბადის მეორე ატომს. ელექტრონების ნაკლებობას (დეფიციტს) ნახშირბადის მეორე ატომთან ავებს მეოთხე ნახშირბადის ორმაგი ბმის π -ორბიტალი. ამის შედეგად, დადებითი მუხტი ვადაინაცვლებს მეოთხე ნახშირბადატომთან



ასეთი უჯერი კარბკაციონი (II) ისევე არამდგრადია, როგორც პირველი და იგი ისევე I სტრუქტურაში გადადის. ამრიგად, არც I და არც II სტრუქტურა არ გამოხატავს დადებითი მუხტის ჭეშმარიტ მდებარეობას კარბკაციონში. ფაქტობრივად დადებითი მუხტი განაწილებულია II და IV ნახშირბადატომებს შორის, რაც ორმხრივი ისრით გამოისახება. დადებითი მუხტის განაწილება II და IV ნახშირბადატომებს შორის შეიძლება გამოისახოს ერთი სტრუქტურით (III).



რომელსაც შუალედური ანუ მეზომერული სტრუქტურა ეწოდება. ხოლო I და II სტრუქტურას კანონიკური (მდგრადი) სტრუქტურები. კანონიკური სტრუქტურები გამოხატავენ დადებითი მუხტის უკიდურეს მდებარეობას კარბკაციონში. მეზომერული კარბკაციონი რეაქციაში შედის ბრომის ანიონთან ორი მიმართულებით: II ან IV ნახშირბადატომთან



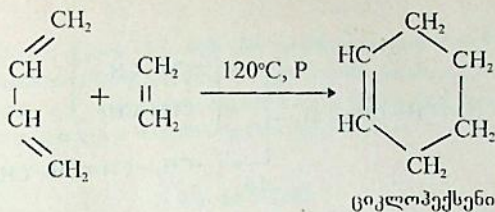
1,2 და 1,4 მიერთების შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტების თანაფარდობა დამოკიდებულია რეაქციის პირობებზე: გემპერაგურაზე, რეაქციის ხანგრძლივობაზე და სხვ.

დაბალ გემპერაგურაზე (0°C) HBr -ის მიერთება მიმდინარეობს ძირითადად 1,2 მიმართულებით (80%), ხოლო მაღალ გემპერაგურაზე (80°C) – 1,4 მიმართულებით (80%). გაცხელების პირობებში 1,4 – მიერთების პროდუქტის წარმოქმნა იმას ნიშნავს, რომ იგი თერმოდინამიკურად უფრო მდგრადი ნაერთია. დაბალ გემპერაგურაზე 1,2 მიერთების პროდუქტის წარმოქმნა კი იმას ნიშნავს, რომ 1,2 მიერთების პროდუქტი უფრო სწრაფად წარმოიქმნება, ვიდრე 1,4 მიერთების პროდუქტი. ე. ი. 1,2 მიერთების პროდუქტის წარმოქმნა რეაქციის კინეტიკური ფაქტორის შედეგია, ხოლო 1,4 მიერთების პროდუქტის წარმოქმნა – თერმოდინამიკური ფაქტორისა. მიუხედავად იმისა, რომ ორივე პროდუქტი ჩვეულებრივ პირობებში საკმაოდ მდგრადი ნაერთია, ისინი გაცხელებით ერთმანეთში გადადიან და დინამიკურ წონასწორობაში იმყოფებიან.

შეუღლებულ დიენებთან მიერთების რეაქცია მიმდინარეობს არამარტო იონური, არამედ რადიკალური მექანიზმითაც.

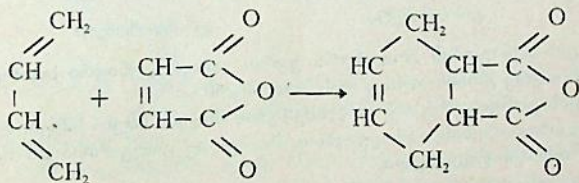
1,2 მიერთების შემთხვევაში მოლეკულაში ერთი ორმაგი ბმა რჩება საწყის მდგომარეობაში, ხოლო 1,4 მიერთების შემთხვევაში ორმაგი ბმა ერთი ნახშირბადატომით გადაადგილდება.

განსაკუთრებით საყურადღებოა შეუღლებულ დიენებთან ალკენების 1,4-მიერთება. ამ რეაქციას დილს-ალდერის რეაქცია (დიენური სინთეზი) ეწოდება. ამ რეაქციის უმარტივესი მაგალითია ეთილენის მიერთება დიენილთან.

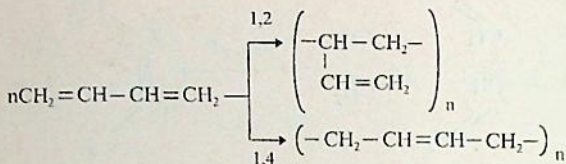


ალკენს, რომელიც ღიენს უერთდება 1,4 მდგომარეობაში ღიენოფილი (ე. ი. ღიენის მოყვარული) ეწოდება.

ღილს-აღღერის რეაქცია ეთილენის შემთხვევაში ძნელად მიმდინარეობს და წარმოქმნილი პროდუქტის გამოსავლიანობაც მცირეა. მაგრამ ეთილენის ნაწარმები, სადაც წყალბადი ჩანაცვლებულია კარბოქსილის - COOH, კეტონის - C=O, ნიტრილის - C≡N ჯგუფებით, ძალიან ადვილად შედიან ღილს-აღღერის რეაქციაში. განსაკუთრებით ადვილად მიმდინარეობს ღიენებთან მალეინის მკავას ანჰიდრიდის მიერთება



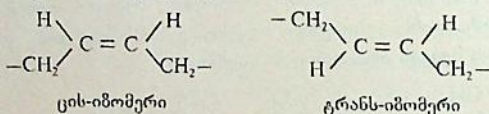
3) შეუღლებული ღიენების თვისებებიდან ღიდი პრაქტიკული ღირებულება გააჩნია პოლიმერიზაციის რეაქციას, რომლის შედეგადაც მიიღება კაუჩუკისმაგვარი პოლიმერები. პოლიმერიზაცია ალკენების ანალოგიურად მიმდინარეობს იონური ან რადიკალური მექანიზმით. მონომერების ერთმანეთთან დაკავშირება შესაძლებელია როგორც 1,2, ისე 1,4 მიმართულებით.



განსაკუთრებით კარგი თვისებები გააჩნიათ 1,4 მიერთებით მიღებულ პოლიმერებს.

დივილინის 1,4 მიერთებით მიღებულ პოლიმერს ბუნა-კაუჩუკი ეწოდება. ბუნა-კაუჩუკი შეიცავს ორმაგ ბმებს და არსებობს ორი გეომეტრიული იზომერის – ცის და გრანს-იზომერის სახით.

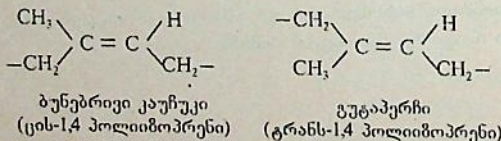
ცის-იზომერში ორმაგ ბმასთან დაკავშირებული CH_2 -ის ჯგუფები ორმაგი ბმის სიბრტყის ერთ მხარესაა განლაგებული, ხოლო გრანს-იზომერში – სხვადასხვა მხარეს



ცის-აღნაგობის პოლიმერს უფრო კარგი ტექნიური თვისებები აქვს, ვიდრე გრანს-აღნაგობის პოლიმერს.

ცის-კონფიგურაციის პოლიმერების მიღება ხდება სპეციალური კატალიზატორების გამოყენებით, რომელიც ცილგერისა და ნატას მიერ იქნა მოწოდებული.

დივინილის ანალოგიურად იზომერების 1,4 მიერთებით იღებენ ცის და გრანს-აღნაგობის პოლიმერებს. ცის-აღნაგობის პოლიმერს ბუნებრივი კაუჩუკის თვისებები აქვს, ხოლო გრანს აღნაგობის პოლიმერს – ბუნებრივი კაუჩუკის მეორე სახეობის – გუტაპერჩის თვისებები

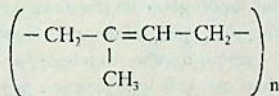


გუტაპერჩი შედის ინდონეზიაში გავრცელებული ხის Palaquim gutta-ს რძიანას შეღვნილობაში. იგი თერმოპლასტიკური მყარი ნივთიერებაა და კაუჩუკთან შედარებით დამკანაგავებისა და სხვა ქიმიური რეაგენტების მიმართ უფრო მდგრადია.

9.4 კაუჩუკი

კაუჩუკი მაღალმოლეკულური უჯერი ნახშირწყალბადაა. იგი შედის ზოგიერთი მცენარის შეღვნილობაში, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გვხვდება მცენარე ჰევეას რძიანაში, საიდანაც ხდება მისი მიღება.

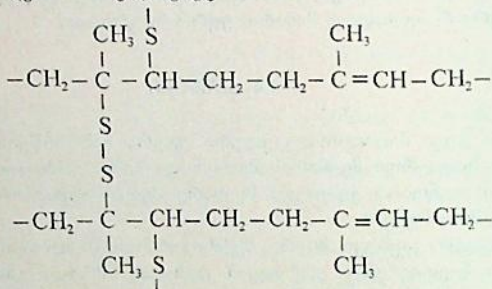
ნელლი კაუჩუკი მცირე შექანიკური მდგრადობის, წებოვანი, რბილი ნივთიერებაა. ფარადეიმ კაუჩუკის მშრალი გამოხდით გამოყოფილი ნახშირწყალბადაი - იზოპრენი, რის საფუძველზედაც შტაუდინგერმა კაუჩუკს პოლიიზოპრენული აღნაგობა მიანიჭა



ბუნებრივი კაუჩუკის მოლეკულური მასა 150000-დან 500000-მდე მერყეობს, რაც პოლიმერიზაციის ხარისხის საშუალოდ 2500 მნიშვნელობას უდრის.

კაუჩუკს, როგორც უჯერ მაღალმოლეკულურ ნახშირწყალბადას ახასიათებს ორმაგ ბმასთან მიერთების რეაქციები და წარმოქმნის სხვადასხვა ნაწარმს. ასეთი მიერთების პროცესი ხდება კაუჩუკის 130-160°C-ზე გაცხელებით გოგირდთან, რასაც ვულკანიზაცია ეწოდება. ვულკანიზაციის დროს ხდება გოგირდის ატომებით კაუჩუკის პოლიმერული ჯაჭვის ერთმანეთთან დაკავშირება და წარმოიქმნება სივრცითი აღნაგობის კაუჩუკი, რომელსაც რემზინი ეწოდება. გოგირდის ატომებით „შეკერილი“ კაუჩუკის საზოგადოებრივი მოლეკულები წარმოქმნიან სივრცითი აღნაგობის გიგანტურ მოლეკულას, რომელსაც სივრცეში სამი განზომილება აქვს - სიგრძე, სიგანე და სისქე. პოლიმერის ასეთი სივრცითი სტრუქტურა დიდ გავლენას ახდენს მის თვისებებზე; მცირდება კაუჩუკის

პლასტიკურობა და ორგანულ გამხსნელებში ხსნადობა, სამაგიეროდ იზრდება მისი ელასტიკურობა.



რეზინის მისაღებად კაუჩუკს უნდა დაემატოს მისი მასის 4-5% გოგირდი. მეტი რაოდენობით გოგირდის (30-35%) დამატების შემთხვევაში კაუჩუკის ხაზოვანი მაკრომოლეკულები მაქსიმალურად „იკურება“ და მიიღება ვულკანიზაციის მყარი პროდუქტი – ებონიტი, რომელსაც ელასტიკური თვისებები უკვე აღარ აქვს. იგი კარგი იზოლატორია და გამოყენებულია ელექტროტექნიკაში.

10. ალიციკლური ნაერთები

ალიციკლური ნივთიერებები თავისი ქიმიური თვისებებით ლი-აჯაჭვიანი ნივთიერებების მსგავსია: ალიციკლური ნაერთი ციკლში არსებული ბმის გიჟის მიხედვით არსებობს ნაჯერი და უჯერი. ნაჯერ ალიციკლურ ნახშირბაღწყალბაღებს ციკლოალკანები ეწოდება, ხოლო უჯერს – ციკლოალკენები, ციკლოალკადიენები და ციკლოალკინები. ალიციკლურ ნაერთებს ეკუთვნიან აგრეთვე: გერპენები, კაროგინოიდები და სტერეოიდები (მათ ბუნებრივი ნაერთებისაღმი მიძღვნილ ნაწილში განვიხილათ – ნაწ. III).

10.1 ციკლოალკანები

ციკლოალკანების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n} . ციკლის შედგენილობაში არსებული ნახშირბადატომთა რიცხვის მიხედვით ციკლოალკანები იყოფა:

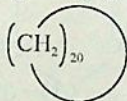
1) 3 და 4 წევრიან ციკლებად, რომლებსაც მცირე ციკლები ეწოდება.

2) 5 - 7 წევრიან ციკლებად, რომლებსაც ნორმალური ციკლები ეწოდება.

3) 8 - 11 წევრიან ციკლებად, რომლებსაც საშუალო ციკლები ეწოდება და

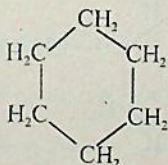
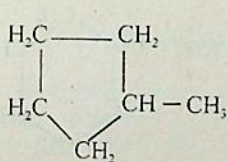
4) 12-ზე უფრო მეტწევრიან ციკლებად, რომლებსაც მაკროციკლები ეწოდება.

დაბალი რიგის ციკლებს (7-წევრამდე) გამოსახვენ შესაბამისი გეომეტრიული ფიგურებით (სამკუთხედით, ოთხკუთხედით, ხუთკუთხედით და ექვსკუთხედით), მაღალი რიგის ციკლებს კი - წრეხაზით, სადაც ჩაწერილია CH_2 -ის გარკვეული რიცხვი. მაგალითად, ციკლოეიკოზანი ასე ჩაიწერება

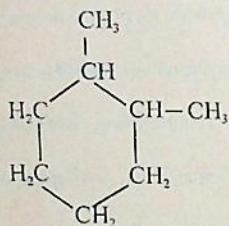


ციკლოალკანებისათვის დამახასიათებელია როგორც სტრუქტურული, ისე სტერეოიზომერია.

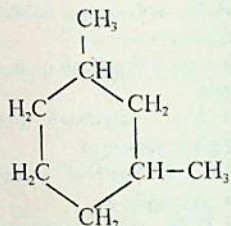
სტრუქტურული იზომერიიდან გვხვდება: 1) ციკლის სილით გამოწვეული იზომერია. მაგალითად, მეთილციკლოპენტანი და ციკლოპექსანი იზომერებია



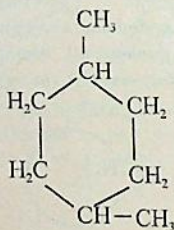
2) ჩანაცვლებული რადიკალების მდებარეობის იზომერია. მაგალითად,



1,2-დიმეთილციკლოპექსანი

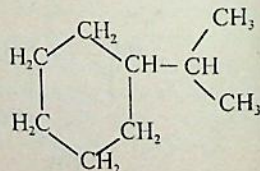
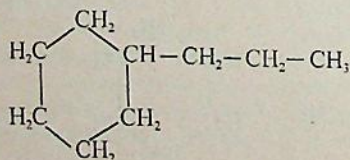


1,3-დიმეთილციკლოპექსანი



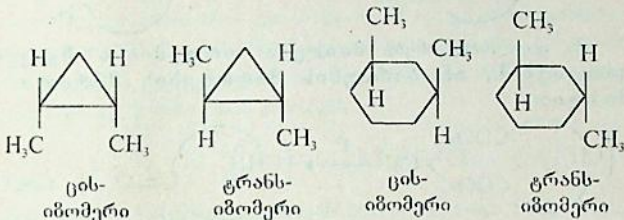
1,4-დიმეთილციკლოპექსანი

3) ციკლში ჩანაცვლებული რადიკალების აღნაგობით გამოწვეული იზომერია. მაგალითად, პროპილციკლოპექსანი და იზოპროპილციკლოპექსანი იზომერებია.



სტერეოიზომერიიდან გვხვდება გეომეგრიული და ოპტიკური იზომერია. ციკლის არსებობა გამოორიცხავს ციკლში შემაჯავალი ნახ-

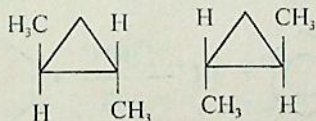
შირბადაგომების თავისუფალ ბრუნვას და იმ შემთხვევაში, როცა ორი რადიკალი სხვადასხვა ნახშირბადაგომთანაა დაკავშირებული, ციკლოალკანი არსებობს ცის და გრანს-იზომერის სახით, მაგალითად,



ერთ შემთხვევაში მეთილის რადიკალები ციკლის სიბრტყის ერთ მხარეზეა მოთავსებული და ცის-იზომერებს წარმოადგენენ, მეორე შემთხვევაში კი - სხვადასხვა მხარეზეა განლაგებული და გრანს-იზომერებია.

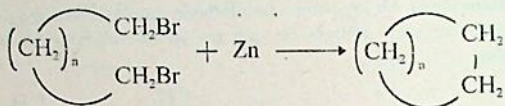
ოპტიკურ იზომერიას ციკლოალკანებში ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, თუ მოლეკულას არა აქვს სიმეტრიის სიბრტყე.

ცის-იზომერებს სიმეტრიის სიბრტყე აქვთ და ოპტიკური იზომერია არ აქვს. მაგრამ გრანს-იზომერებს სიმეტრიის სიბრტყე არა აქვს და აქვს ორი ოპტიკური იზომერი. ასე მაგალითად, 1,3-გრანს-მეთილციკლოპროპანს აქვს ორი ოპტიკური იზომერი

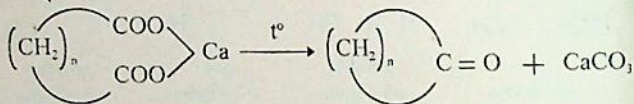


10.2 მიღების ხერხები

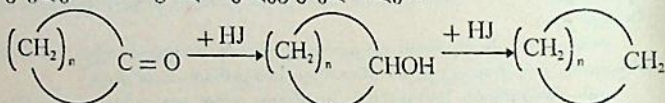
1) ციკლოალკანები მიიღება გერმინალურ დიჰალოგენ-წარმებზე თუთიის ფხვნილის მოქმედებით. ამ მეთოდით ადვილად წარმოიქმნება მცირე და ნორმალური ციკლები. უფრო მაღალი ციკლების წარმოქმნას კი წინ უსწრებს ალკენების გამოყოფა.



2) ციკლოალკანები მიიღება ორფუძიანი მკავეების კალციუმის, ან ბარიუმის მარილების მშრალი გამოხდით

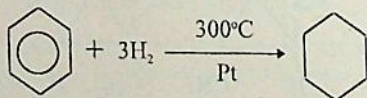


წარმოქმნილი ციკლური კეტონიდან ციკლოალკანის მიღება ხდება ალდგენით. ალდგენას აწარმოებენ იოლწყალბადით. ჯერ მიიღება ციკლური სპირტი და შემდეგ ციკლოალკანი

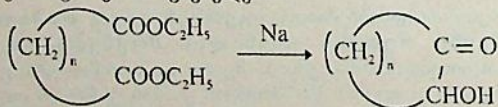


ეს მეთოდი გამოსადგვია ნორმალური ციკლების მისაღებად.

3) ციკლოპექსანის მიღება ადვილად შეიძლება ბენზოლის კატალიზური ჰიდრირებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში



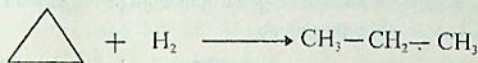
4) საშუალო და მაკროციკლების სინთეზის ეფექტურ მეთოდს წარმოადგენს პრელოვის მიერ მოწოდებული აცილოინური კონდენსაცია, რომელიც მიმდინარეობს დიკარბონმკავეათა ეთერების ლითონურ ნაგრიუმთან გაცხელებით.



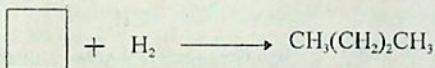
აცილოინი

10.3 ქიმიური თვისებები

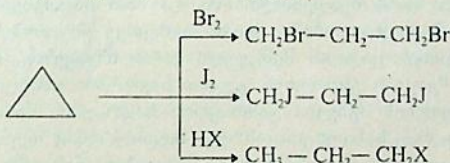
როგორც აღვნიშნეთ, ციკლოპრუპანების უმრავლესობას ახასიათებს ალკანების დამახასიათებელი ჩანაცვლების რეაქციები, ხოლო ციკლოპროპანსა და ნაწილობრივ ციკლობუტანს-ელექტროფილური მიერთების რეაქციები. ასე მაგალითად, ციკლოპროპანი ნიკელის კატალიზატორის თანდასწრებით 80°C-ზე იერთებს წყალბადს და წარმოქმნის პროპანს



ციკლობუტანი წყალბადს იერთებს უფრო ძნელად, 120°C-მდე გაცხელების პირობებში

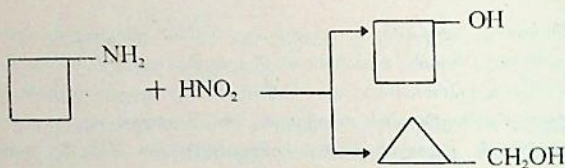


ბრომის, იოდის და ჯალოგენწყალბადის მოქმედებით ციკლოპროპანი იძლევა მიერთების პროდუქტებს

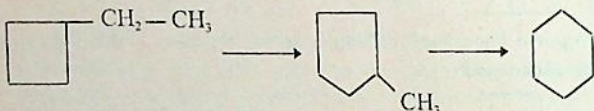


ხოლო ციკლობუტანის ციკლი ამ რეაგენტების მოქმედებით არ იხსნება.

ციკლოალკანებისა და მათი ნაწარმებისათვის ერთ-ერთი დამახასიათებელი თვისებაა რეაქციები, რომელთა შედეგად აღვილი აქვს ციკლის ზომის შეცვლა: შემცირებას, ან გაზრდას. ციკლის შემცირებით მიმდინარეობს ამინოციკლობუტანზე ამოტოვანი მკავის მოქმედება. რეაქციის შედეგად აღვილი აქვს როგორც ციკლობუტანოლის, ისე მეთილციკლოპროპანოლის წარმოქმნას



ციკლის გაღივებით მიმდინარეობს ეთილციკლობუტანის იზომერიზაცია $AlCl_3$ -თან გაცხელებისას



ეთილციკლობუტანი მეთილციკლოპენტანი ციკლოექსანი

ალკანების ზოგიერთი წარმომადგენელი, მაგალითად, ციკლოპენტანი და ციკლოექსანი შედის სხვადასხვა ნაფთობის (მაგ. ბაქოს ნაფთობის) შედგენილობაში და მათ ნაფთენები ეწოდება. ნაფთობის შედგენილობაში შედის აგრეთვე ციკლოპენტანისა და ციკლოექსანის ციკლის შემცველი კარბონმჟავებიც, რომლებსაც ნაფთენის მჟავებს ეწოდებენ. ტუტით ნაფთობის გასუფთავების შედეგად ნაფთენის მჟავები გამოიყოფა ნაგრიუმის მარილების სახით, რომელსაც სინთეზურ გამრეცხ ნივთიერებად იყენებენ.

ამრიგად, ალკანების მცირე ციკლების ქიმიური თვისებები განსხვავდება ნორმალური, საშუალო და მაკროციკლების თვისებებისაგან.

მცირე ციკლები გამოირჩევა არამდგრადობით და C—C ბმის გახლეჩის გამო ახასიათებს მიერთების რეაქციები. ნორმალური და მაკროციკლები კი გამოირჩევა დიდი მდგრადობით და ახასიათებს ჩანაცვლების რეაქციები.

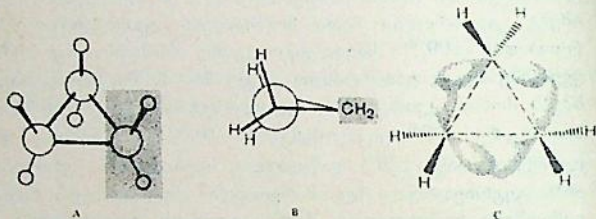
10.4 ციკლების დაჯიმულობა

ციკლების მდგრადობის საკითხი პირველად შეისწავლა ბაიერი (1885 წ) და წამოაყენა ე. წ. ციკლების დაჯიმულობის თეორია. დაჯიმულობის თეორიის თვალსაზრისით ციკლებს ბრტყელი აღნაგობა აქვთ და ნახშირბადატომებს შორის არსებული სავალენტო ბმები გადახრილია მათი ნორმალური-ტეტრაედრული მდგომარეობიდან ($109,5^\circ$). სავალენტო კუთხე ნახშირბადატომებს შორის ყველაზე მეტად გადახრილია ციკლოპროპანში, სადაც სავალენტო ბმებს შორის კუთხე 60° -ია. ციკლობუტანში ეს გადახრა შედარებით მცირეა (90°), ციკლოპენტანში (108°) კი - მინიმალური. ციკლოქსანნიდან (120°) დაწყებული, სავალენტო კუთხეების გადახრა ტეტრაედრული მდგომარეობიდან ისე იზრდება, რასაც უნდა გამოეწვიოს საშუალო და მაკროციკლების უმდგრადობა. ფაქტობრივად კი, მაღალი რიგის ციკლები დიდი სტაბილურობით გამოირჩევიან, რისი ახსნაც ბაიერის თეორიამ ვერ შეძლო (აღმოჩნდა, რომ ეს ციკლები არაკოპლანარულია). ამრიგად, ბაიერის თეორია სამართლიანია მხოლოდ მცირე ციკლებისათვის.

საერთოდ, ციკლების მდგრადობა დამოკიდებულია ძირითადად ოთხ ფაქტორზე: კუთხურ ანუ ბაიერის დაჯიმულობაზე, გორსიულ ანუ პიგერის დაჯიმულობაზე, ბმების დაჯიმულობაზე და პრელოგის დაჯიმულობაზე.

თანამედროვე კვანტურ-მექანიკური წარმოდგენების თანახმად, ბრტყელია მხოლოდ სამწევრიანი ციკლი - ციკლოპროპანი, დანარჩენ ციკლებს კი ბრტყელი აღნაგობა არა აქვს და ბმები ერთმანეთის მიმართ ინარჩუნებენ სივრცეში ტეტრაედრულ კუთხეებს. ამრიგად, ციკლოპროპანის უმდგრადობას ხსნიან ციკლის წარმოქმნილი C—C ბმების ნაკლები მდგრადობით. როგორც ცნობილია, ალკანებში ნახშირბადის სავალენტო ელექტრონები იმყოფებიან sp^3 -ჰიბრიდიზაციაში და ბმა ნახშირბადატომებს შორის მყარდება ჰიბრიდული ორბიტალების ლერძითი გადაფარვით (sp^3-sp^3 ტიპის გადაფარვა). ჰიბრიდული ორბიტალების გადაფარვა ალკანებში ხდება $109,5^\circ$ -იანი კუთხით, რაც ყველაზე უფრო უფექტურია, ხოლო წარმოქმნილი ბმა ყველაზე მდგრადი. ციკლოპროპანის მოლეკულაში C—C—C

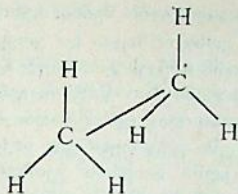
ბმებს შორის კუთხე $109,5^\circ$ აღარ არის და შეადგენს 60° . ასეთ პირობებში ორბიტალების გადაფარვა აგომთა დაკავშირების ღერძის გასწვრივ არ ხდება და ბმის ელექტრონული ღრუბელი გამობერილია ციკლის გარეთ.



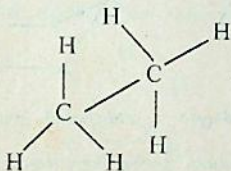
ორბიტალების ასეთი გადაფარვა ნაკლებად ეფექტურია, ხოლო წარმოქმნილი ბმა – ნაკლებად მდგრადი. ციკლოპროპანში σ -ბმა განსხვავდება ჩვეულებრივი σ -ბმისაგან, ხოლო ნახშირბადის sp^3 -ჰიბრიდიზაცია – sp^3 -ჰიბრიდიზაციისაგან. σ -ბმას ციკლოპროპანში გარდამავალი ადგილი უკავია ჩვეულებრივ σ -ბმასა და π -ბმას შორის და მას ბანანური ბმა ეწოდება. ბანანური ბმის სიგრძე ციკლოპროპანში ჩვეულებრივი σ -ბმის სიგრძეზე უფრო ნაკლებია და შეადგენს 0,151 ნმ.

10.5 კონფორმაციული ანალიზის საფუძვლები

მარტივი ანუ σ -ბმა, როგორც ცნობილია, ცილინდრული სიმეტრიისაა და მის გარშემო აგომთა ბრუნვას ხელს არ უშლის. ასე მაგალითად, ეთანის მოლეკულაში CH_3-CH_3 ერთი მეთილის ჯგუფი მეორეს მიმართ თავისუფლად ბრუნავს და სივრცეში იძლევა წყალბადაგომთა სხვადასხვა განლაგებას. აგომთა სხვადასხვა განლაგებებს, რომლებიც ერთმანეთში გადადიან მარტივი ბმის გარშემო შემობრუნების საშუალებით, კონფორმაციები ეწოდება. ეთანის შემთხვევაში შესაძლებელია ძირითადად ორი კონფორმაცია: ერთი, როდესაც წყალბადის აგომები იმყოფებიან ერთმანეთის გასწვრივ



და მეორე, როდესაც ერთ ნახშირბადთან დაკავშირებული წყალბადის ატომები განლაგებულნი არიან მეორე ნახშირბადატომთან დაკავშირებულ წყალბადის ატომებს შორის.



პირველ კონფორმაციას ეწოდება ჩამოფარებული კონფორმაცია, ხოლო მეორეს – დამუხრუჭებული კონფორმაცია. ჩამოფარებულ კონფორმაციაში სხვადასხვა მეთილის ჯგუფის წყალბადატომები ერთმანეთისაგან დაცილებულია მინიმალური მანძილით, ხოლო დამუხრუჭებულ კონფორმაციაში – მაქსიმალური მანძილით. ჩამოფარებული კონფორმაცია წყალბადატომების სიახლოვის გამო ნაკლებად მდგრადია და გადაადის დამუხრუჭებულ კონფორმაციაში, სადაც წყალბადატომებს შორის მანძილი მაქსიმალურია, ხოლო ურთიერთგაელენა – მინიმალური. ამ მდგომარეობაში მოლეკულა უფრო სტაბილურია და მარტივი ბმების გარშემო ბრუნვა აქ თითქოს დამუხრუჭებულია. ამ დამუხრუჭებული მდგომარეობიდან რომ გადავიდესეთიანი ჩამოფარებულ კონფორმაციაში, საჭიროა 13 კკ/მოლი ენერჯის დახარჯვა. ეს იმდენად მცირე ენერჯიაა, რომ ასეთი მცირე ენერჯეტიკული ბარიერი არ იძლევა ცალკეული კონფორმერების გამოყოფის საშუალებას.

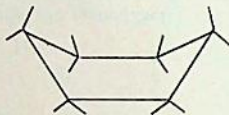
იმ ენერჯიას, რომელიც საჭიროა მარტივი (σ) ბმის გარშემო ატომთა ბრუნვისათვის, ტორსიული ენერჯია ეწოდება (ინგ. torsion-

on - გრეხვა). მოლეკულა ცდილობს შეინარჩუნოს უფრო სტაბილური - დამუხრუჭებული კონფორმაცია და ყოველი ვადახრა ამ სტაბილური მდგომარეობიდან იწვევს გორსიულ დაჭიმულობას.

თანამედროვე სტერეოქიმიური წარმოდგენების თანახმად ციკლოპენტანი, ციკლოპენტანი და უფრო მაღალი ციკლები არაკოპლანარულია და სივრცეში ტეტრაედრულ აღნაგობას ინარჩუნებენ. ციკლოპექსანის ციკლში ბაიერის კუთხური დაჭიმულობა მოხსნილია მთლიანად და იგი სივრცეში ორი კონფორმერის სახით არსებობს (მორი 1919 წ.) ე. წ. სავარძლისა და აბაზანის კონფორმერების სახით.

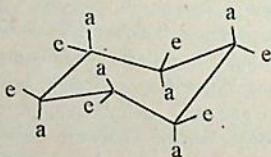


სავარძლის კონფორმაცია



აბაზანის კონფორმაცია

ენერგეტიკული თვალსაზრისით უფრო მდგრადია სავარძლის ფორმა. სავარძლის კონფორმაციაში ციკლოპექსანის 12 C—H ბმა იყოფა ორ ჯგუფად: აქსიალურ (a) და ექვატორიალურ (e) ბმებად



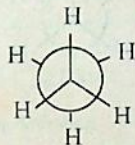
აქსიალური ეწოდება ისეთ ბმებს, რომლებიც სიმეტრიის ღერძის (axis) და ერთმანეთის პარალელურად, ხან ზევით და ხან ქვევით, მორიგობით არიან განლაგებულნი. ექვატორიალური ეწოდება ისეთ ბმებს, რომლებიც სიმეტრიის ღერძის მიმართ 109,5°-ით არიან მიმართულნი პერიფერიისაკენ.

რაც შეეხება მაკროციკლების აღნაგობას, ციკლში ნახშირბადატომთა რიცხვის მრდასთან ერთად მათი აღნაგობა იღებს

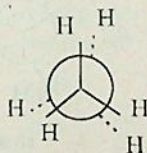
საზოვან ფორმას და კუთხური, ან გორსიული დაჭიმულობა მათში აღარ არსებობს.

მოლეკულის კონფორმაციული მდგომარეობის გამოსახვა ყველაზე მოსახერხებელია ნიუმენის პროექციული ფორმულების საშუალებით. ნიუმენის პროექციული ფორმულა წარმოადგენს მოლეკულის პროექციას სიბრტყეებზე C—C ბმის ვასწვრივ. პირველი (ე. წ. ფრონტალური) ნახშირბადის ატომი აღინიშნება სამი ბმის გადაკვეთის წერტილით, ხოლო მეორე (ე. წ. ბურჯის) ნახშირბადის ატომი აღინიშნება წრეწირით.

ეთანის დამუხრუჭებული (გრანსოიდული, ანგი-პლანარული) კონფორმაცია ნიუმენის ფორმულით გამოისახება ასე:

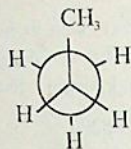


ხოლო ჩამოფარებული (ცისოიდური, სინ-პლანარული) კონფორმაცია — ასე:

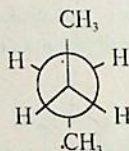


ჩამოფარებულ ფორმაში „უკან“ მდგომ ნახშირბადთან დაკავშირებულ ატომებს ეფარებიან „წინა“ ნახშირბადთან დაკავშირებული წყალბადის ატომები, ამიტომ ისინი არ ჩანან, მაგრამ ნიუმენის ფორმულაში მათ ოღნაე წაანაცვლებენ გამოჩენის მიზნით.

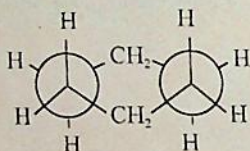
პროპანის ჭადრაკული (დაცურებული, სინ-კლინარული) კონფორმაცია ასე გამოისახება:



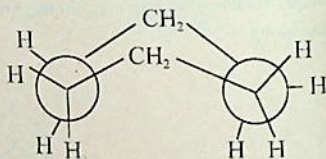
ბუტანის დამუხრუჭებული (ანტი-პლანარული, გრანსოიდული) კონფორმაცია – ასე



ნიუმენის ფორმულებით გამოსახულ ციკლოპექსანის კონფორმაციებს შემდეგი სახე აქვს:



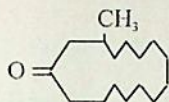
სავარძლის ჭადრაკული კონფორმაცია



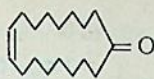
აბაზანის ჩამოფარებული კონფორმაცია

სავარძლის კონფორმაციაში ნახშირბადის და წყალბადის ყველა ატომი მდგრად კონფორმაციაშია, ხოლო აბაზანის კონფორმაციაში – არამდგრად კონფორმაციაში.

მაკროციკლების მაგალითებია მუსკონი და ციბეტონი, რომლებიც გამოყენებულია პარფიუმერიაში. მუსკონსა და ციბეტონს გამოყოფენ ზოგიერთი ცხოველები.



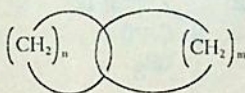
მუსკონი



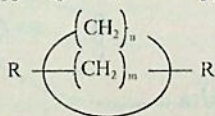
ციბეტონი

10.6 კატენანები და როტაქსანები

პოლიციკლური ნახშირწყალბადებიდან განსაკუთრებით საყურადღებოა კატენანები და როტაქსანები. კატენანების (ლათ. catena – ჯაჭვი) მოლეკულა შედგება მექანიკურად დაკავშირებული ორი ან მეტი მაკროციკლისაგან, რომლებიც ერთმანეთშია გაყრილი

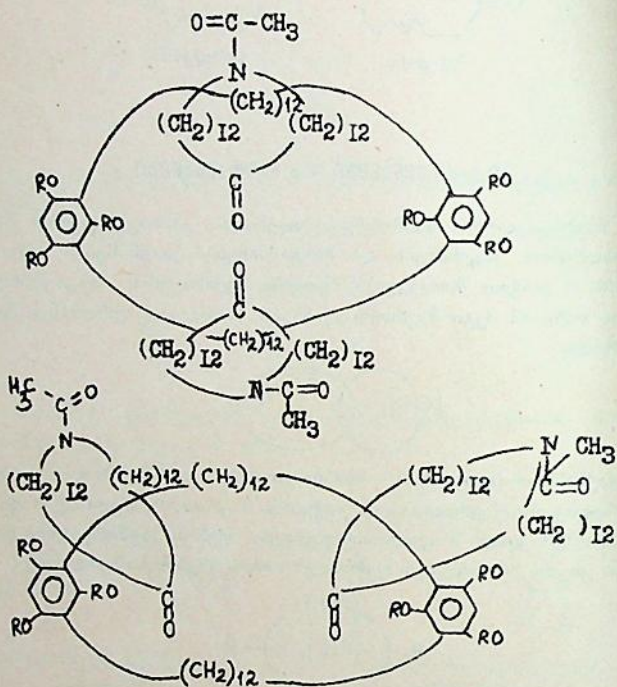


როტაქსანების (ლათ. rota – ბორბალი, axis – ღერძი) მოლეკულის მაკროციკლში გაყრილია ღია ჯაჭვიანი ნაერთი, რომელსაც თავსა და ბოლოში დიდი მოცულობის ჯგუფები აქვს დაკავშირებული და ისინი ციკლს არ აძლევენ ღერძიდან ჩამოცურების საშუალებას



კატენანების სინთეზი პირველად განხორციელდა 1964 წ. ვ. შილისა და ა. ლიუგრინგჰაუმის მიერ.

1969 წ. შილმა მიიღო სამი რგოლისაგან შემდგარი კატენანი, რომელსაც უნარი აღმოაჩნდა იარსებოს ორი იზომერის სახით:



გრანსლაციური იზომერია კატენანებში

იზომერიის ამ ახალ სახეს გრანსლაციური იზომერია ეწოდა და იგი მიეკუთვნება იზომერიის უფრო ვრცელ ტიპს – ტოპოლოგიურ იზომერიას (ტერმინი შეიგანა ვასერმანმა 1962 წ.)

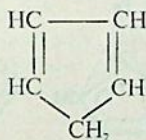
1967 წ. ამერიკელმა ბიოქიმიკოსმა ჯ. ვინოგრადმა აღმოაჩინა კატენანური ღმმ, ამასთანავე ერთმანეთში გაყრილი ციკლების რიცხვი ცალკეულ მოლეკულებში შვიდს აღწევს.

10.7 ციკლოალკენები და ციკლოალკადიენები

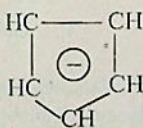
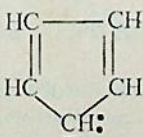
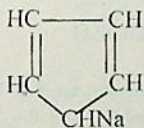
ციკლოალკენების შოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-2} , ციკლოალკადიენების C_nH_{2n-4} . ერთი ორმაგი ბმის არსებობა შეიძლება სამი და მეტწვერიანი ციკლების შედგენილობაში. მცირე ციკლებში ორმაგ ბმას აქვს მხოლოდ ცის-კონფიგურაცია. გრანს-კონფიგურაცია შესაძლებელია მხოლოდ ციკლოოქტენისა და უფრო მაღალ ციკლებში. შეუძლებელი ორი ორმაგი ბმის არსებობა შესაძლებელია ხუთ და მეტწვერიან ციკლებში. არსებობენ სამმაგბმეანი ციკლური ნახშირწყალბადებიც. სამმაგი ბმის არსებობა შეიძლება მხოლოდ რვაწვერიანი ციკლებიდან დაწყებული.

უჯერ ციკლურ ნაერთებს ახასიათებთ უჯერი აციკლური ნაერთებისათვის დამახასიათებელი მიერთების რეაქციები.

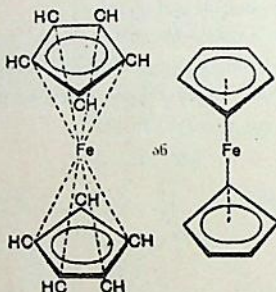
უჯერი ციკლური ნახშირწყალბადებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ციკლოპენტადიენს



სადაც ორმაგ ბმებს შორის მოთავსებული მეთილენის ჯგუფის (CH_2) წყალბადატომი ძალზე აქტიურია და აღვილად ინაცვლება ლითონის ატომით, მაგალითად, ნატრიუმით და მიიღება ნატრიუმ-ნაწარმი, რომელიც შედგება ნატრიუმის კატიონისა და ციკლოპენტადიენილის ანიონისაგან



ამ ანიონის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის შეუღლებით ციკლის ორ π -ელექტრონულ ღრუბელთან წარმოიქმნება ციკლური აღნაგობის ელექტრონული სექსტეტი, რომელიც არომატული ბუნებისაა (ჰიუკელი) $(4n + 2; n = 1)$ არომატული ბუნების ციკლოპენტადიენის ანიონი გარდამავალ ლითონებთან წარმოქმნის ნაერთებს, რომლებსაც ცენები ეწოდებათ. ასე მაგალითად, ციკლოპენტადიენის ორთქლის ვაგარებით 300°C -მდე ვახურებულ რკინის ფხენილზე მიიღება ფეროცენი, სადაც რკინა(II)-ის ატომი გევიდან და ქვევიდან დაფარულია ციკლოპენტადიენილის ანიონის ციკლებით



ფეროცენის ანალოგებიდან ცნობილია კობალტოცენი, ნიკელოცენი და სხვა. მეტალოცენები, ბენზოლის მსგავსად, არომატული ბუნებისაა.

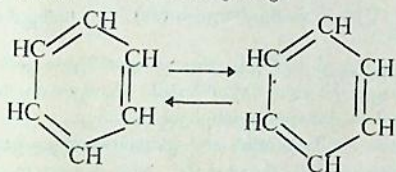
11. არომატული ნაერთები

ტერმინი „არომატული ნაერთები“ ბენზოლისა და მის ნაწარმებს უწოდეს შემთხვევით, გამომდინარე იქიდან, რომ ზოგიერთი ნაერთი გამოყოფილი იქნა სურნელოვანი ბალზამებიდან და ეთეროვანი ზეთებიდან. არომატული ნაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია ბენზოლი.

11.1 ბენზოლის ალნაზობა

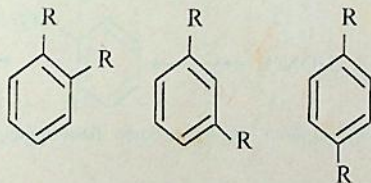
1834 წ. გერმანელმა ქიმიკოსმა მიგნერლიხმა დაადგინა ბენზოლის მოლეკულური ფორმულა C_6H_6 . 1865 წ. კი გერმანელმა ქიმიკოსმა კეკულემ მოგვაწოდა მისი სტრუქტურული ფორმულა.

კეკულეს მიხედვით, ბენზოლის მოლეკულა წარმოადგენს ექვსი ნახშირბადატომისაგან შემდგარ ციკლს, რომელიც შეიცავს სამ ორმაგ ბმას შეუღლებულ მდგომარეობაში. კეკულეს თანახმად ორმაგი ბმები ფიქსირებული არ არის და ორი ერთმანეთში გარდაამავალი სტრუქტურის სახით არსებობენ

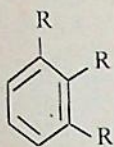


შეუღლებლად, ბენზოლის მოლეკულას გამოსახავენ ერთ-ერთი რომელიმე სტრუქტურის სახით.

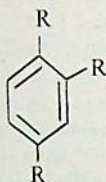
კეკულეს ასეთი სტრუქტურული ფორმულა კარგად ხსნიდა ბენზოლის ნაწარმების იზომერიას. კერძოდ, იმ ფაქტს, რომ: 1. ერთიანაცვლებულ ნაწარმს იზომერი არა აქვს, რაც იმას ნიშნავს, რომ წყალბადის ექვსივე ატომი მოლეკულაში გოლფასია. 2. ორჩანაცვლებულ ბენზოლს აქვს სამი იზომერია – ორთო, მეტა და პარა-იზომერები



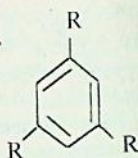
3. სამჩანაცვლებული ბენზოლის სამი იზომერი არსებობს:



ვიცინალური (V)



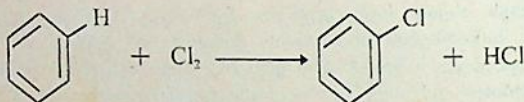
ასიმეტრიული (as)



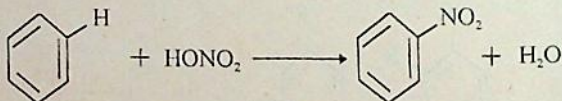
სიმეტრიული (s)

ამგვარად, კეკულეს სტრუქტურული ფორმულა კარგად ხსნიდა ორი და სამჩანაცვლებული ნაწარმების იზომერიას, სამაგიეროდ იგი ვერ ხსნიდა მათ ქიმიურ თვისებებს.

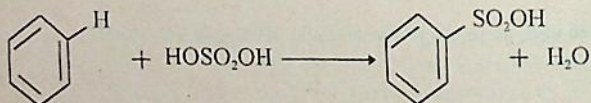
ბირთვში სამი ორმაგი ბმის არსებობის მიუხედავად, ბენზოლს ახასიათებს ჩანაცვლების რეაქციები. ასე მაგალითად, ქლორის მოქმედებით აღვლილი აქვს წყალბადის ჩანაცვლებას ქლორის ატომით:



ბენზოლზე ამოტყავას მოქმედებით წყალბადი ჩანაცვლება ნიტროზგუფით



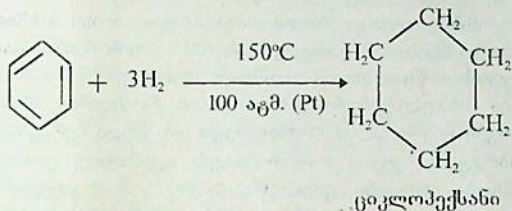
გოგირდმკვავას მოქმედებით კი წყალბადი ჩანაცვლება სულფოზგუფით



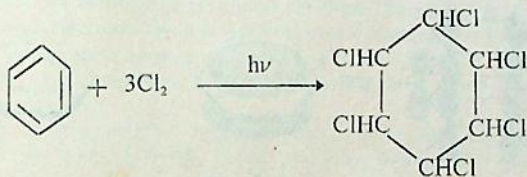
ამრიგად, ჩანაცვლების რეაქციებით ბენზოლი ემსგავსება ალკანებს, მაგრამ ალკანებისაგან განსხვავებით, მკაცრ პირობებში,

მაღალ გემპერატურაზე და კატალიზატორების თანაობისას, შედის მიერთების რეაქციებშიც. ასე მაგალითად, ბენზოლი იერთებს:

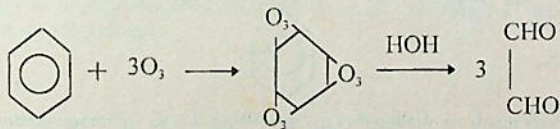
1) წყალბადს მაღალი წნევისა და გემპერატურის პირობებში, პლატინის კატალიზატორის თანდასწრებით



2) ქლორს, ულტრაიისფერი სხივებით დასხივების პირობებში და წარმოქმნის პექსაქლორციკლოქსანს



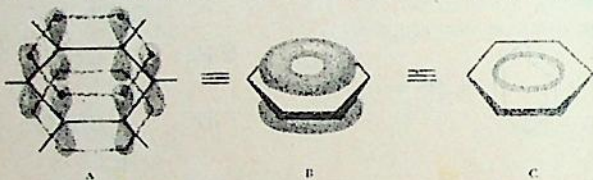
3) ოზონს, რომელიც უერთდება ორმაგბზიან ნაერთებს და წარმოქმნის ოზონიდს, რომლის დაშლით მიიღება სამი მოლეკულა გლიოქსალი



ბენზოლის ასეთი გაორებული ბუნება ახსნილი იქნა ელექტრონული თეორიით.

რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით დადგენილია, რომ ბენზოლის მოლეკულა ბრტყელი, წესიერი ექვსკუთხედიანია, სადაც ნახშირბადატომებს შორის არსებული ყველა ბმის სიგრძე თანაბარია

და შეადგენს 0,140 ნმ-ს, რაც ერთმავი (0,154 ნმ) და ორმავი ბმების (0,134 ნმ) სიგრძის საშუალოს წარმოადგენს. სავალენტო ბმებს შორის კუთხე ციკლში შეადგენს 120° , რაც იმაზე მეტყველებს, რომ ნახშირბადი აქ იმყოფება sp^2 -ჰიბრიდიზაციაში. სამი ჰიბრიდული sp^2 -ორბიტალის ლერძითი გადაფარვით თითო ნახშირბადის ატომი წარმოქმნის სამ მარტივ ბმას (σ) – ორს ნახშირბადატომთან და ერთს – წყალბადის ატომთან. თითოეულ ნახშირბადს კიდევ რჩება პანგელისებური p-ორბიტალი, რომლებიც ერთმანეთს გადაფარავენ გვერდულად σ -ბმის ზედა და ქვედა პერპენდიკულარულ სიბრტყეში. ექვსი p-ორბიტალის გვერდითი გადაფარვით წარმოიქმნება ერთიანი, ციკლური π -ბმა (ე. წ. π -ელექტრონული სექსტეტი), რომელიც თანაბრად არის განაწილებული მოლეკულაში. π -ელექტრონული სიმკვრივის თანაბრად განაწილებას მოლეკულაში ელექტრონული სიმკვრივის დელოკალიზაცია ეწოდება.



ბენზოლის ბირთვში π -ელექტრონული სიმკვრივის დელოკალიზაციას გამოსახავენ ექვსკუთხედში ჩაწერილი წრეწირით



ბენზოლის თანამედროვე ფორმულასთან ერთად გამოყენებულია კეკულეს ფორმულაც, რომელსაც დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა. π -ელექტრონული სიმკვრივის დელოკალიზაცია ბირთვში განაპირობებს ბენზოლის მიდრეკილებას ჩანაცვლების რეაქციებისადმი და მიერთების რეაქციებისადმი მის პასიურობას, რასაც არომატული ბუნება ეწოდება.

ბენზოლის ბირთვის მდგრადობას კარგად ხსნის მისი ჰიდრირების სითბური ეფექტი. რაღვან ერთი მოლი ციკლოპექსენის ჰიდრირების დროს გამოიყოფა 120 კჯ/მოლი, ერთი მოლი ბენზოლის ჰიდრირების დროს უნდა გამოიყოფილიყო 3-ჯერ მეტი სითბო $120 \times 3 = 360$ კჯ/მოლი, მაგრამ ბენზოლის ჰიდრირების სითბური ეფექტი ნაკლებია და შეადგენს 209 კჯ/მოლს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ბენზოლი ენერგეტიკულად 151 კჯ/მოლ-ით უფრო ღარიბი სისტემაა და მაშასადამე, თერმოდინამიკურად უფრო მდგრადია, ვიდრე წარმოსახვითი 1,3,5-ციკლოპექსატრიენი. ამ ენერგიას (151 კჯ/მოლი) ბენზოლის დელოკალიზაციის, ანუ სტაბილიზაციის ენერგია ეწოდება.

ბრტყელი აღნაგობის უჯერ, ციკლურ, ან პოლიციკლურ მოლეკულას, რომელიც შეიცავს ორმაგი ბმების შეუღლებულ სისტემას დელოკალიზებულ მდგომარეობაში და ამის გამო აქვს მოსალოდნელზე ნაკლები შინაგანი ენერგია და გამოირჩევა დიდი თერმოდინამიკური მდგრადობით, არომატული მოლეკულა ეწოდება.

გერმანელი ქიმიკოსის პიუკელის მიხედვით მოლეკულა არომატულია, თუ მონოციკლურ, კოპლანარულ შეუღლებულ სისტემაში π -ელექტრონების რიცხვი უდრის $4n + 2$ (სადაც $n = 0, 1, 2, 3, \dots$). ასეთი მოლეკულა ენერგიით უფრო ღარიბია, ვიდრე შესაბამისი π -ბმების იზოლირებული სისტემა და ამიტომ გამოირჩევა დიდი სტაბილურობით.

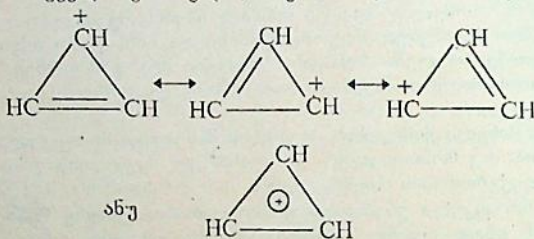
თუ მონოციკლური, შეუღლებული, კოპლანარული, სისტემა შეიცავს $4n$ π -ელექტრონს, მაშინ სისტემა ენერგიით უფრო მდიდარია, ვიდრე შესაბამისი π -ბმების იზოლირებული სისტემა (დიუარის წესი). ასეთ სისტემებს ანტიარომატული სისტემები ეწოდება. ანტიარომატული ნაერთები ძალზე არასტაბილური და მაშასადამე, ძალზე აქტიური ნივთიერებებია, რომლებიც წარმოქმნისთანავე განიცდიან დიმერიზაციას. ანტიარომატული ნაერთების მაგალითია ციკლობუტადიენი.



ანტიარომატული ნაერთები ელექტრონული აღნაგობით ბირადიკალებს წარმოადგენენ და გააჩნიათ ორი გაუწყვილებელი ელექტრონი. ზემოთ წარმოვსახვენილ მოსაზრებებს გააჩნიათ შუსტი კვანტურ-მექანიკური დასაბუთება.

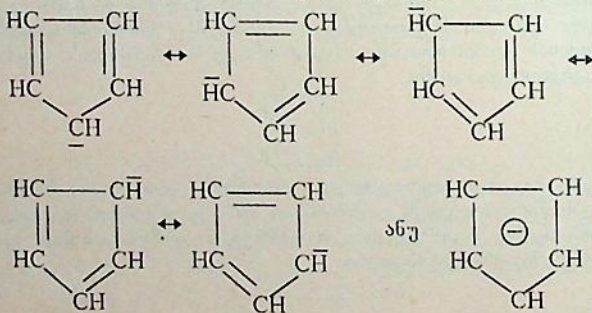
11.2 არაბენზოლური არომატული ნაერთები

ამგვარად, ჰიუკელის წესის მიხედვით, არომატული თვისებები უნდა ჰქონდეს არა მარტო ბენზოლის ბირთვის შემსუვლ ნაერთებს, არამედ ისეთ ციკლურ ნაერთებსაც, რომლებიც აკმაყოფილებენ ჰიუკელის ფორმულას. ასეთი არაბენზოლური არომატული ნაერთების უმარტივესი მაგალითია ციკლოპროპენილკატიონი, რომელიც შეიცავს 2π -ელექტრონის სამწევრიან ციკლში და აკმაყოფილებს ჰიუკელის ფორმულას, როცა $n = 0$ ($4 \cdot 0 + 2 = 2$).

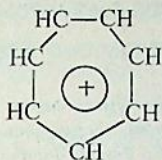


ამ ციკლში სამივე ბმა ერთნაირი სიგრძისაა, რაც π -ელექტრონების დელოკალიზაციის შედეგია. თვით ციკლოპროპენილის კატიონი არ არსებობს, მაგრამ არსებობს მისი ტრიფენილნაწარმი, რომელიც საკმაოდ მდგრადია მიერთების რეაქციებისადმი.

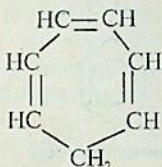
არომატული ხასიათი აქვს ციკლოპენტადიენის ანიონს:



ციკლოპენტაგრიენილ კატიონს:

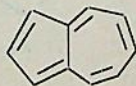


ციკლოპენტაგრიენი



მართალია, შეიცავს არომატულ სექსტეტს, მაგრამ არომატული ბუნების არ არის იმის გამო, რომ ციკლის შედგენილობაში შედის ერთი CH_2 -ის ჯგუფი, სადაც ნახშირბადატომი sp^3 -ჰიბრიდიზაციაშია. თუ CH_2 ჯგუფი გასცემს ერთ ელექტრონს და ნახშირბადატომი გადავა sp^2 -ჰიბრიდიზაციაში, მაშინ ციკლოპენტაგრიენი დაიმუხტება დადებითად და შესაძლებელი გახდება არომატული სექსტეტის დელოკალიზაცია და, ცხადია, ციკლოპენტაგრიენილ-კატიონს არომატული ბუნება ექნება.

ციკლოპენტადიენის და ციკლოპენტაგრიენის კონდენსირებული სისტემა, რომელსაც აზულენი ეწოდება არომატული ბუნებისაა იმის გამო, რომ ციკლოპენტაგრიენიდან ერთი ელექტრონი გადადის ციკლოპენტადიენის ციკლში და ორივეში წარმოიქმნება არომატული სექსტეტი. ამგვარად, აზულენი ციკლოპენტაგრიენილ-კატიონისა და ციკლოპენტადიენილ-ანიონის კონდენსირებული არომატული სისტემაა, რომელიც შედგება 10 π -ელექტრონისაგან. (ე. ი. $4n + 2$, სადაც $n = 2$)



11.3 არმატული ნახშირწყალბადების

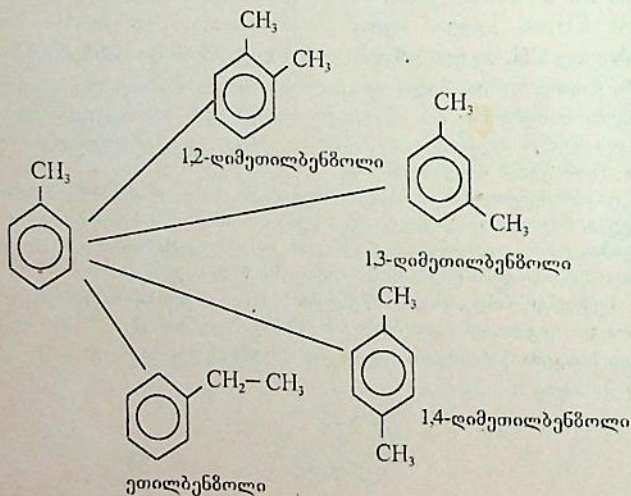
ჰომოლოგიური რიგი

თუ ბენზოლის ბირთვში წყალბადის ერთ ატომს ჩავენაცვლებთ მეთილის რადიკალით, მივიღებთ არომატული ნახშირწყალბადების ჰომოლოგიური რიგის მეორე წევრის – ტოლუოლის ფორმულას



მეთილბენზოლი

ტოლუოლში მეთილის რადიკალის ჩანაცვლების ოთხი შესაძლებლობა არსებობს:



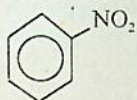
ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლებულ დიჰეითილნაწარმებს ქსილოლები ეწოდება. ქსილოლი არსებობს სამი იზომერის: ორიო, მეგა და პარა-ქსილოლების სახით.

არომატული ნახშირწყალბადების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-6} .

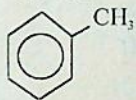
11.4 არომატული ნაერთების ნომენკლატურა

არომატულ ნახშირწყალბადებს ზოგადად არენები ეწოდება, ხოლო შესაბამის რადიკალებს – არილის რადიკალი და ალინიზნება Ar-ით. ბენზოლის რადიკალს ფენილი ეწოდება.

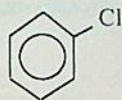
ბენზოლის მარტივი ერთჩანაცვლებული ნაწარმები წაიკითხება როგორც ბენზოლში ჩანაცვლებული პროდუქტები. მაგალითად,



ნიტრობენზოლი

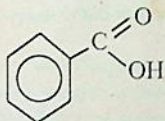


მეთილბენზოლი

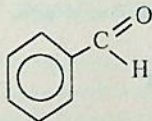


ქლორბენზოლი

ერთჩანაცვლებული ბენზოლის უმრავლესობას აქვს გრივიალური სახელწოდება. მაგალითად,



ბენზოის მჟავა



ბენზალდეჰიდი

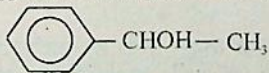


ანილინი

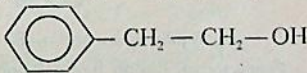


ფენოლი

რთულ შემთხვევაში ბენზოლის ბირთვს განიხილავენ როგორც რადიკალს და კითხულობენ როგორც აციკლურ ნაერთში ფენილის რადიკალით ჩანაცვლებულ ნაერთებს. მაგალითად,



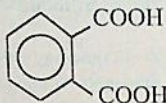
1-ფენილეთანოლი



2-ფენილეთანოლი

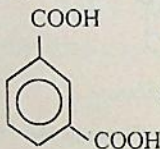
ფენილის რადიკალს ზოგადად აღნიშნავენ Ph.

ორჩანაცვლებულ ნაწარმს აღნიშნავენ, ორთო, მეტა და პარა წინსართით. ორთო ეწოდება ისეთ ორჩანაცვლებულ ნაწარმს, სადაც ორი რადიკალი ერთმანეთის მიმდევრობითაა ჩანაცვლებული (1,2-ნაწარმი). მაგალითად,



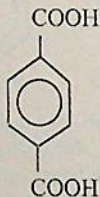
ორთო-ფთალის მკეაეა

მეტა ეწოდება ისეთ ორჩანაცვლებულ ნაწარმს, სადაც ორი რადიკალი ერთმანეთისაგან დაცილებულია ერთი ნახშირბადატომით (1,3-ნაწარმი). მაგალითად,



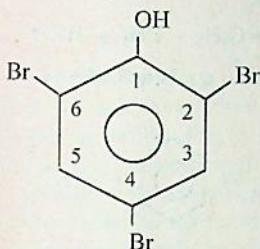
მეტა-ფთალის მკეაეა

პარა ეწოდება ისეთ ერთჩანაცვლებულ ნაწარმს, სადაც ორი რადიკალი ერთმანეთისაგან დაცილებულია ორი ნახშირბადატომით (1,4-ნაწარმი). მაგალითად,

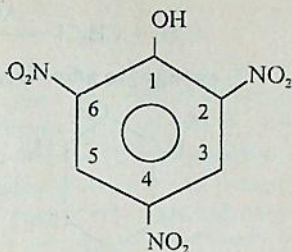


პარა-ფთალის მკეაეა

თუ ბენზოლის ბირთოეში ჩანაცვლებულია სამი და უფრო მეტი რადიკალი, მაშინ მათი მდებარეობა ბირთოეში აღინიშნება ციფრებით (ლოკანგებით). მაგალითად

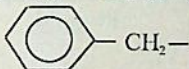


2,4,6-ტრიბრომოფენოლი



2,4,6-ტრინიტროფენოლი

არომატულ ნაერთებში ფართოდ არის გავრცელებული ზოგიერთი რადიკალის გრივიალური სახელწოდებაც. ასე მაგალითად,



რადიკალს ბენზილის რადიკალი ეწოდება.

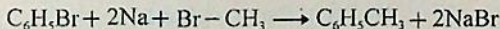
11:5 არომატული ნახშირწყალბადების

მიღების მეთოდები

არომატული ნახშირწყალბადების მიღების ბუნებრივი მეთოდებიდან აღსანიშნავია მათი მიღება ქვანახშირის კუპრიდან და არომატული ნავთობიდან, როგორცაა ბორნეოს ნავთობი.

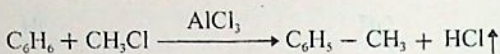
სინთეზური მეთოდებიდან აღსანიშნავია:

1) ვიურც-ფიტიგის რეაქცია, რომელიც მდგომარეობს არომატული და ნაჯერი ნახშირწყალბადების ჰალოგენნაწარმებზე ლითონური ნატრიუმის მოქმედებაში

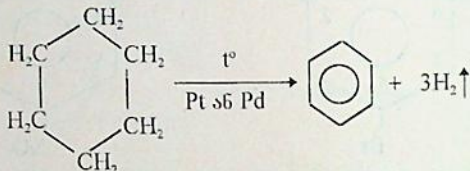


ამ რეაქციის მექანიზმი ვიურცის რეაქციის ანალოგიურია.

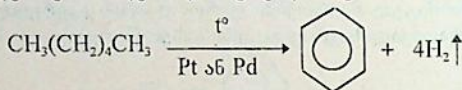
2) ფრიდელ-კრაფტსის რეაქცია - არომატულ ნახშირწყალბადებზე ჰალოგენნაწარმების მოქმედება უწყლო ალუმინის ქლორიდის თანდასწრებით.



3) ალიციკლური ნაერთების დეჰიდრირება



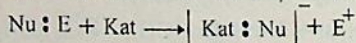
4) ალკანების დეჰიდროციკლიზაცია



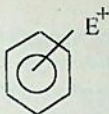
11.6 არომატული ნახშირწყალბადების თვისებები

არომატული ნახშირწყალბადები სითხეებია, აქეთ დამახასიათებელი სუნი, იწვიან ჭეარგლიანი ალით და მაღალი ოქტანური რიცხვი ახასიათებთ.

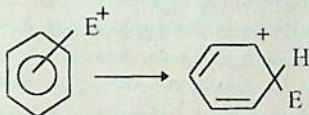
დელიკალიბებული π -ელექტრონული დრუბლების არსებობის გამო არომატულ ნახშირწყალბადებს ახასიათებთ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები (S_E). ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქცია ბენზოლში მიმდინარეობს კატალიზატორების თანდასწრებით. კატალიზატორი იონურად ხლიჩავს რეაგენტის მოლეკულას და წარმოქმნის ელექტროფილურ ნაწილაკს,



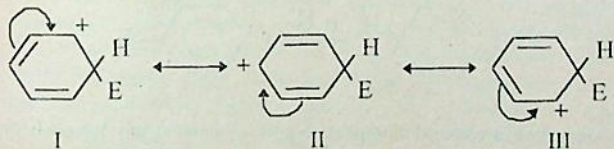
რომელიც რეაქციის პირველ სტადიაზე ბირთვის π -ელექტრონულ დრუბელს უერთდება და წარმოქმნის π -კომპლექსს.



π -კომპლექსი ჭეშმარიტი ქიმიური ნაერთი არ არის. π -კომპლექსიდან შემდეგ წარმოიქმნება σ -კომპლექსი (ე. წ. უელანდის კომპლექსი), სადაც ელექტროფილური ნაწილაკი (E^+) დაკავშირებულია ბირთვის ნახშირბადატომთან. დაკავშირება სორციელდება ერთ-ერთი π -ბმის საშუალებით, რომელიც არომატული სექსტეტის შემადგენლობიდან გამოდის ბირთვის გარეთ და ნახშირბადის ის ატომი, რომელსაც უერთდება ნუკლეოფილური ნაწილაკი, გადადის sp^3 -ჰიბრიდიზაციაში.



σ -კომპლექსი ციკლური აღნაგობის უჯერი კარბკაციონია, რომელშიც დარღვეულია ბირთვის არომატული ბუნება. σ -კომპლექსის წარმოქმნა ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის II-სტადიაა. σ -კომპლექსი სამი მეზომერული ფორმის სახით არსებობს.

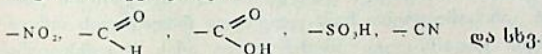


I სტრუქტურაში მეორე ნახშირბადის დადებით მუხტს, ანუ ელექტრონულ დეფიციტს ავსებენ მეზობელი ნახშირბადის π -ელექტრონები და I სტრუქტურა გადადის II სტრუქტურაში, სადაც დადებითი მუხტი გააჩნია მეოთხე ნახშირბადატომს. მეოთხე ნახშირბადის ელექტრონულ დეფიციტს ახლა ავსებენ მეზობელი ნახშირბადის π -ელექტრონები და II სტრუქტურა ახლა გადადის III სტრუქტურა-

11.7 ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლების ორიენტაცია

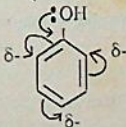
როგორც ცნობილია, ორჩანაცვლებულ ბენზოლს გააჩნია სამი იზომერი – ორთო, მეტა და პარა. მეორე რადიკალის მდებარეობა ბენზოლის ბირთვში, ანუ ბირთვში შემოსული მეორე რადიკალის ორიენტაცია დამოკიდებულია ბირთვში უკვე არსებული ჩამნაცვლების ბუნებაზე. ორიენტაციის ბუნების მიხედვით ჩამნაცვლებები იყოფიან ორ ჯგუფად: I რიგისა და II რიგის ჩამნაცვლებები (ორიენტანტები).

I რიგის ჩამნაცვლებებს ეკუთვნიან ისეთი რადიკალები, რომლებიც შეიცავენ მარტივ ბმებს, ხოლო II რიგის ჩამნაცვლებებს ეკუთვნიან ისეთი რადიკალები, რომლებიც შეიცავენ უჯერ ბმებს. I რიგის ჩამნაცვლებებია: R (ნაჯერი ნახშირწყალბადის რადიკალი), Hal (ჰალოგენები), $-OH$, $-NH_2$, $-N(CH_3)_2$ და სხვ. II რიგის ჩამნაცვლებებია

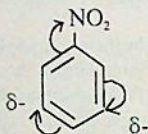


I რიგის ჩამნაცვლებები ბირთვში შემოსულ ელექტროფილურ რადიკალს მიმართავენ ორთო და პარა მდებარეობაში, ხოლო II რიგის ჩამნაცვლებები – მეტა მდებარეობაში.

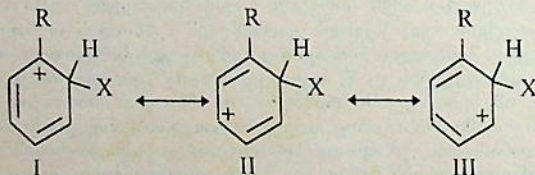
პირველი რიგის ჩამნაცვლებები ელექტროდონორული ბუნებისაა და ამჟღავნებენ დადებით მემომერულ (+M) ეფექტს π - π შეუღლების გამო. გამონაკლისია ჰალოგენები, რომლებსაც ძლიერი უარყოფითი ინდუქციური (-I) და სუსტი დადებითი მემომერული (+M) ეფექტი აქვს. პირველი რიგის ჩამნაცვლებები თავისუფალ ელექტრონულ წყვილს გადასწევენ ბენზოლის ბირთვისაკენ და იწვევენ ბენზოლის ბირთვში ელექტრონული სიმკვრივის არათანაბარ განაწილებას (ე. წ. დესიმეტრიზაციას) ელექტრონული სიმკვრივე ამ შემთხვევაში რამდენადმე იზრდება ორთო და პარამდებარეობაში, რის გამოც ელექტროფილური ჩანაცვლება ბირთვში მძლინარეობს ორთო და პარამდებარეობაში. ამის გამო I რიგის ჩამნაცვლებებს ორთო და პარა-ორიენტანტები ეწოდება.



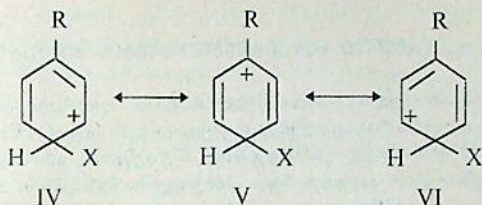
მეორე რიგის ჩამნაცვლებლები ელექტროაქცეპტორული ბუნე-
ბისაა და ამქადავებენ უარყოფით ინდუქციურ (-I) და უარყოფით
მეზომერულ (-M) ეფექტებს $\pi - \pi$ შეუღლების გამო. ისინი ბენზო-
ლის ბირთვიდან იზიდავენ ელექტრონულ სიმკვრივეს და არღვე-
ვენ ბირთვში ელექტრონული სიმკვრივის თანაბარ განაწილებას.
ბირთვში ელექტრონული სიმკვრივე რამდენადმე იზრდება მეტა-
მდებარეობაში და ელექტროფილური ჩანაცვლებაც მეტა-მდებარე-
ობაში მიმდინარეობს, ამიგომ II რიგის ჩამნაცვლებლებს მეტა-ორი-
ენგანგები ეწოდება.



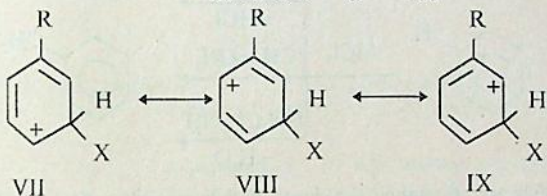
ბენზოლის ბირთვში ორიენგაციის მოვლენა მარგო სტატისტი-
კურ მდებარეობაში არსებული ელექტრონული სიმკვრივის განა-
წილებით არ განისაზღვრება. ჩანაცვლებული რადიკალის ორიენ-
გაციის საქმეში ვადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს σ -კომპლექსის
მდგრადობას. რაც უფრო სტაბილურია σ -კომპლექსი, მით უფრო
ნაკლები აქტივაციის ენერგიაა საჭირო მის წარმოსაქმნელად და
მით უფრო ადვილად წარმოიქმნება იგი. σ -კომპლექსის სტაბილუ-
რობა კი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად ეფექტურია მისი
მუხტის კომპენსაცია ჩამნაცვლებლის მიერ. ორთო, მეტა და პარა-
ჩანაცვლებულ σ -კომპლექსში დადებითი მუხტის განაწილება აისა-
ხება შემდეგი კანონიკური სტრუქტურებით.



ორთო-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსი



პარა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსი



მეტა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსი

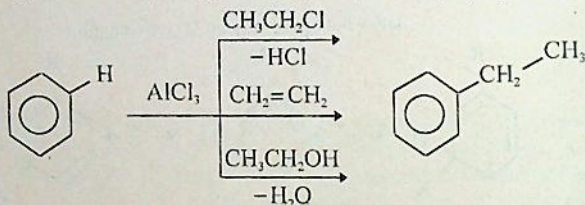
თუ R ელექტროდონორული ჯგუფია, მაშინ ორთო და პარა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსის I და V სტრუქტურაში არსებული დადებითი მუხტის კომპენსაცია რადიკალის მიერ მაქსიმალურია და ამიგომ σ -კომპლექსიც უფრო სტაბილურია. ორთო და პარა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსის მდგრადობა კი განაპირობებს I რიგის ჩამნაცვლებლების ორთო და პარა-ორიენტაციას.

თუ R ელექტროაქცეპტორული ჯგუფია, მაშინ ცხადია, σ -კომპლექსის დადებითი მუხტის კომპენსაციას I და V სტრუქტურა სრულებითაც არ უწყობს ხელს, რადგან R-ის გავლენით ბირთვის ნახშირბადი ისედაც დადებითად იმუხტება, რაც σ -კომპლექსის დესტაბილიზაციას იწვევს. ამგვარად (ორთო და პარა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსის გამორიცხვის შემდეგ) ყველაზე მდგრადია მეტა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსი, განსაკუთრებით VII სტრუქტურა, სადაც σ -კომპლექსის დადებითი მუხტი, ბირთვის ნაწილობრივ დადებითად (δ^+) დამუხტული ნახშირბადიდან მაქსიმალურად არის დაცილებული. მეტა-ჩანაცვლებული σ -კომპლექსის მდგრადობა განაპირობებს II რიგის ჩამნაცვლებლების მეტა-ორიენტაციას.

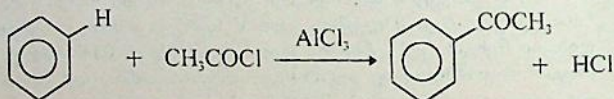
11.8 არომატული ნახშირწყალბადების ჰიმიური თვისებები

არომატული ნახშირწყალბადების დამახასიათებელი ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

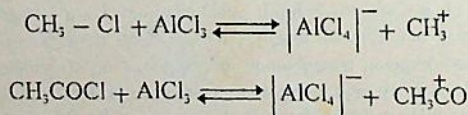
1) **ფრიდელ-კრაფტის რეაქცია.** არომატული ნახშირწყალბადების ალკილირება ჰალოგენაწარმებით, ალკენებით, ან სპირტებით მშრალი ალუმინის ქლორიდის თანდასწრებით



ფრიდელ-კრაფტის რეაქციას წარმოადგენს აგრეთვე არომატული ნახშირწყალბადების აცილირება ქლორანჰიდრიდებით, ან მკაუბათა ანჰიდრიდებით მშრალი ალუმინის ქლორიდის თანდასწრებით

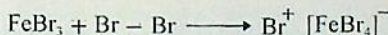


ფრიდელ-კრაფტის აღნიშნული რეაქციები მიმდინარეობენ S_E მექანიზმით.

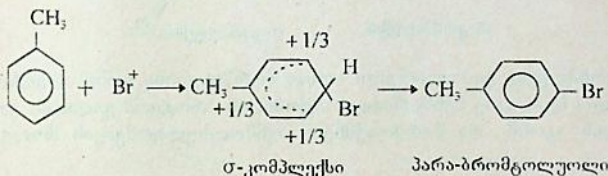


2) **ჰალოგენირება.** ბენზოლის ნაწარმების ჰალოგენირება პირობების მიხედვით მიმდინარეობს ან ბირთვში, ან ვეერლით ჯაჭვში. კატალიზატორების თანდასწრებით გოლულის ჰალოგენირება მიმდინარეობს ბენზოლის ბირთვში, ხოლო უკატალიზატოროდ, მაღალ ტემპერატურაზე, ან სინათლეზე – ვეერლით ჯაჭვში.

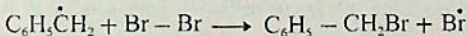
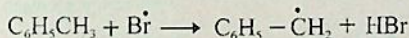
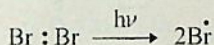
ბენზოლის ბირთვში გოლუოლის ბრომირება მიმდინარეობს რკინა(III)-ის ბრომიდის თანაობისას, რომელიც ბრომის მოლეკულასთან წარმოქმნის კომპლექსნაერის, რომელიც შეიცავს ბრომის კატიონს,



ბრომის კატიონი შედის ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში გოლუოლთან (S_E) და წარმოქმნის ორთო და პარა ბრომ-გოლუოლს



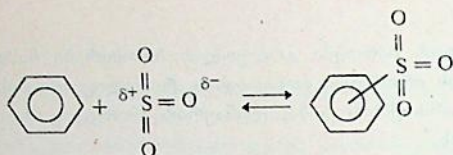
გვერდით ჯაჭვში ბრომირება მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმით (S_R)



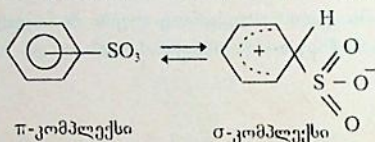
და მიიღება მონობრომ, დიბრომ და ტრიბრომფენილმეთანი.

3) სულფირება. არომატული ნაერთები სულფირებას განიცდიან ვოგირდმეჯავას ან ვოგირდის ტრიოქსიდის (SO_3) მოქმედებით. ვოგირდის ტრიოქსიდის მოლეკულაში ვოგირდი ნაწილობრივ დადებითად არის დამუხტული, ხოლო ეანგბადი - ნაწილობრივ უარყოფითად.

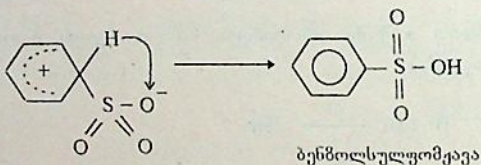
რეაქციის პირველ სტადიაზე წარმოიქმნება π -კომპლექსი



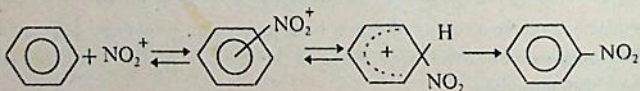
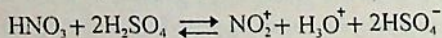
π -კომპლექსიდან შემდეგ წარმოიქმნება σ -კომპლექსი



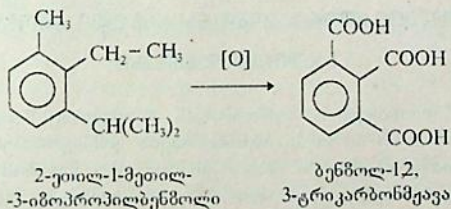
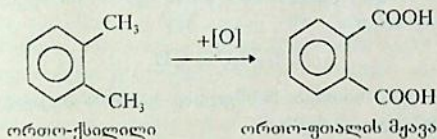
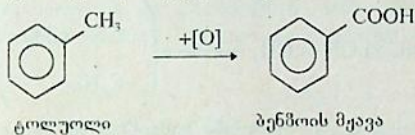
σ -კომპლექსი ბიპოლარული იონია (ორმუხტიანი იონი). რეაქციის ბოლო სტადიაზე ნახშირბადის ატომიდან პროტონი ვადადის ეანგბადის ატომზე და წარმოიქმნება ბენზოლსულფომკევას მოლეკულა



4) **ნიტრირება.** არომატული ნაერთების ნიტრირებას ახლენ ამოგმევასა და გოჯირღმევას სარევიტ, ე. წ. მანიტრირებული ნარევიტ, რომელიც შეიცავს ნიტრონიუმის კატიონს NO_2^+



5) **დაქანგვა.** თვით ბენზოლი ძნელად იქანგება, ხოლო მისი პოძოლოგები – შედარებით ადვილად. არომატული ნახშირწყალბადები, რომლებიც შეიცავენ გვერდით ჯაჭვს, იქანგება კალიუმის პერმანგანატის ცხელი ხსნარით და გვერდითი ჯაჭვის აღნაგობისა და სიდიდის მიუხედავად, ყოველი განშტოების ადგილას წარმოიქმნება კარბოქსილის ჯგუფი. მაგალითად.

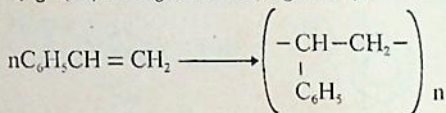


11.9 უჯერი არომატული ნახშირწყალბადები

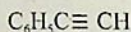
უჯერი არომატული ნახშირწყალბადები გვერდით ჯაჭვში შეიცავენ უჯერ ბმებს. უჯერი არომატული ნახშირწყალბადებიდან აღსანიშნავია სტიროლი და ფენილაცეტილენი.

სტიროლი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ეთილენში ფენილის რადიკალის ჩანაცვლების პროდუქტი $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$. იგი

დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეა. მისი ქიმიური თვისებები განპირობებულია ორმაგი ბმისა და ბენზოლის ბირთვის თვისებებით. ბენზოლის ბირთვის ვალენით ორმაგი ბმა უფრო აქტიურია, ვიდრე ალკენებში და სტიროლი უფრო ადვილად განიცდის პოლიმერიზაციას როგორც კატალიზატორის თანდასწრებით, ისე უკატალიზატოროდაც და წარმოქმნის პოლისტიროლს.



ფენილაცეტილენი შეიძლება განვიხილოთ როგორც აცეტილენის ნაწარმი, სადაც წყალბადის ერთი ატომი ჩანაცვლებულია ფენილის რადიკალით.

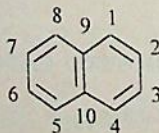


ფენილაცეტილენი სითხეა, რომელსაც გააჩნია აცეტილენის ყველა დამახასიათებელი თვისება.

11.10 პოლიციკლური კონდენსირებული არომატული

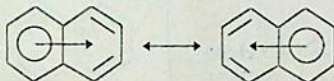
ნახშირწყალბადები

ისეთი არომატული ნაერთებიდან, რომლებიც შეიცავენ რამდენიმე ბენზოლის ბირთვს, აღსანიშნავია კონდენსირებული მრავალბირთვიანი ნაერთები. მათი უმარტივესი წარმომადგენელია ნაფთალინი, რომელიც ბენზოლის ორი ბირთვისაგან შედგება:



ნაფთალინის წარმომადგენს ციკლურ შეუღლებულ სისტემას, რომელიც შეიცავს 10 π -ელექტრონს. ეს 10 π -ელექტრონი განაწილებულია ბენზოლის ორ ბირთვს შორის და ქიუკელის თანახმად, არო-

მაგული ბუნებისაა, რადგან შეიცავს $(4n + 2)$ π -ელექტრონს შეუღლებულ მდგომარეობაში, როცა $n = 2$. ($4 \cdot 2 + 2 = 10$) 10 π -ელექტრონი ბენზოლის ორ ბირთვს შორის თანაბრად არ არის განაწილებული. 10 π -ელექტრონიდან ერთ-ერთ ბირთვში წარმოიქმნება ერთი არომატული სექსტეტი, ხოლო მეორეში π -ელექტრონების რიცხვი იქნება ოთხი. არომატული სექსტეტის ორი ელექტრონი გადადის მეორე ბირთვში და წარმოიქმნის ახალ არომატულ სექსტეტს და პირიქით. კლარის მიხედვით ნაფთალინის აღნაგობა ასე გამოისახება



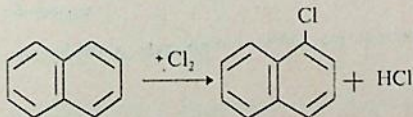
მაშასადამე, არომატული სექსტეტის ორი ელექტრონი განაწილებულია ბენზოლის ორ ბირთვს შორის და ამის გამო ნაფთალინის არომატული ბუნება შესუსტებულია. არომატული თვისებების შესუსტებას დელოკალიზაციის ენერჯიის შემცირებაც ადასტურებს. ნაფთალინის დელოკალიზაციის ენერჯია (255 კჯ/მოლი) ნაკლებია ბენზოლის ორი ბირთვის დელოკალიზაციის ენერჯიის ჯამზე ($151 \times 2 = 302$ კჯ/მოლი).

ერთიანაცვლებულ ნაფთალინს ორი იზომერი აქვს - α და β . α -მდებარეობაა - 1, 4, 5, 8, ხოლო β - 2, 3, 6, 7 ნახშირბადატომებთან. ორ ჩანაცვლებულ ნაფთალინს კი აქვს 10 იზომერი.

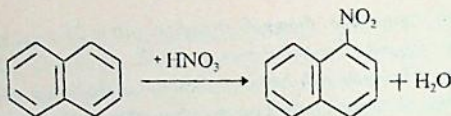
ნაფთალინი თეთრი, კრისტალური ნივთიერებაა დამახასიათებელი სუნით. აქვს ინსექტიციდური თვისებები.

ნაფთალინი ბენზოლზე უფრო ადვილად შედის ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში და წარმოიქმნის პროდუქტს α და β -იზომერებს. α -იზომერები წარმოიქმნება შედარებით ადვილად, ხოლო β -იზომერები - უფრო მკაცრ პირობებში. ასე მაგალითად, ნაფთალინის:

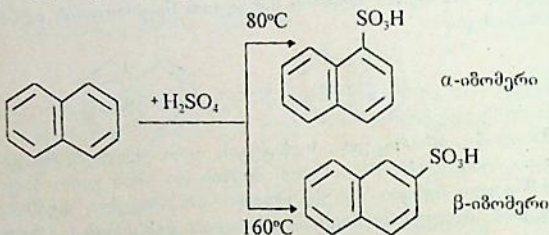
1) ქლორირებით მიიღება α -ქლორნაფთალინი



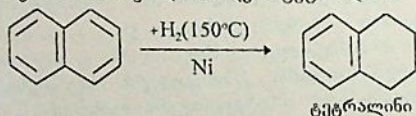
2) ნიგრირებით - α -ნიტრონაფთალინი



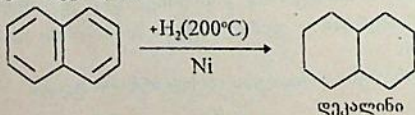
3) სულფირებით მიიღება როგორც α , ისე β -ნაწარმი. დაბალ ტემპერატურაზე მიიღება α -ნაფთილსულფომეკვა, ხოლო მაღალ ტემპერატურაზე - β -ნაფთილსულფომეკვა



4) ნაფთალინი ბენზოლთან შედარებით უფრო ადვილად იერთებს წყალბადს. ნაფთალინის კატალიზური ჰიდრირებით ჯერ ჰიდრირდება ერთი ბირთვი და მიიღება ტეტრალინი.

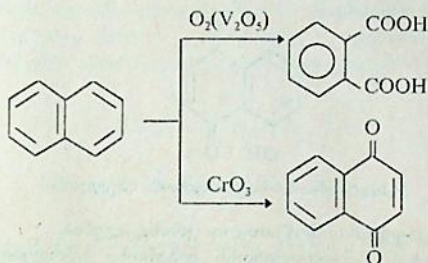


შემდეგ უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ჰიდრირდება მეორე ბირთვიც და მიიღება დეკალინი

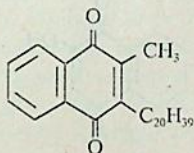


დეკალინი სითხეა და კარგი ორგანული გამხსნელია.

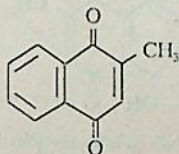
5) პაერის ეანგბადისა და ვანადიუმ(V)-ის ოქსიდის თანდასწრებით ნაფთალინი წარმოქმნის ორთო-ფთალის მჟავას, ხოლო ქრომ(VI)-ის ოქსიდით დაქანგვის შემთხვევაში - 1,4-ნაფთოქინონს.



ნაფთოქინონი-1,4 ყვეთელი კრისტალური ნივთიერებაა. ნაფთოქინონის ბირთვი შედის ვიგამინ K-ს შედგენილობაში

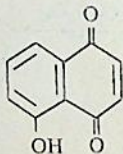


$C_{20}H_{39}$ უჯერი ერთატომიანი სპირტის - ფიგოლის ნაშთია (ფიგოლი უჯერი სპირტია, რომელიც მიღებული იქნა ქლოროფილის პიდროლიზით). ვიგამინ K-ს თვისებებს ამჟღავნებს აგრეთვე სინთეზურად მიღებული ნაერთიც - 2-მეთილნაფთოქინონი-1,4



ბუნებაში გავრცელებული ნაფთოქინონის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია: 5-პიდროქსი-1,4-ნაფთოქინონი, რომელსაც იუგლონი

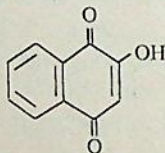
ეწოდება. იუგლონის გოქსიკური თვისებები თრგუნავს მარცვლოვანი კულტურების, პომიდორის, ვაშლისა და სხვა მცენარეების განვითარებას. იუგლონი ღიბი რაოდენობით შედის კაკლის (*Juglans regia*) გარსში (ხეჭბში), ფოთლებსა და ფესვებში, სადაც იგი გლიკომიდის სახით არსებობს და ადვილად გამოიყოფა თავისუფალი სახით



5-ჰიდროქსი-1,4-ნაფთოქინონი (იუგლონი)

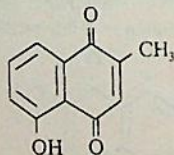
იუგლონი მოყავისფრო-მოწითალო კრისტალებია.

2-ჰიდროქსი-1,4-ნაფთოქინონს ლაუსონი ეწოდება. ლაუსონი მოყვითალო-მოყავისფრო პიგმენტია. შედის გროპიკული ბუჩქის — *lawsonia inermis* შედგენილობაში, რომელსაც ინა (ხნა) ეწოდება



ინა გამოიყენება თმის შესაღებად.

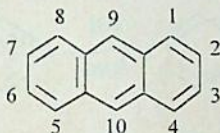
5-ჰიდროქსი-2-მეთილ-1,4-ნაფთოქინონი გამოყოფილი იქნა მცენარე *Plumbago*-დან და პლუმბაგო ეწოდება



პლუმბაგო ყვითელი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა.

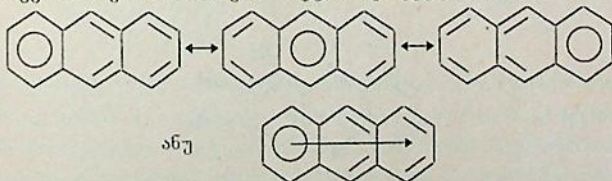
11.11 ანთრაცენი

ბენზოლის სამი ბირთვისაგან შექმდარი კონდენსირებული ნაერთებიდან ალხანიშნაჲია ანთრაცენი და ფენანთრენი. ანთრაცენი და ფენანთრენი ერთმანეთის იზომერია. ანთრაცენი წარმოადგენს ხაზოვან იზომერს. ხოლო ფენანთრენი – კუთხურ, ანუ ანგულარულ იზომერს. ანთრაცენი უფრო კრისტალური ნივთიერებაა



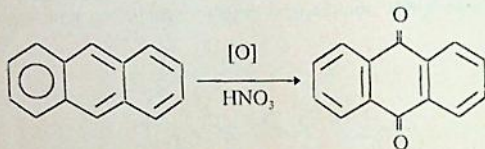
ერთიანაცვლებულ ანთრაცენს სამი იზომერი აქვს α , β და γ . α მდებარეობაა – 1, 4, 5 და 8; β – 2, 3, 6 და 7 და γ – 9 და 10.

ანთრაცენი ისეთი ციკლური შეუღლებული სისტემაა, რომელიც შეიცავს 14 π -ელექტრონს და ჰიუკელის თეორიის მიხედვით არომატულია, რადგან შეიცავს $(4n + 2)$ π -ელექტრონს (როცა $n = 3$), რომელიც ბენზოლის სამ ბირთვს შორის თანაბრად არის განაწილებული და ბრტყელი აღნაგობა აქვს. ანთრაცენის სამი ბირთვიდან მხოლოდ ერთი შეიცავს არომატულ სექსტეტს, ხოლო ორი დანარჩენი – ოთხ-ოთხ π -ელექტრონს. კლარის თეორიის მიხედვით, არომატული სექსტეტის ორი π -ელექტრონი გადადის მეორე და მესამე ბირთვში და შესაბამისად წარმოქმნის ახალ არომატულ სექსტეტს მეორე და მესამე ციკლში. ამიტომ ცხადია, ანთრაცენი არსებობს სამი კანონიკური სტრუქტურის სახით

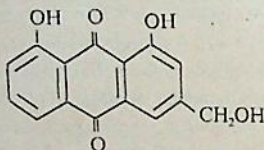


მაშასადამე, არომატული სექსტეტის ორი ელექტრონი გადაწილებულია ბენზოლის სამ ბირთვს შორის და უფრო „განრიხმუ-

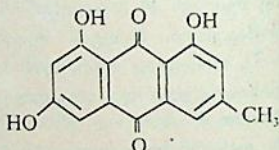
ლია“, ვიდრე ნაფთალინის მოლეკულაში. ამიგომ ანთრაცენი ნაფთალინთან შედარებით ნაკლებად არომატულია (ანთრაცენის დელოკალიზაციის ენერჯიაა 351 კჯ/მოლი) და მამასადაბე, უფრო აქტიური. განსაკუთრებით აქტიურია ანთრაცენის γ -წყალბადის ატომები, რომლებიც ადვილად იქანგებიან და გადადიან ანთრაქინონში



ანთრაქინონის ნაწარმები ფართოდ არის გაერცელებული ბუნებაში. 1,8-დიჰიდროქსიანთრაქინონის ნაწარმები: ემოლინ ალოე და ემოლინ ხეშავი შედის ალოესა და ხეშავის შეღვენილობაში და გამოყენებულია მედიცინაში როგორც სასაქმებელი

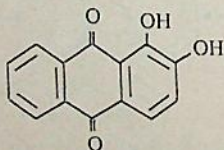


ემოლინ ალოე



ემოლინ ხეშავი

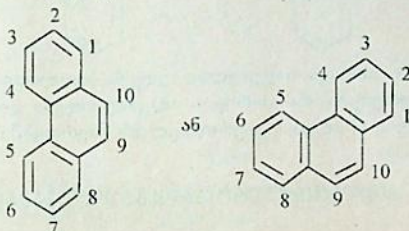
ანთრაქინონის 1,2-დიჰიდროქსინაწარმი წითელი ფერის საღებავია, რომელსაც ალიზარინი ეწოდება. ალიზარინი შედის მცენარეულ ნდროს ფესვებში



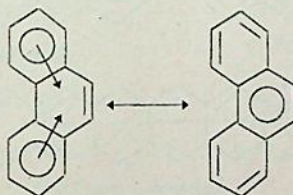
ალიზარინი

11.12 ფენანთრენი

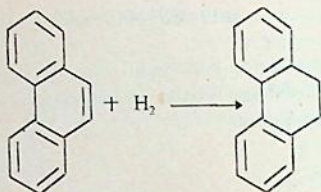
ფენანთრენი ანთრაცენის კუთხური, ანუ ანგულარული იზომერია და შედგება ბენზოლის სამი ბირთვისაგან. ფენანთრენის ფორმულას ორნაირად წერენ



ფენანთრენი უფრო არომატულია, ვიდრე ანთრაცენი (დელოკალიზაციის ენერგია შეადგენს 387 კჯ/მოლი), რადგან კუთხური აღნაგობის გამო 14 π -ელექტრონიდან ახლა წარმოიქმნება ორი არომატული სექსტეტი, ხოლო მესამე ბირთვში დარჩენილი ორი π -ელექტრონი არომატულ სექსტეტამდე ივსება მეზობელი ორი არომატული სექსტეტიდან



შუა ბირთვის ერთი π -ბმა თავისი თვისებებით ემსგავსება იზოლირებულ π -ბმას და ადვილად იხლიჩება. ამიტომ, რომ ფენანთრენს ჩანაცვლების რეაქციების ვარდა ახასიათებს მიერთების რეაქციებიც. მაგალითად, ფენანთრენი ადვილად იერთებს წყალბადს და წარმოქმნის დიჰიდროფენანთრენს

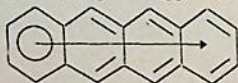


ფენანთრენის ბირთვი საფუძვლად უდევს ბიოლოგიურად აქტიურ ისეთ ნივთიერებებს, როგორცაა ალკალოიდები და სტეროიდები (ალკალოიდები იხილეთ პეტეროციკლურ ნაერთებში).

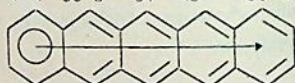
11.13 პოლიციკლური არომატული ნაერთები

4-ზე მეტი ბენზოლის ბირთვის შემცველი პოლიციკლური არომატული ნაერთები კონდენსაციის გზის მიხედვით არსებობენ ხაზოვანი, ანგულარული და პერი-კონდენსირებული.

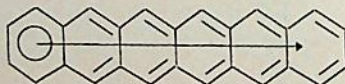
ხაზოვანი აღნაგობის კონდენსირებულ ნაერთებს ანთრაცენის მსგავსი აღნაგობა აქვთ და ზოგადად აცენები ეწოდება. აცენებია:



ანთრაცენი



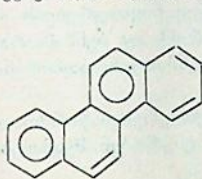
ფენანტენი



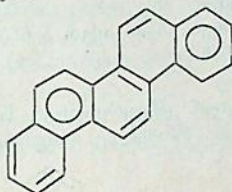
პერუსენი

არომატული ბირთვის რიცხვის ზრდასთან ერთად მცირდება მათი არომატული ბუნება და იზრდება მათი აქტიურობა მიერთების რეაქციებისადმი. ყველა აცენი შეფერილია: ანთრაცენი ღია-ყვითელი ფერის კრისტალებია, ფენანტენი – მოცისფრო-იისფერია, პერუსენი – მომწვანო-შავი.

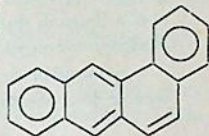
ანგულარული აღნაგობის კონდენსირებულ ნაერთებს ფენან-
თრენის მსგავსი აღნაგობა აქვთ და ზოგადად ფენები ეწოდება.
ფენებიდან აღსანიშნავია:



ქრიზენი



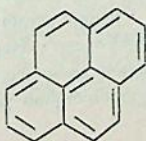
პიცენი



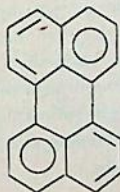
ბენზანთრაცენი

აცენებისაგან განსხვავებით, ფენებს ფერი არა აქვთ, ქიმიური თვისებებით კი ფენანთრენს ემსგავსებიან.

ისეთ კონდენსირებულ სისტემებს, სადაც არომატული ბირთვები ისეა კონდენსირებული, რომ შეიცავენ საერთო ნახშირბადატომებს სამ არომატულ ბირთვთან, პერი-კონდენსირებული სისტემები ეწოდება. პერი-კონდენსირებული მრავალბირთვიანი ნაერთებია:

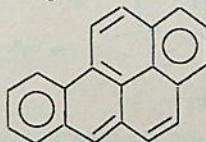


პირენი



პერილენი

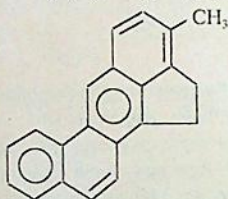
პირენის ნაწარმია ბენზპირენი



11.14 კანცეროგენული ნივთიერებები

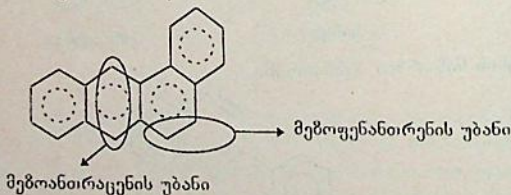
ზოგიერთი პოლიციკლური არომატული ნაერთები წარმოადგენენ კანცეროგენულ, ანუ კიბოს გამომწვევ ნივთიერებებს. ასეთი კანცეროგენული თვისებები აქვთ ბენზპირენს და ბენზანთრაცენს. ისინი შედიან ქვანახშირის ფისში (1,5%). ბენზპირენი აღმოჩენილია თამბაქოს ბოლშიც.

ერთ-ერთ ძლიერ კანცეროგენულ ნივთიერებას წარმოადგენს მეთილქოლანთრენი, რომელიც, როგორც ფიქრობენ, შეიძლება



წარმოიქმნას ან ქოლესტერინიდან, ან ქოლის მეფიდან, ან კიდევ სასქესო ჰორმონებიდან.

კანცეროგენულ თვისებებსა და პოლიციკლური ნახშირწყალბადის სტრუქტურას შორის პირდაპირი კავშირის დადგენა საკმაოდ რთული საკითხია. მრავალი პოლიციკლური ნახშირწყალბადის კანცეროგენული თვისებების შესწავლის შედეგად დადგენილი იქნა, რომ კანცეროგენული თვისებები დამოკიდებულია მოლეკულაში მეზოანთრაცენისა და მეზოფენანთრენის უბნების რეაქციისუნარიანობაზე.

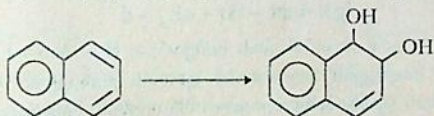


თუ პოლიციკლურ ნახშირწყალბადებში მეზოფენანთრენის უბანი აქტიურია, ხოლო მეზოანთრაცენის უბანი, მისი არსებობის

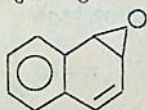
შემთხვევაში პასიური, მაშინ პოლიციკლური ნახშირწყალბადი კანცეროგენული თვისებისაა. თუმცა ეს წესი ემპირულია, მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში სწორად განსაზღვრავს პოლიციკლური ნახშირწყალბადის კანცეროგენულ თვისებას. მას გააჩნია სხვადასხვა თეორიული დასაბუთებაც (იხ. 11.15).

პოლიციკლური ნახშირწყალბადების კანცეროგენული თვისება მათ მეტაბოლიზმზეა დამოკიდებული.

ცნობილია, რომ ნაფთალინი ცხოველურ ორგანიზმში განიცდის მეტაბოლიზმს და გაღლის ტრანს-1,2-დიჰიდროქსინაფთალინში



ეს გადასვლა უნდა მიმდინარეობდეს შუალედური პროდუქტის 1,2-ეპოქსინაფთალინის წარმოქმნის გზით



ფიქრობენ, რომ კანცეროგენულია არა თვით პოლიციკლური ნახშირწყალბადები, არამედ მათი გარდაქმნის (მეტაბოლიზმის) პროდუქტები – ეპოქსიდები, რომლებიც ან უშუალოდ იწვევენ კიბოს, ან კანცეროგენული ნივთიერებების წინამორბედებს წარმოადგენენ.

11.15 „აღნაგობა-ბიოაქტიურობა“ კორელაციის

თეორიული ასპექტები

„აღნაგობა-ბიოაქტიურობა“ წარმოადგენს ზოგადი კორელაციის „აღნაგობა-თვისება“ კერძო შემთხვევას და მას თანამედროვე ქიმიაში, ბიოლოგიაში და, განსაკუთრებით, ფარმაკოქიმიაში – პრიორიტეტული მნიშვნელობა გააჩნია. ამ პრობლემის თეორიულ ასპექტში შესწავლა ხდება: კორელაციური ანალიზის მეშ-

ვეობით, კვანტური ქიმიის საზღვრებში და ალგებრული ქიმიის საფუძველზე.

მოლეკულათა ბიოაქტიურობის შესასწავლად კორელაციურ ანალიზში დღეისათვის ძირითადად სამი განტოლება გამოიყენება:

$$\tau = Bck$$

$$\lg \frac{1}{c} = a(\lg P)^2 + b(\lg P) + c \lg k + d$$

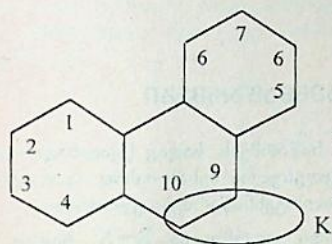
$$\lg k = a\pi + b\sigma + cE_s + d$$

სადაც: τ - ე. წ. ბიოპასუხის სიჩქარეა; B - ბიოსისტემასთან პრეპარატის მიღწევის ალბათობა დროის გარკვეულ მომენტში; k - ბიოპასუხის განმაპირობებელი პროცესის მალიმიტირებული სტადიის სიჩქარის ან წონასწორობის მუდმივა; a, b, c, d - ექსპერიმენტული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მიღებული რიცხობრივი კოეფიციენტები:

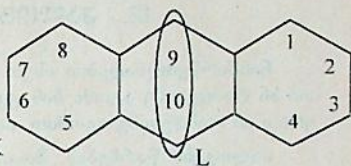
$$\pi = \lg \left(\frac{P}{P_R} \right)$$

სადაც P ბინარულ სისტემაში განაწილების კოეფიციენტია (ნახშირწყალბადი - წყალი). (ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ π -ს სიდიდე განსაზღვრულია 10000-ზე მეტი ნაერთისათვის). P_R - განაწილების კოეფიციენტია R ჩანაცვლებული ნაერთისათვის; σ - კამეტის მუდმივა; E_s - ჩამნაცვლებლის სივრცული მუდმივა.

კვანტური ქიმიის ფარგლებში შესაძლებელია მოლეკულის ელექტრონულ აღნაგობასა და მის ამა თუ იმ თვისებას (მათ შორის - ბიოლოგიურ თვისებას) შორის კავშირის წარმოჩენა. ასე მაგალითად, კონდენსირებული არომატული ნაერთებისათვის პიულმანების მიერ შესწავლილია კორელაცია მათ აღნაგობასა და კანცეროგენულ აქტიურობას შორის. შემოტანილია ე. წ. K და L უბნების ცნება. K -უბანი ეწოდება 9-10 გიპის ბმას ფენანტრენში, ხოლო L -უბანი 9-10 გიპის ბმას ანტრაყენში:



ფენანტრენი



ანტრაცენი

სპეციალური კვანტურ-მექანიკური პარამეტრის (ე. წ. ლოკალიზაციის ინდექსის) გამოყენებით მიღებულია K და L უბნების რადონობრივი მახასიათებლები, რომლებიც წარმოადგენენ შესაბამისი ნაერთის კანცეროგენული აქტიურობის პროგნოზირების კრიტერიუმს.

მათემატიკურ ქიმიაში „აღნაგობა-თვისება“ კორელაციის გამოსაყენებლად იყენებენ ე. წ. ტოპოლოგიურ ინდექსებს, რომელთა დიდი ნაწილი აგებულია მოლეკულური გრაფების საფუძველზე. ასე მაგალითად, კორელაცია კონდენსირებულ მრავალბირთვიან ბენზოიდურ არომატული სისტემების სტრუქტურასა და მის კანცეროგენულ აქტიუობას შორის შესწავლილია ე. წ. პერიმეტრული გრაფების მეთოდის გამოყენებით. მიღებული შედეგები მეტწილად ემთხვევა კვანტურ-ქიმიური გზით მიღებულ პროგნოზს, რაც აღნიშნული ორი მიდგომის კომპლექსურად გამოყენების შემთხვევაში პასუხის სისწორის ალბათობას მნიშვნელოვნად ამაღლებს.

12. ჰალოგენანარმები

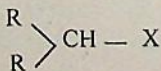
ნახშირწყალბადების ისეთ ნაწარმებს, სადაც წყალბადის ერთი ან რამდენიმე ატომი ჩანაცვლებულია შესაბამისად ქალოგენის ერთი ან რამდენიმე ატომით, ქალოგენნაწარმები ეწოდებათ.

ქალოგენნაწარმების ზოგადი ფორმულაა $R-X$, სადაც X არის ფთორის, ქლორის, ბრომის ან იოდის ატომი. ჩანაცვლებული ქალოგენის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ მონო, დი და პოლი-ქალოგენნაწარმებს, ხოლო რადიკალის ბუნების მიხედვით – ნაჯერ, უჯერ, არომატულ ქალოგენნაწარმებს.

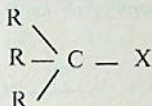
12.1 ნაჯერი მონოჰალოგენანარმები

ანუ მონოჰალოგენალკანები

მონოქალოგენალკანები ალკანების ნაწარმებია, სადაც წყალბადის ერთი ატომი ჩანაცვლებულია ქალოგენის ერთი ატომით. მათი ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n+1}X$. მონოქალოგენალკანების იზომერია გამოწვეულია როგორც რადიკალის აღნაგობით (ჯაჭვის იზომერია), ისე ქალოგენის მდებარეობით ნახშირწყალბადატომთა ჯაჭვში (ქალოგენის მდებარეობის იზომერია). ქალოგენის მდებარეობის მიხედვით არჩევენ: პირველად, მეორეულ და მესამეულ ქალოგენნაწარმებს. პირველადი ეწოდებათ ისეთ ქალოგენნაწარმებს, სადაც ქალოგენი დაკავშირებულია პირველად ნახშირწყალბადებთან, მათი ზოგადი ფორმულაა $R-CH_2-X$. მეორეული ეწოდება ისეთ ქალოგენნაწარმებს, სადაც ქალოგენი დაკავშირებულია მეორეულ ნახშირბადატომთან. მათი ზოგადი ფორმულაა

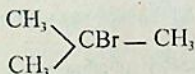


მესამეული ეწოდება ისეთ პალოგენნაწარმებს, სადაც პალოგენი დაკავშირებულია მესამეულ ნახშირბადატომთან. მათი ზოგადი ფორმულაა



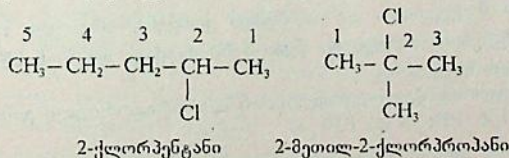
12.1.1 ნომენკლატურა

მონოპალოგენალკანებს რაციონალური ნომენკლატურით კლასულობენ პალოგენისა და რადიკალის სახელწოდების მიხედვით, ამასთან, პალოგენს ასახელებენ ან რადიკალის წინ, ან შემდეგ მაგალითად, CH_3-Cl - ქლორიანი მეთილი, ან მეთილქლორიდი, $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3$ - ქლორიანი იზოპროპილი ან იზოპროპილქლორიდი,



- ბრომიანი მესამეული ბუტილი ან მესამეული ბუტილბრომიდი.

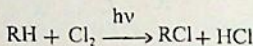
საერთაშორისო ნომენკლატურით პალოგენალკანებს კითხულობენ როგორც ალკანებს, რომლის ძირითად ჯაჭვში პალოგენის მდებარეობას ლოკანტებით აღნიშნავენ. მაგალითად:



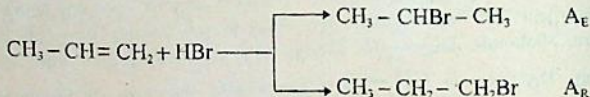
12.1.2 მიღების მეთოდები

მონოჰალოგენალკანების მიღების მეთოდებიდან აღსანიშნავია

1) პარაფინებზე ჰალოგენის მოქმედება, რომელიც ალკანებში განვიხილეთ.



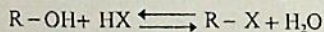
2) ალკენებთან ჰალოგენწყალბადის მიერთება – ჰიდროჰალოგენირება, რომელიც არასიმეტრიულ ალკენების შემთხვევაში მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის თანახმად (A_E მექანიზმის შემთხვევაში), ან საწინააღმდეგოდ (A_R მექანიზმის შემთხვევაში).



ჰალოგენწყალბადებიდან ალკენებს ყველაზე ენერგიულად უერთდება იოდწყალბადი და ყველაზე ძნელად – ქლორწყალბადი.

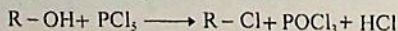
3) სპირტზე ჰალოგენწყალბადის ან ფოსფორის ჰალოგენიდის მოქმედება.

სპირტებთან ყველაზე ენერგიულად მოქმედებს იოდწყალბადი, შემდეგ ბრომწყალბადი და ყველაზე ძნელად – ქლორწყალბადი. სპირტებიდან ყველაზე ენერგიულად ურთიერთქმედებს მესამეული, შემდეგ მეორეული და ბოლოს – პირველადი სპირტი

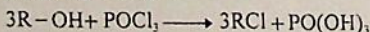


რეაქცია შექცევადია და აგარებენ კონცენტრირებული H_2SO_4 -ის თანდასწრებით, რომელიც წყალს შთანთქავს და წონასწორობას გადასწევს მარჯვნივ.

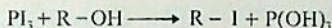
ფოსფორის ჰალოგენიდებიდან ლაბორატორიული გამოყენება აქვს PCl_5 -ს, PBr_3 -ს და PBr_5 -ს



გაცხელებით რეაქცია გრძელდება



ლაბორატორიულ პირობებში ფოსფორის ბრომიდსა და იოდიდს ხშირად უშუალოდ სარეაქციო ნარევეში იღებენ წითელი ფოსფორისა და ბრომის, ან იოდის შერევით



12.1.3 ფიზიკური თვისებები

ჰალოგენწარმები უფრო ნაერთებია. კომოლოგიური რიგის პირველი წევრები CH_3Cl , C_2H_5Cl და CH_3Br აირადი ნივთიერებებია, მომდევნოები სითხეებს წარმოადგენენ; გრძელჯაჭვიანი წევრები – მყარი ნივთიერებებია.

12.1.4 ქიმიური თვისებები

ჰალოგენალკანების ქიმიური თვისებები $C-X$ ბმის ბუნებაზეა დამოკიდებული. $C-X$ ბმის ელექტრონული სიმკვრივე ჰალოგენის ელექტროუარყოფითი ბუნების გამო გადაწეულია ჰალოგენისაკენ. მოლეკულაში σ -ბმის ელექტრონული სიმკვრივის გადაწევას ინდუქციური ეფექტი ეწოდება და აღინიშნება I ასოთი.

თუ ელექტრონული სიმკვრივე გადაწეულია ნახშირბადატომიდან ჩამნაცვლებლისაკენ, ასეთ ჩამნაცვლებელს ელექტროაქცეპტორული ეწოდება, ხოლო მის მიერ გამოწვეულ ეფექტს – უარყოფითი ინდუქციური ეფექტი ($-I$ ეფექტი).

თუ ჩამნაცვლებელი გადასწევს ელექტრონულ სიმკვრივეს ნახშირბადატომისაკენ, ასეთ ჩამნაცვლებელს ელექტროდონორული ეწოდება, ხოლო მის მიერ გამოწვეულ ეფექტს – დადებითი ინდუქციური ეფექტი ($+I$ ეფექტი).

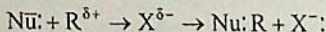
ჰალოგენები ამჟღავნებენ უარყოფით ინდუქციურ ეფექტს ($-I$ ეფექტი), დადებით ინდუქციურ ეფექტს ($+I$ ეფექტი) ამჟღავნებენ ალკილის რადიკალები. ჰალოგენების უარყოფითი ინდუქციური ეფექ-

გის გამო C—X ბმა პოლარიზებულია და ჰალოგენი იმუხტება ნაწილობრივ უარყოფითი და ნახშირბადატომი — ნაწილობრივ დადებითი მუხტით $C^{\delta+} \rightarrow X^{\delta-}$.

პოლარიზებულ ბმას თავისი ბუნებით შუალედური ადგილი უჭირავს იონურ და კოვალენტურ ბმებს შორის (მას პოლარული კოვალენტური ბმა ეწოდება).

ბმის პოლარიზაციის გარდა, ჰალოგენალკანების ქიმიურ თვისებებზე დიდი გავლენა აქვს ბმის პოლარიზებადობას. პოლარიზებადობა ეს მოლეკულის თვისებაა და იმაში მდგომარეობს, რომ რეაქციის მომენტში მოლეკულის პოლარიზაცია იზრდება მორეაგირე რეაგენტების გავლენით. ბმის პოლარიზებადობა დამოკიდებულია ატომის ელექტრონული გარსის მოცულობაზე. რაც უფრო მეტია ატომის ელექტრონული გარსის მოცულობა, მით მეტია ქიმიური ბმის პოლარიზებადობა. ყველაზე დიდი პოლარიზებადობა აქვს C—I ბმას, ყველაზე ნაკლები — C—F ბმას. ამიტომ ჩანაცვლების რეაქციებში იოდნაწარმები ყველაზე უფრო აქტიურია, ხოლო ფთორნაწარმები — პრაქტიკულად პასიური.

რამდენადაც ჰალოგენალკილებში ნახშირბადატომი ნაწილობრივ დადებითად არის დამუხტული, მასთან დაკავშირება შეუძლია ნუკლეოფილურ რეაგენტს, რომელსაც ელექტრონული წყვილის გაცემის უნარი აქვს. ამიტომაც ჰალოგენალკანებს ახასიათებთ ჰალოგენების ჩანაცვლება სხვადასხვა ნუკლეოფილური რეაგენტით. ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია ზოგადად ასე გამოისახება



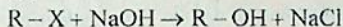
$N\ddot{u}$: ანიონია (ან თავისუფალი ელექტრონული წყვილის შემცველი სისტემა — მაგ. $\ddot{N}H_3$). ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები აღინიშნება ასე S_N .

ჰალოგენალკანების ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

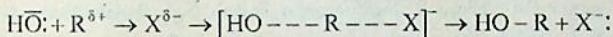
1) *ჰალოგენალკანების ჰიდროლიზი*



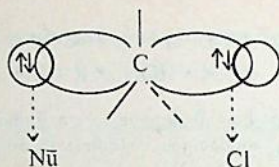
ჰიდროლიზის რეაქცია შექცევადია და წონასწორობა რომ გადაეწოთ მარჯვნივ, ამისათვის საჭიროა რეაქციის შედეგად გამოყოფილ HX-ის შებოჭვა NaOH-ით



ჰალოგენის ჩანაცვლება ჰიდროქსილის ჯგუფით მიმდინარეობს ორი გზით. პირველადი და მეორეული ჰალოგენალკანების ჰიდროლიზი მიმდინარეობს ბიმოლეკულური მექანიზმით (S_N2), ხოლო მესამეული ჰალოგენალკანების ჰიდროლიზი - მონომოლეკულური მექანიზმით (S_N1). ბიმოლეკულური რეაქციის შემთხვევაში ადგილი აქვს აქტიური (ვარდამავალი) კომპლექსის წარმოქმნას



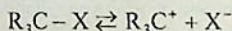
უარყოფითად დამუხტული ჰიდროქსილის ჯგუფი უახლოვდება ნაწილობრივ დადებითად დამუხტულ ნახშირბადატომს „ზურგიდან“ - ჰალოგენის საწინააღმდეგო მხრიდან. წარმოქმნილ ვარდამავალ კომპლექსში ჰიდროქსილის უარყოფითი მუხტი განაწილებულია OH და X ჯგუფებს შორის, ამიგომ იგი ნაკლებად პოლარულია საწყის ნივთიერებებთან შედარებით. ვარდამავალი კომპლექსი გამოსახავს ისეთ მდგომარეობას, როცა ჰიდროქსილის ჯგუფსა და ნახშირბადატომს შორის ბმა ჯერ კიდევ არ დამყარებულია და C-X ბმა კი ჯერ კიდევ არ გახლეჩილა. OH^- ანიონის დაახლოებასთან ერთად ადგილი აქვს C-OH ბმის დამყარებას და ჰალოგენის ანიონის (X^-) მოხლეჩას. ახალი C-ბმის წარმოქმნა და ძველის გახლეჩა ერთდროულად მიმდინარეობს. ვარდამავალ კომპლექსში ნახშირბადის ატომი sp^3 -ჰიბრიდული მდგომარეობიდან გადადის sp^2 (ე. წ. ფსევდო sp^2) ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, სადაც მას უთავისუფლდება ერთი p-ორბიტალი. პანგე-ლისებური ორბიტალის ორი ნაწილი გადაიფარება OH^- ანიონისა და ჰალოგენის ელექტრონული წყვილით,



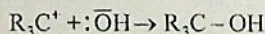
შემდეგ კი ნახშირბადის ატომი პალოგენის ანიონის მოხლეჩის შედეგად ისევე გადადის sp^3 -ჰიბრიდულ მდგომარეობაში.

ჰიდროლიზის რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია როგორც პალოგენალკანის, ისე ტუტის კონცენტრაციაზე, ამიგომ რეაქცია ბიმოლეკულურია.

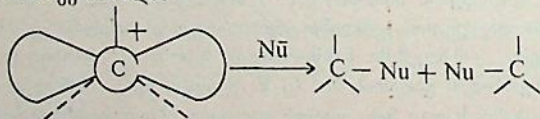
მესამეულ პალოგენალკანებში უარყოფითად დამუხტული ჰიდროქსილის ჯგუფის დაჯახება ნახშირბადატომებთან გაძნელებულია ჩანაცვლებული ჯგუფების დიდი მოცულობის გამო (სიერციითი ფაქტორი), ამიგომ ჰიდროლიზი მიდის S_N1 მექანიზმით. რეაქცია S_N1 მექანიზმით ორ სტადიად მიმდინარეობს. ტუტის ხსნარის გავლენით ჯერ ადგილი აქვს პალოგენალკანების დისოციაციას



შემდეგ კი წარმოქმნილი კარბკატიონი უერთდება OH^- ანიონს

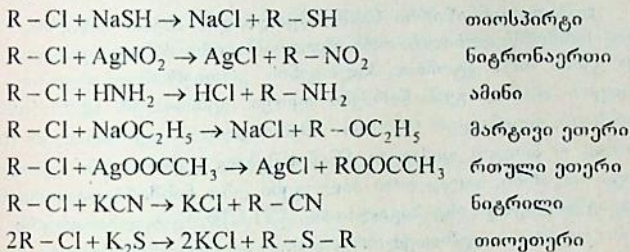


ამ რეაქციის სიჩქარე განისაზღვრება პირველ სტადიაზე პალოგენალკანის კონცენტრაციით და ამიგომ რეაქცია მონომოლეკულურია. S_N2 მექანიზმისაგან განსხვავებით, S_N1 მექანიზმის დროს ჰიდროქსილის ანიონის დაკავშირება კარბკატიონთან შესაძლებელია ორივე მხრიდან



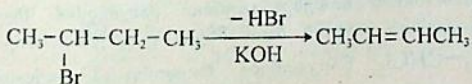
პალოგენალკანები ადვილად ურთიერთქმედებენ მრავალ ნუკლეოფილურ რეაგენტთან სხვადასხვა კლასის ნაერთების წარ-

მოქმნით. პალოგენალკანების რეაქციისუნარიანობის სადემონსტრაციოდ მოიყვანოთ ნუკლეოფილური ჩანაცვლების შემდეგი რეაქციები:



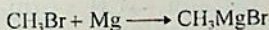
ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციების გარდა პალოგენალკანებს ახასიათებს:

1) *პალოგენწყალბადის მოხლეჩის რეაქცია* კალიუმის გუგის სპირტიანი ხსნარის, ან ფხვიერი კალიუმის გუგის დამაგებისას



პალოგენწყალბადის მოხლეჩა მიმდინარეობს ზაიცევის წესის მიხედვით, რომლის თანახმადაც წყალბადი წყდება მეზობელი, ნაკლებად ჰიდრირებული ნახშირბადატომიდან.

2) *ურთიერთქმედება მაცნიუმთან*. რეაქცია მიმდინარეობს ეთერხსნარში და მიიღება ე. წ. გრინიარის რეაქტივი, რომელიც პირველად მიღებულ იქნა ფრანგი ქიმიკოსის გრინიარის მიერ (1901 წ.),



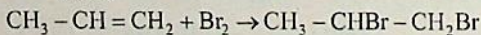
12.2 დიჰალოგენნაწარმები

დიჰალოგენნაწარმი ნახშირწყალბადის ისეთი ნაწარმია, სადაც ნახშირწყალბადის ორი წყალბადატომი ჩანაცვლებულია ჰალოგენის ორი ატომით. ჰალოგენის ურთიერთმდებარეობის მიხედვით დიჰალოგენნაწარმები იყოფა: გემინალურ (gemellus – ორმაგი), ვიცინალურ (vicinus – მეზობელი) და ტერმინალურ (terminus – ბოლო) დიჰალოგენნაწარმებად. გემინალური ეწოდება ისეთ ნაწარმს, სადაც ორი ჰალოგენი ერთ ნახშირბადატომთანაა დაკავშირებული. ასე მაგალითად, CH_3CHCl_2 – გემინალური, ან შემოკლებით – გემ-დიქლორეთანია. ვიცინალური ეწოდება ისეთ ნაწარმს, სადაც ორი ჰალოგენი მეზობელ ნახშირბადატომებთანაა დაკავშირებული. ასე მაგალითად, $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ – ვიცინალური, ან შემოკლებით – ვიქ-დიქლორეთანია. ტერმინალური ეწოდება ისეთ ნაწარმს, სადაც ორი ჰალოგენი განაპირა ნახშირბადატომებთანაა დაკავშირებული.

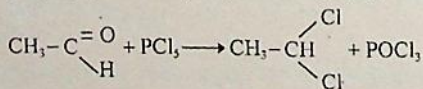
საერთაშორისო ნომენკლატურით ჰალოგენის მდებარეობა ნახშირბადატომთანაა ჯაჭვში აღინიშნება ციფრებით. ასე მაგალითად, $\text{CH}_3-\text{CHCl}_2$ წაიკითხება როგორც 1,1-დიქლორმეთანი. $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ წაიკითხება როგორც 1,2-დიქლორეთანი.

12.2.1 მიღების მეთოდები

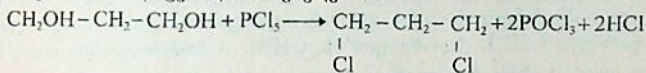
1) ვიცინალური დიჰალოგენნაწარმები მიიღება ალკანებზე ჰალოგენების მოქმედებით



2) გემინალური დიჰალოგენნაწარმები მიიღება ალდეჰიდებზე ან კეტონებზე ხუთქლორიანი ფოსფორის მოქმედებით



3) ვიცინალური და გერმინალური დიპლოგენნაწარმები მი-
 ლება შესაბამის ორატომიან სპირტზე პალოგენწყალბადის, ან
 ფოსფორის პალოგენიდის მოქმედებით:

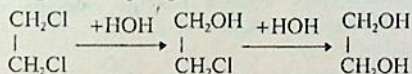


12.2.2 ფიზიკური თვისებები

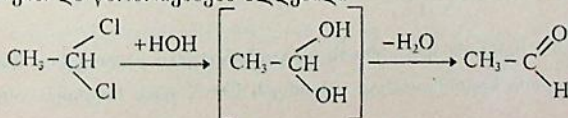
დიპლოგენალკანები წყალზე უფრო მძიმე და წყალში უხსნა-
 დი მეთისებრი სითხეები, ან კრისტალური ნივთიერებებია.

12.2.3 ქიმიური თვისებები

დიპლოგენალკანებს მონოპალოგენალკანების ყველა თვისე-
 ბა აქვს, მაგრამ ვიცინალური და გემინალური ნაწარმები სხვა-
 დასხვაგვარად შედიან ჩანაცვლების რეაქციებში. ვიცინალური დი-
 პალოგენნაწარმის ორი პალოგენი თანდათანობით შედის რეაქ-
 ციაში და ორი გიპის - სრული და არასრული გარდაქმნის პრო-
 დუქტებს წარმოქმნის. ასე მაგალითად:



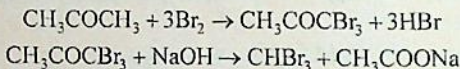
ხოლო გემინალური დიპალოგენნაწარმის ორივე პალოგენი ერთ-
 დროულად შედის ჩანაცვლების რეაქციაში. ასე მაგალითად, გემი-
 ნალური დიქლოროეთანის შესაბამის დროს ორივე პალოგენი ინაც-
 ვლება პიდროქსილის ჯგუფით და მიიღება გემინალური პიდროქ-
 სილნაწარმი, ანუ გემ-დიოლი, რომელიც თავისუფალი სახით არ
 არსებობს, რადგან ერთ ნახშირბადატომთან არ შეიძლება ორი
 პიდროქსილის ჯგუფის არსებობა. გემ-დიოლი იშლება წყლის გა-
 მოყოფით და წარმოიქმნება ალდეჰიდი



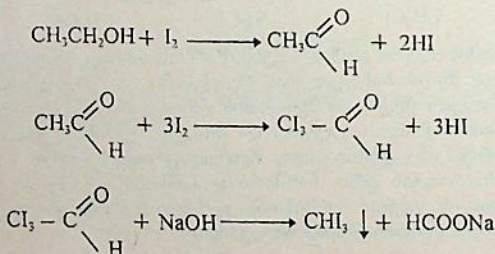
12.3 აკლიპალოგენნაწარმები

პოლიპალოგენნაწარმებიდან განსაკუთრებით დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს გრიპალოგენმეთანის ტიპის პალოგენნაწარმებს: CHCl_3 ქლოროფორმს, CHBr_3 – ბრომოფორმს და CHI_3 – იოდოფორმს, რომლებსაც ზოგადად პალოფორმები ეწოდება.

პალოფორმები მიიღება პალოფორმული რეაქციით. პალოფორმული რეაქციაა კეგონებზე ნატრიუმის პიოპალოგენიგის ($\text{NaOH} + \text{Hal}$) მოქმედება. კეგონის ერთი მეთილის ჯგუფი განიცდის პალოგენირებას და წარმოქმნილი გრიპალოგენკეგონი ტუგის მოქმედებით იხლიჩება პალოფორმის წარმოქმნით



ამ მეთოდით მიიღება ქლოროფორმი CHCl_3 , ბრომოფორმი CHBr_3 და იოდოფორმი CHI_3 , ქლოროფორმი და ბრომოფორმი სითხეებია. იოდოფორმი კი ყვითელი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა (დნ. ტემპ. 119°). იოდოფორმის წარმოქმნის რეაქცია გამოყენებულია ლენის სპირტისა და მეთილის სპირტის ერთმანეთისაგან გასარჩევად. ლენის სპირტი იძლევა იოდოფორმის სინჯს, ხოლო მეთილის სპირტი – არა.



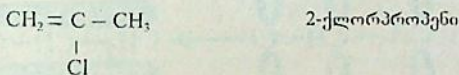
ერთ ნახშირბადატომიან დაკავშირებული პალოგენის რამდენიმე ატომი საგრძნობლად ამცირებს $\text{C}-\text{X}$ ბმის სიგრძეს, ასე მა-

გალითად, CH_3F -ში $\text{C}-\text{F}$ ბმის სიგრძე უდრის 0,138 ნმ, ხოლო CF_4 -ში $\text{C}-\text{F}$ ბმის სიგრძე 0,132 ნმ-ის გოლია. $\text{C}-\text{X}$ ბმის დამოკლება კი პალოგენის პასიურობას იწვევს პოლიპალოგენნაწარმებში.

12 4 უჯერი ჰალოგენნაწარმები

უჯერი პალოგენნაწარმები უჯერი ნახშირწყალბადების ისეთი ნაწარმია, სადაც ნახშირწყალბადის ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი ჩანაცვლებულია შესაბამისად ერთი ან რამდენიმე პალოგენის ატომით.

ეთილენის ფორმულაში ერთი ატომი წყალბადის პალოგენით ჩანაცვლების შემთხვევაში მიიღება ქლორეთინილის ფორმულა $\text{CH}_2=\text{CHCl}$, პროპილენიდან პალოგენის ჩანაცვლებით მიიღება სამი უჯერი პალოგენნაწარმი



უჯერ პალოგენნაწარმებში ადგილი აქვს როგორც ჯაჭვის, ისე ქლორისა და ორმაგი ბმის მდებარეობის იზომერიას. სივრცითი იზომერიიდან გვხვდება გეომეტრიული იზომერია.

უჯერი პალოგენნაწარმების ფიზიკური თვისებები ჩვეულებრივი კანონზომიერებით იცვლება, ხოლო, რაც შეეხება ქიმიურ თვისებებს, იგი პალოგენის მდებარეობაზეა დამოკიდებული. ქიმიური თვისებების მიხედვით, უჯერი პალოგენნაწარმები იყოფა სამ ჯგუფად: 1) ქლორეთინილის ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) ტიპის პალოგენნაწარმები, 2) ქლორალილის ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$) ტიპის პალოგენნაწარმები და 3) უჯერი პალოგენნაწარმები, სადაც პალოგენი ორმაგი

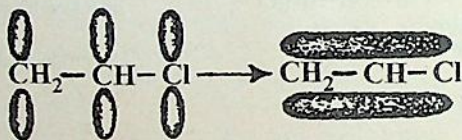
ბმიდან დაცილებულია ორი და მეტი ნახშირბადატომით. მაგ. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$.

ქლორვინილის გიპის პალოგენნაწარმებში პალოგენს დაქვეითებული რეაქციისუნარიანობა ახასიათებს და ნაჯერ მონოპალოგენნაწარმებისათვის დამახასიათებელ რეაქციებში არ მონაწილეობს.

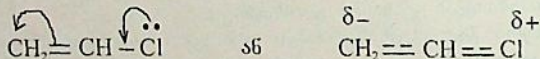
ქლორალილის გიპის პალოგენნაწარმებში კი პალოგენს გავრდილი რეაქციისუნარიანობა ახასიათებს და უფრო აქტიურია, ვიდრე ნაჯერ მონოპალოგენნაწარმებში.

ორმაგი ბმიდან – ორი და უფრო მეტი ნახშირბადატომით დაცილებულ პალოგენნაწარმებში – პალოგენი ისეთივე რეაქციისუნარიანია, როგორც ნაჯერ მონოპალოგენნაწარმებში.

ქლორვინილის გიპის პალოგენნაწარმებში პალოგენის დაქვეითებული რეაქციისუნარიანობა გამოწვეულია ქლორის p-ორბიტალის გადაფარვით (ანუ შეუღლებით) მეზობელ ნახშირბადატომის π -ორბიტალთან. ასეთ შეუღლებას $p-\pi$ (პე-პი) შეუღლება ეწოდება.



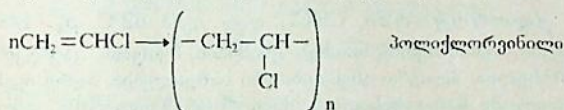
ქლორის გაუზიარებელი p-ელექტრონული წყვილის შეუღლება ორმაგ ბმასთან სქემატურად ასე გამოისახება:



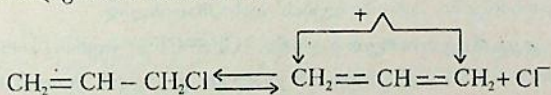
$p-\pi$ შეუღლების გამო ელექტრონული სიმკვრივე მოლეკულაში გადანაწილება ისე რომ, განაპირა ნახშირბადატომზე ელექტრონების სიჭარბეა, ხოლო ქლორის ატომზე – ელექტრონების დეფიციტია. ამის გამო, ქლორი ნაწილობრივ დადებით მუხტს ატარებს, ხოლო განაპირა ნახშირბადატომი – ნაწილობრივ უარყოფით მუხტს. ამიტომ $\text{C}-\text{Cl}$ ბმა საგრძნობლად მოკლდება 0,178 ნმ-დან

0,169 ნმ-მდე. C—Cl ბმის დამოკლების გამო ბმა ნაკლებად პოლარული ხდება, რაც თავისთავად აძნელებს ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებს. თავის შხრივ, პალოგენი გავლენას ახდენს ორმაგი ბმის რეაქციის უნარიანობაზე და რამდენადმე ამცირებს მის აქტიურობას. ასე მაგალითად, ბრომის მიერთება ბრომენილითან 20-ჯერ უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე ეთილენთან.

კატალიზატორების თანდასწრებით ქლორვინილი განიცდის პოლიმერიზაციას და წარმოქმნის პოლიქლორვინილს



ქლორალილის გიპის პალოგენწარმების $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$ გამრდილი რეაქციის უნარიანობა გამოწვეულია C—Cl ბმის გამრდილი პოლარიზაციით. პალოგენის გაუმიარებელი p-ელექტრონული ღრუბელი ორმაგი ბმის π -ელექტრონულ ღრუბელს ვედარ გადაფარავს დიდი მანძილით დაცილების გამო, სამაგიეროდ ახლა უკვე თავს იჩენს პალოგენის ელექტროუარყოფითი ბუნება და მეზობელი π -ბმის ელექტრონულ ღრუბელს თავისკენ გადმოსწევს. განაპირა ნახშირბადატომი ნაწილობრივ დადებითად დაიმუხგება, ხოლო პალოგენი — ნაწილობრივ უარყოფითად (—I ეფექტი). ნაწილობრივ უარყოფითად დამუხგული პალოგენი კი ადვილად წყდება ნახშირბადატომს ანიონის სახით



ქლორალილის ასეთ დისოციაციას ხელს უწყობს წარმოქმნილი ალილის კატიონის სტაბილიზაცია დადებითი მუხგის განაწილების გამო უჯერ კარბკატიონში.

ქლორალილი დაახლოებით 80-ჯერ უფრო სწრაფად შედის ჩანაცვლების რეაქციაში, ვიდრე ქლორპროპილი.

ცალკეული წარმომადგენლებიდან აღსანიშნავია: ქლორეთანი C_2H_5Cl დუღ. ტემპ. $13^{\circ}C$. გამოყენებულია ადგილობრივი ანესთეზიისათვის. ძირითადად გამოყენებულია ანტიეტონატორის - გეტრაეთილტყვიის მისაღებად. დიქლორეთანი CH_2Cl-CH_2Cl დუღ. ტემპ. $84^{\circ}C$ - კარგი ორგანული გამხსნელია. კარგად ხსნის ცხიმებს, პარაფინს, კაუჩუკს, გოგირდს, ფოსფორს და სხვ. გამოიყენება როგორც გამხსნელი და, აგრეთვე, ქლორვინილის მისაღებად.

ქლოროფორმი. $CHCl_3$, დუღ. ტემპ. $62^{\circ}C$, ρ_4^{20} 1.48. მძიმე, მოკტბო სუნის მქონე სითხეა. ცხიმების, ზეთების, კაუჩუკის კარგი გამხსნელია. ძლიერი ანესთეზიური საშუალებაა. აღრე იყენებდნენ მედიცინაში ნარკოზისათვის. ქიმიურ მრეწველობაში გამოყენებულია მცენარეული ნედლეულიდან ცხიმების, ფისების, ალკალიდებისა და სხვა პროდუქტების გამოსაწვლილად.

ოთხქლორიანი ნახშირბადი. CCl_4 , დუღ. ტემპ. $76,5^{\circ}C$, ρ_4^{20} 1,59. უფერო, უწვადი სითხეა. გამოყენებულია როგორც გამხსნელი და ცეცხლმქრობი ნივთიერება.

ქლორვინილი. $CH_2=CHCl$, დუღ. ტემპ. $-14^{\circ}C$, ინახება ფოლადის ბალონებში. გამოყენებულია ძირითადად პოლიქლორვინილის მისაღებად. ხასიათდება ძლიერი კანცეროგენული აქტიურობით.

დიქლორდიფთორმეთანი. CCl_2F_2 , ანუ ფრეონი-12. უფერო აირია. დუღ. ტემპ. $-30^{\circ}C$. გამოყენებულია მაცივრებში, კონდენციონერებში, აეროზოლების დასამზადებლად.

გეტრაფთორეთილენი. $CF_2=CF_2$, უფერო აირია. დუღ. ტემპ. $-76,3^{\circ}C$, გეტრაფთორეთილენი განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება მაღალმოლეკულური ნაერთი - ტეფლონი

დადგენილია, რომ ფრეონები იწვევენ ოზონის შრის დაშლას - ეს უკანასკნელი კი ეღამიწას იცავს მზის ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან. ამის გამო თანდათანობით იკრძალება ფრეონების გამოყენება.

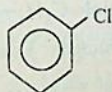
$(-CF_2-CF_2-)_n$ იგი მდგრადია ქიმიური ნივთიერებების მიმართ. ამ თვისების გამო პასიურია. გეულონი თერმომდგრადი (რბილდება $327^{\circ}C$), და უწყვადი პოლიმერია.

ფთოროთანი. $CF_3-CBrHCl$, სითხეა, დულ. ტემპ. $49^{\circ}C$. გამოყენებულია მედიცინაში ნარკოზისათვის. ამჟამად ყველაზე ეფექტური და ნაკლებად ტოქსიკური ნარკოზული საშუალებაა.

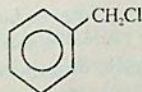
12.5 არომატული ჰალოგენნაწარმები

ანუ არილჰალოგენიდები

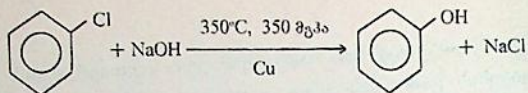
არომატული ჰალოგენნაწარმები ჰალოგენის მდებარეობის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: ა) ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლებულ და ბ) გვერდით ჯაჭვში ჩანაცვლებულ ნაწარმებად. ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლებული ჰალოგენნაწარმების წარმომადგენელია ქლორბენზოლი



ხოლო გვერდით ჯაჭვში ჩანაცვლებული ნაწარმების წარმომადგენელია ქლორბენზილი

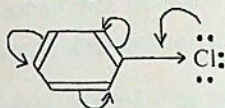


არომატული ჰალოგენნაწარმების ქიმიური თვისებები დამოკიდებულია მათ ალნაგობაზე. ბირთვში ჩანაცვლებული ჰალოგენი ძალიან პასიურია და მისი ჩანაცვლება შესაძლებელია მხოლოდ მაღალი ტემპერატურის, მაღალი წნევისა და კატალიზატორების გამოყენების შემთხვევაში. მაგალითად, ნატრიუმის ტუტესთან ქლორბენზოლი რეაქციაში შედის $350^{\circ}C$ -ზე, 350 ატმ. წნევის (35 მგპა) პირობებში, სპილენძის ფხვნილის თანდასწრებით



რაც შეეხება გვერდით ჯაჭვში ჩანაცვლებულ პალოგენს, იგი თავისი აქტიურობით აციკლური პალოგენნაწარმის მსგავსია.

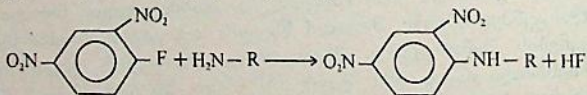
არომატულ ბირთვში ჩანაცვლებული პალოგენის პასიურობა განპირობებულია მისი დადებითი შეუღლების ეფექტით (+M), რის გამოც, თავისუფალი ელექტრონული წყვილი შეუღლებულია ბენზოლის ბირთვის π -ელექტრონულ ღრუბელთან ($p-\pi$ შეუღლება)



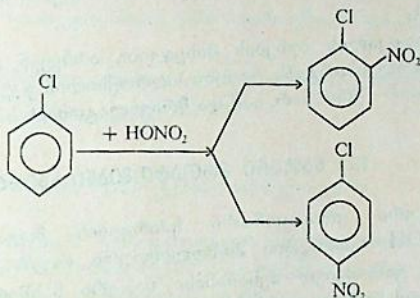
$p-\pi$ შეუღლება იწვევს $C_{\text{არომ.}}-\text{Cl}$ ბმის დამოკლებას და აქედან გამომდინარე, ქლორის პასიურობას, ბენზოლის ბირთვში კი იზრდება ელექტრონული სიმკვრივე ორთო- და პარა-მდებარეობაში.

ქლორბენზოლის მოლეკულის $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{Cl}$ გვერდით ჯაჭვში, $p-\pi$ შეუღლების გამოირიცხვის გამო, თავს იჩენს ქლორის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტი (-I) და $\text{C}-\text{Cl}$ ბმა უფრო პოლარიზებულია, ვიდრე აციკლურ პალოგენნაწარმებში. ამიტომ ქლორი დიდი აქტიურობით გამოირჩევა.

ბირთვში ჩანაცვლებული პალოგენის აქტიურობაზე დიდი გავლენა აქვთ ორთო- და პარა-მდებარეობაში ჩანაცვლებულ ელექტროაქცეპტორულ ჯგუფებს. მაგალითად, 2,4-დინიტროფთორბენზოლში (სენგერის რეაქტივი) პრაქტიკულად ინერტული ფთორის რეაქციისუნარიანობა 10^8 -ჯერ იზრდება და ჩანაცვლების რეაქციები ძალიან ადვილად მიმდინარეობს:



პალოგენები I რიგის ჩამნაცვლებელი ანუ ორთო, პარა-ორი-
ენგანგია, რომელიც ბენზოლის ბირიფთან შოახლოებულ ელექ-
ტროფილურ ჯგუფს წარმართავს ორიო- და პარა-მდებარეობაში.
მაგალითად,



12.6 არილჰალოგენიდების მნიშვნელოვანი წარმოებადგენილები

ყოფა-ცხოვრებაში გამოყენებული არილჰალოგენწარმოები-
დან აღსანიშნავია:

ქეჰსაქლორციკლოქეჰსანი ($C_6H_6Cl_6$) – მყარი, ძლიერ
ტოქსიკური ნივთიერებაა. გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში.

ქეჰსაქლორბენზოლი (C_6Cl_6) – მყარი ნივთიერებაა. აქვს
ინსექტიციური და ფუნგიციური თვისებები. გამოყენებულია მარ-
ცელეულის შესაწამლად.

**არილნაწარმები, რომლებიც შეიცავს ბენზოლის
რადიკალს** ($C_6H_5CH_2$) ძლიერ ცრემლმდენი ნივთიერებებია
(ლაკრიმაგორებია). მათი ვაუენებლობა (დეგაზაცია) ხდება Na_2S -ის
სპირტიანი წყალხსნარით.

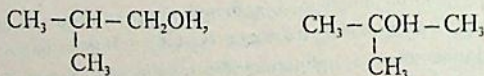
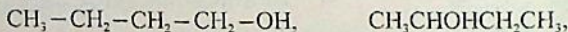
13. სპირტები

სპირტები ნახშირწყალბადების ნაწარმებია, სადაც წყალბადის ერთი ან რამდენიმე ატომი ჩანაცვლებულია შესაბამისად ერთი, ან რამდენიმე ჰიდროქსილის ჯგუფით. სპირტების ზოგადი ფორმულაა $R-OH$.

რადიკალის ბუნების მიხედვით, არჩევენ ნაჯერ, უჯერ და არომატულ სპირტებს, ხოლო ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით – ერთ, ორ, სამ და მრავალატომიან სპირტებს.

13.1 ნაჯერი ერთატომიანი სპირტები

ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n+1}OH$. სპირტების კომოლოგიური რიგის წევრების ფორმულები გამოჰყავთ შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადებიდან წყალბადის ერთი ატომის ჰიდროქსილის ჯგუფით ჩანაცვლების შედეგად. ასე მაგალითად, მეთანის ჰიდროქსილნაწარმია მეთილის სპირტი CH_3OH , ეთანისა – ეთილის სპირტი CH_3CH_2OH , პროპანისა – $CH_3CH_2CH_2OH$; ნ-პროპილის სპირტი და $CH_3CHOHCH_3$ – იზოპროპილის სპირტი, ბუჯანის ჰიდროქსილნაწარმებია:



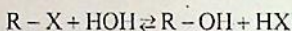
სპირტებში ვხვდებით როგორც ჯაჭვის, ისე ჰიდროქსილის მდებარეობის იზომერიას.

ჰიდროქსილის მდებარეობის მიხედვით, სპირტები იყოფა პირველად, მეორეულ და მესამეულ სპირტებად. პირველად სპირტებში ჰიდროქსილი დაკავშირებულია პირველად ნახშირბადატომთან და შეიცავს ატომთა დაჯგუფებას – CH_2OH . პირველადი

13.1.2 მიღების მეთოდები

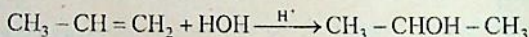
სპირტების მიღების ზოგადი მეთოდებიდან აღსანიშნავია:

1) მონოჰალოგენაწარმების ჰიდროლიზი (შესა-
ქენა).

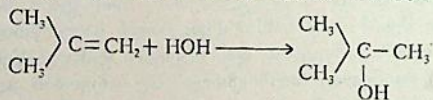


ჰიდროლიზი შექცევადი პროცესია. იმისათვის, რომ წონასწორობა გადავწიოთ მარჯვნივ, რეაქციას აგარებენ გუგის წყალხსნართან გაცხელებით. გუგე აჩქარებს რეაქციას და HX-ის შებოჭვის გამო, წონასწორობას გადასწევს სპირტის წარმოქმნისაკენ. მონოჰალოგენაწარმებიდან ყველაზე ადვილად რეაქციაში შედის იოდი-
დები, შემდეგ ბრომიდები, ქლორიდები და ყველაზე ძნელად – ფთორიდები. პირველადი ჰალოგენაწარმების ჰიდროლიზი მიდის S_N2 მექანიზმით, ხოლო მესამეული ჰალოგენაწარმებისა – S_N1 მექანიზმით.

2) ალკენების ჰიდრატაცია. რეაქციას აგარებენ ალ-
კენების შემთავებულ წყალთან გაცხელებით. წყლის მოლეკულის მიერთება მიდის მარკოვნიკოვის წესის თანახმად:



ეთილენის ჰიდრატაციით მიიღება პირველადი სპირტი, ხოლო მისი ჰომოლოგებიდან მეორეული და მესამეული სპირტები



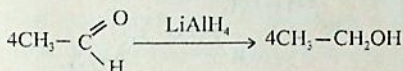
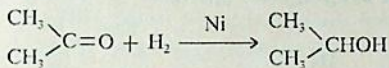
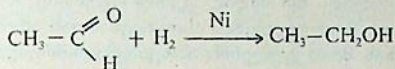
2-მეთილპროპენი

2-მეთილპროპანოლი-2

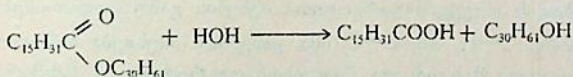
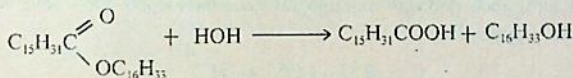
სპირტების სინთეზის ეს მეთოდი საუკუნოდ უღვევს ღვინის სპირტის მიღების სამრეწველო ხერხს.

3) ალდეჰიდებისა და კეტონების აღდგენა. აღდგენას ახდენენ კატალიზატორების (Ni, Pt) თანდასწრებით. ალდეჰიდების აღდგენით მიიღება პირველადი სპირტები და კეტონების აღდგენით – მეორეული სპირტები. აღდგენის თანამედროვე მეთოდ-

დებიდან აღსანიშნავია ლითიუმალუმინის ჰიდრიდით (LiAlH_4) აღდგენა:



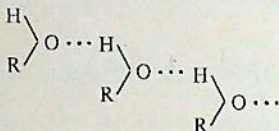
4) *რთული ეთერების ჰიდროლიზი.* ამ მეთოდით იღებენ ბუნებაში რთული ეთერების სახით გავრცელებულ ჰომოლოგიური რიგის მაღალ წევრებს, როგორცაა: ცეტილის სპირტი $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{OH}$, მირიცილის სპირტი $\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$ და სხვ. ცეტილის სპირტი შედის სპერმაცეგის შედგენილობაში ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{16}\text{H}_{33}$), ხოლო მირიცილის სპირტი - ფუტკრის ცვილის შედგენილობაში ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{30}\text{H}_{61}$):



13.1.3 ფიზიკური თვისებები

სპირტების დაბალი წევრები C_1 - C_{11} -მდე თხევადია, C_{12} -დან კი მყარი ნივთიერებები. C_1 - C_3 -მდე სპირტები წყალში იხსნებიან ყოველგვარი შეფარდებით, C_4 -დან დაწყებული, წყალში ხსნადობა თანდათანობით მცირდება. C_1 - C_3 -მდე სპირტებს სასიამოვნო სუნი

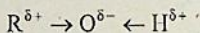
აქვთ (ალკოჰოლის სუნი), შუა წევრებს C_4 -დან C_6 -მდე კი - არასასიამოვნო (მაგალითად, რახის ზეთის სუნი). ნაჯერ ნახშირწყალბადებთან შედარებით სპირტები წყალში კარგად ხსნადი, ნაკლებად აქროლადი და მაღალ გემპერაგურაზე მდულარე ნაერთებია, რაც მათი მოლეკულების ასოციაციასთან არის დაკავშირებული. სპირტების მოლეკულების ასოციაცია ხორციელდება წყალბადური ბმების საშუალებით. კუთხე $C-O-H$ ბმებს შორის შეადგენს 110° -ს



სპირტის გაცხელებასთან ერთად წყალბადური ბმები თანდათანობით იხლიჩება. ორთქლისებრ მდგომარეობაში ყველა წყალბადური ბმა დახლეჩილია.

13.1.4 ქიმიური თვისებები

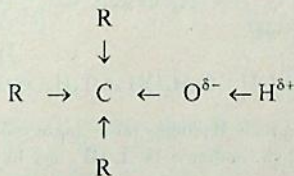
სპირტების ქიმიურ თვისებებს განაპირობებს ბმის პოლარიზაცია მოლეკულაში



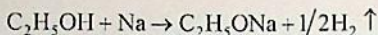
ეანგბადის ელექტროუარყოფითი ბუნების გამო პოლარიზებული როგორც $O-H$, ისე $C-O$ ბმა. ეანგბადი იმუხტება ნაწილობრივ უარყოფითი მუხტით და წყალბადი და რადიკალის ნახშირბადის ატომი - ნაწილობრივ დადებითი მუხტით. პოლარიზებული $O-H$ და $C-O$ ბმების იონური გახლეჩა განაპირობებს სპირტებისათვის დამახასიათებელ იონურ რეაქციებს. ბმების გახლეჩის მიხედვით-სპირტების დამახასიათებელი რეაქციები 3 ჯგუფად იყოფა: I ჯგუფის რეაქციებში ადგილი აქვს $O-H$ ბმის გახლეჩას, II-ში - $C-O$ -სა და III-ში - $O-H$ და $C-H$ ბმების გახლეჩას (დაეანგვის რეაქცია).

I. რეაქციები O—H ბმის გახლეჩით

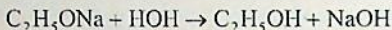
I. სპირტის მოლეკულაში O—H ბმის იონური გახლეჩა განაპირობებს სპირტების მჟავურ ბუნებას. მჟავური ბუნების ასახსნელად საჭიროა, განვიხილოთ ორი ფაქტორი: ერთი O—H ბმის პოლარიზაცია და მეორე — წარმოქმნილი ანიონის მდგრადობა. O—H ბმა სპირტებში უფრო ნაკლებად პოლარიზებულია, ვიდრე წყლის მოლეკულაში. ამის მიზეზია რადიკალის დადებითი ინდუქციური ეფექტი, რის გამოც ელექტრონული სიმკვრივე ეანგბადატომისაკენ არის გადაწეული, რაც თავისთავად რამდენაღმე ამცირებს O—H ბმის პოლარიზაციას სპირტის მოლეკულაში. რაც შეეხება მეორე ფაქტორს — წარმოქმნილი ანიონის მდგრადობას, იგი უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე პირველი ფაქტორი. RO—H ბმის იონური გახლეჩის შედეგად წარმოქმნილი RO⁻ ანიონი არ არის მდგრადი (სტაბილური), რადგან უარყოფითი მუხტი მთლიანად თავმოყრილია — ლოკალიზებულია ეანგბადატომზე. უარყოფითი მუხტის ლოკალიზაცია ეანგბადატომზე ადიდებს წყალბადის კავიონის შებოჭვის ტენდენციას და შესაბამისად ამცირებს სპირტების მჟავურ თვისებებს წყალთან შედარებით. მჟავური თვისებები ყველაზე ძლიერია პირველად სპირტებში და ყველაზე სუსტი — მესამეულ სპირტებში



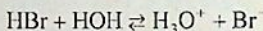
მჟავური ბუნების გამო სპირტები შედიან რეაქციაში ტუტე ლითონებთან და ალკოჰოლატებს წარმოქმნიან



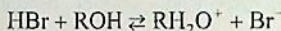
ალკოჰოლაგი სუსტი მჟავის – სპირტისა და ძლიერი ფუძის მარილია და ადვილად იშლება უფრო ძლიერი მჟავის – წყლის მოქმედებით:



მჟავური ბუნების გარდა სპირტებს ახასიათებთ ფუძე თვისებებიც. სპირტების ფუძე თვისებები ისეთივეა, როგორც წყლისა და ანალოგიურად მოქმედებს ძლიერ მჟავებთან, ოქსინიუმის მარილის წარმოქმნით

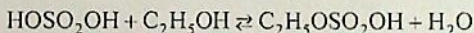
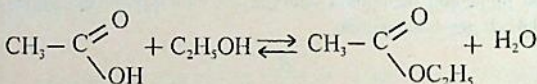


ჰიდროქსონიუმის იონი



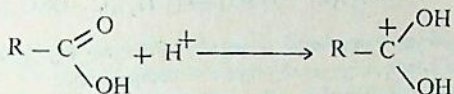
ალკოქსონიუმის იონი

2. ჰიდროქსიდის წყალბადის ჩანაცვლება მინერალური, ან ორგანული მჟავათა ნაშთით. სპირტები მჟავებთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნიან რთულ ეთერებს. ამ რეაქციას ეთერიფიკაციის რეაქცია ეწოდება:



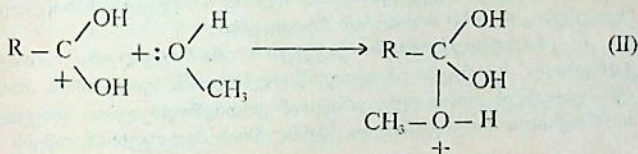
ორგანული მჟავეების შემთხვევაში კატალიზატორად გამოიყენებულია გოგირდმჟავა, აირადი HCl , BF_3 და სხვ. ეთერიფიკაცია შექცევადი პროცესია და ემორჩილება ლე შატელიეს პრინციპს. ეთერიფიკაციის რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია სპირტისა და მჟავის აღნაგობაზე. ყველაზე სწრაფად რეაგირებს პირველადი, შემდეგ მეორეული და ყველაზე ნელა – მესამეული სპირტი. ერთი და იგივე მჟავასთან პირველადი სპირტი 2-ჯერ უფრო სწრაფად შე-

დის რეაქციაში, ვიდრე მეთორეული და 20-ჯერ უფრო სწრაფად, ვიდრე მესამეული სპირტი. ორგანულ შეკვებთან სპირტების ურთიერთქმედება მიმდინარეობს S_N მექანიზმით. ჯერ შეავს კარბონილის ეანგბადი იერთებს პროტონს (H^+) და მიიღება კარბკაციონი:

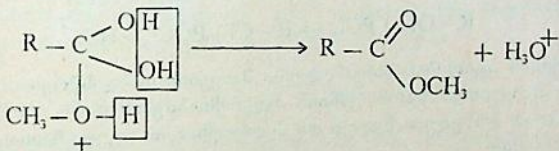


(I) ალკოქსონიუმის იონი

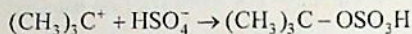
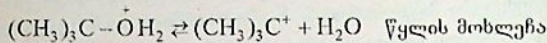
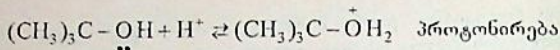
შემდეგ კარბკაციონი იერთებს სპირტის ნუკლეოფილურ მოლეკულას და მიიღება (II) კაციონი:



ეს უკანასკნელი მოიხლეჩს წყლის მოლეკულასა და პროტონს და გადადის რთულ ეთერში:



ამ შემთხვევაში წყლის მოლეკულის მოხლეჩა ხდება მკავას ჰიდროქსილიდან და სპირტის მკავური წყალბადის ატომიდან. არაორგანულ მკავებთან სპირტების ურთიერთქმედების დროს ჯერ ადგილი აქვს სპირტის პროტონირებას და შემდეგ მკავას ანიონთან ურთიერთქმედებას. სპირტი ამ შემთხვევაში ამჟღავნებს უუქე თვისებებს, როცა იერთებს წყალბადის კაციონს:



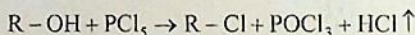
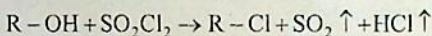
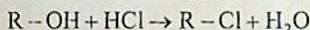
არაორგანულ შეკვებთან ყველაზე სწრაფად რეაქციაში შედის მესამეული სპირტი, ყველაზე ნელა – პირველადი.

წყალი ამ შემთხვევაში გამოიყოფა სპირტის პიდროქსილისა და შეაქვს წყალბადისაგან.

II. რეაქციები C-O ბმის გახლეჩით

ამ რეაქციებს ეკუთვნის პიდროქსილის ჯგუფის ჩანაცვლების რეაქციები, ან მისი მოხლეჩის რეაქციები.

1. *პიდროქსილის ჯგუფის ჩანაცვლება კალოგენებით.* სპირტები კალოგენწყალბადთან, ფოსფორის კალოგენიდებთან, ან თიონილქლორიდთან ურთიერთქმედებით ანაცვლებს პიდროქსილს კალოგენით და წარმოქმნის კალოგენწარმებს:

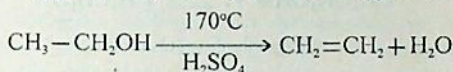


რეაქციას ატარებენ მინერალური შეკვების თანდასწრებით. სპირტები შეკვებთან წარმოქმნიან ალკოქსონიუმის იონს, რომელსაც ადვილად მოწყდება წყალი და პიდროქსილის ჯგუფი ჩანაცვლება კალოგენით.

კალოგენის ჩანაცვლება აცილირების რეაქციის ანალოგიურად მიმდინარეობს $\text{S}_\text{N}1$ ან $\text{S}_\text{N}2$ მექანიზმით. პირველად სპირტებთან რეაქცია მიდის $\text{S}_\text{N}2$ მექანიზმით, ხოლო მესამეული სპირტების შემთხვევაში – $\text{S}_\text{N}1$ მექანიზმით.

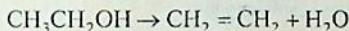
2. *სპირტების დეჰიდრაგაცია.* სპირტებზე წყალწამროთმევი ნივთიერებების – H_2SO_4 , H_3PO_4 – სილიკაგელი, Al_2O_3 –

გუმბრინი და სხვა მოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე ადგილი აქვს შიგამოლეკულურ დეჰიდრაგაციას და ალკენის წარმოქმნას



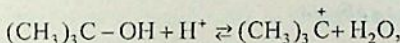
დეჰიდრაგაცია პირობების მიხედვით შეიძლება იყოს 1) შიგამოლეკულური და 2) მოლეკულათაშორისი.

შიგამოლეკულური დეჰიდრაგაცია მიმდინარეობს კონც. მკავებთან სპირტების გაცხელებით შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე ($\sim 170^\circ\text{C}$)

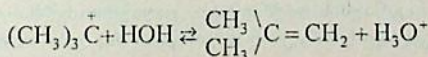


წყლის მოლეკულის მოხლეჩის ამ რეაქციას, როცა აგომის ან აგომთა ჯგუფის მოხლეჩა ხდება მეზობელი ნახშირბადატომიდან, 1,2-ელემინირების (β-ელემინირების) რეაქცია ეწოდება და აღინიშნება E ასოთი (Elimination – მოხლეჩა). ჩანაცვლების რეაქციის ანალოგიურად ელემინირება მიმდინარეობს მონომოლეკულური (E_1) და ბიმოლეკულური (E_2) მექანიზმით.

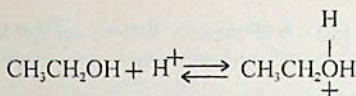
მონომოლეკულური ელემინირების (E_1) რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია მხოლოდ სპირტის კონცენტრაციაზე. რეაქცია მიმდინარეობს ორ სტადიად: ჯერ ადგილი აქვს ქიდროქსილის ჯგუფის მოხლეჩას და კარბკაციონის წარმოქმნას:



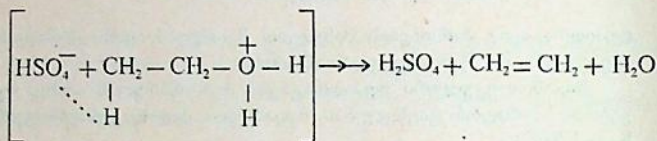
ხოლო შემდეგ კარბკაციონის სტაბილიზაციას, პროტონის მოხლეჩის საშუალებით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ალკენის მოლეკულა:



ბიმოლეკულური ელემინირება (E_2) მიმდინარეობს ერთ სტადიად, გარდამავალი კომპლექსის წარმოქმნის გზით:

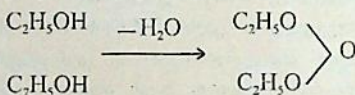


ალკოქსონიუმის იონი



გარდამავალი კომპლექსი

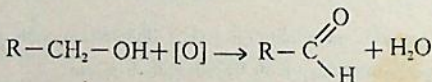
მოლეკულათაშორის დეჰიდრატაციას აგარებენ სპირტების ზომიერი გაცხელებით წყალწაშრთმევე ნივთიურებებთან, როგორცაა: კონცენტრირებული გოგირდმევა, კონცენტრირებული H_3PO_4 , KHSO_4 და სხვ. მოლეკულათაშორისი დეჰიდრატაციის დროს სპირტის ორი მოლეკულიდან გამოიყოფა წყლის ერთი მოლეკულა და წარმოიქმნება მარტივი ეთერი:



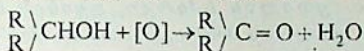
III. დაქანგვა

დაქანგვის რეაქციაში მონაწილეობს როგორც ჰიდროქსილის, ისე ჰიდროქსილიანი ნახშირბადატომის წყალბადი. სპირტების დაქანგვას ახდენენ ისეთი დამქანგავების მოქმედებით, როგორცაა ქრომის მევა, ნატრიუმის დიქრომატი, კალიუმის პერმანგანატი და სხვ.

პირველადი სპირტების დაქანგვით მიიღება ალდეჰიდები

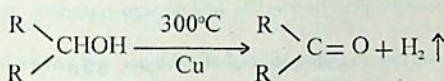
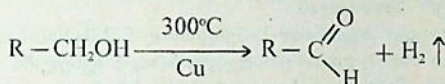


მეორეული სპირტების დაჟანგვით - კეტონები



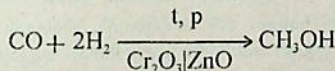
მესამეული სპირტები, განსხვავებით პირველადი და მეორეული სპირტებისაგან, ნეიტრალურ და ტუტე არეში არ იჟანგება. სპირტების ამ თვისებით აღვიღად შეიძლება მათი გამოცნობა კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარით.

სპირტების დაჟანგვა შესაძლებელია მათი დეჰიდრირების გზითაც; რისთვისაც სპირტის ორთქლს აგარებენ 300°C -მდე გახურებულ სპილენძის კატალიზატორზე დამჟანგავი ნივთიერების გარეშე.



13.1.5 სპირტების მნიშვნელოვანი წარმოადგენლები

მეთანოლი (მეთილის სპირტი, ხის სპირტი). გეპნიკაში მეთანოლს დიდი რაოდენობით იღებენ ნახშირბადის (II) ოქსიდის ჰიდრირებით. რეაქციას აგარებენ მაღალი ტემპერატურისა ($350-400^{\circ}\text{C}$) და მაღალი წნევის (200 ატმ.) პირობებში. კატალიზატორად იყენებენ ქრომის (III) ოქსიდისა და თუთიის ოქსიდის ნარევის



მეთანოლი გამოყენებულია ფორმალდეჰიდის მისაღებად და გამხსნელად. იგი საწამლავია. მისი მცირე რაოდენობა იწვევს სიბრმავეს, დიდი რაოდენობა კი (25 გრ.) - სიკვდილს.

ეთანოლი (ეთილის სპირტი, ღვინის სპირტი). გუქნიკაში მიიღება ეთილენის პიდრაგაციითა და შაქროვანი ნივთიერების სპირტული დუღილით, რომელიც რთული, ფერმენტული პროცესია. ეთანოლი გამოყენებულია გამსხნელად, ლაქებისა და საღებავების დასამზადებლად, ბიოლოგიური პრეპარატების შესანახად, სადემინფექციოდ და სხვ.

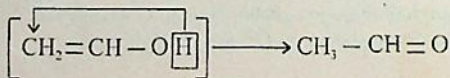
ეთანოლი შედის ყველა სპირტიან სასმელში. სპირტიანი სასმელების მიღებიდან ერთი-ერთნახევარი საათის შემდეგ ეთანოლი სისხლში გადადის. სისხლში 0,1% სპირტი იწვევს ალგმნებულ მდგომარეობას, 0,2% - დათრობას და 0,3%-ზე მეტი რაოდენობა - ალკოჰოლურ მოწამვლას.

პროპანოლი, ბუტანოლ-1, პენტანოლ-1, 2-მეთილბუტანოლ-1, 3-მეთილ-ბუტანოლ-1 და 2-მეთილ-ბუტანოლ-1 გვხვდება რახის მეთოში, რომელიც შაქროვან ნივთიერებათა სპირტული დუღილის შედეგად წარმოიქმნება (შაქრებში არსებული ცილების ფერმენტული დუღილით).

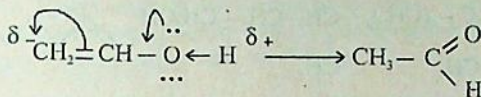
უმალესი სპირტებიდან აღსანიშნავია **ცეტილის სპირტი** (დნ. ტ. 49°C) $C_{16}H_{33}OH$, რომელიც შედის სპერმაცეტის შედგენილობაში და **მირიცილის სპირტი** $C_{30}H_{61}OH$ (დნ. ტ. 88°C), რომელიც ფუტკრის ცვილის შედგენილობაშია.

13.2 უჯერი სპირტები

უჯერი სპირტი, უჯერი ნახშირწყალბადების ნაწარმია, სადაც წყალბადატომები ჩანაცვლებულია შესაბამისად პიდროქსილის ჯგუფით. უჯერი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია ეთილენის პიდროქსილნაწარმი - ვინილის სპირტი $[CH_2=CH-OH]$, რომელიც თავისუფალი სახით არ არსებობს, რადგან ერლენმეიერის წესის თანახმად, უჯერ ნახშირბადატომთან დაკავშირებული პიდროქსილის ჯგუფი მდგრადი არ არის და იზომერიზდება კარბონილურ ნაერთში.

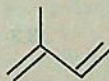
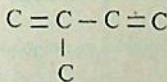


ენილის სპირტის უმდგრადობა გამოწვეულია ენგბადის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის (n-ელექტრონების) შეუღლებით ორმაგი ბმის π -ელექტრონებთან ($n-\pi$ შეუღლება)



ენგბადის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის გადაწევა CH_2 -ის ჯგუფებისაკენ აძლიერებს $\text{O}-\text{H}$ ბმის პოლარიზაციას იმდენად, რომ წყალბადი წყდება პროტონის სახით და უკავშირდება ნაწილობრივ უარყოფითად დამუხტულ CH_2 -ის ჯგუფს.

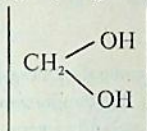
ბუნებაში გავრცელებული უჯერი სპირტებიდან აღსანიშნავია პექსენ-3-ოლ-ი: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, რომელიც გამოყოფილ იქნა იაპონური პიგნის შეთიდან (*Theca Sinensis Japonica*), თუთის და აკაციის ფოთლებიდან, სადაც იგი შედის ცის-იზომერის სახით. პექსენ-3-ოლ-ის აქვს მწვანე ფოთლების სუნი. ბუნებაში გავრცელებული უჯერი სპირტებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს 10 ნახშირბადატომის შემცველ, ღია ჯაჭვიანი სტრუქტურის სპირტებს, რომლებიც ეთეროვანი ზეთების შედგენილობაში შედიან. ეთეროვანი ზეთების შედგენილობაში შემავალი კომპონენტების აღნაგობა შეისწავლა ო. ვალახმა (1887 წ.) და დაადგინა, რომ მათ სტრუქტურას საფუძვლად უდევს ნახშირწყალბად-იზოპრენის ჩონჩხი



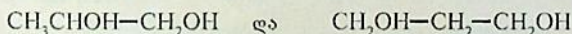
ნიუთიერებებს, რომელთა ნახშირბადატომის ჩონჩხი შედგება იზოპრენული ერთეულებისაგან, იზოპრენოიდები ეწოდება (რუჟიკა, 1922 წ.).

13.3.1 ორატომიანი სპირტები, ანუ გლიკოლები

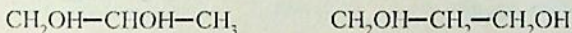
ორატომიანი სპირტები ნახშირწყალბადის ისეთი ნაწარმია, სადაც ორი წყალბადატომი ჩანაცვლებულია ორი ჰიდროქსილის ჯგუფით. მეთანის მოლეკულაში ორი წყალბადატომის ჩანაცვლებით მიიღება მეთილენგლიკოლის ფორმულა



სადაც ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი ერთ ნახშირბადატომთან არის დაკავშირებული. ასეთ დიოლებს გემინალური, ანუ, შემოკლებით, გემ-დიოლები ეწოდება. გემ-დიოლები თავისუფალი სახით არ არსებობენ და წარმოქმნისთანავე განიცდიან დეჰიდრაგაციას. ეთანის ჰიდროქსილნაწარმს, სადაც მეზობელი ნახშირბადატომების წყალბადია ჩანაცვლებული, ეთილენგლიკოლი ეწოდება $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$. შემდეგი პომოლოგი არსებობს ორი იზომერის სახით



ორი ჰიდროქსილის ურთიერთმდებარეობის მიხედვით არჩევენ α , β , γ ან 1,2, 1,3, 1,4 და ა. შ. დიოლებს

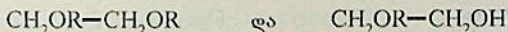


1,2-პროპანდიოლი

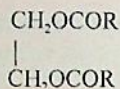
1,3-პროპანდიოლი

დიოლები მიიღება ერთატომიანი სპირტების მიღების ანალოგიური მეთოდებით.

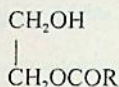
დიოლები წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერებებია. ახასიათებთ ერთატომიანი სპირტების ყველა თვისება და წარმოქმნიან ორი რიგის ნაწარმებს - სრულ და არასრულ ნაწარმებს. ასე მაგალითად, სრულ და არასრულ მარტივ ეთერებს



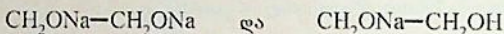
სრულ და არასრულ როტულ ეთერებს



და



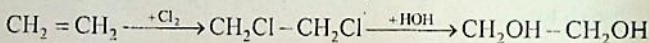
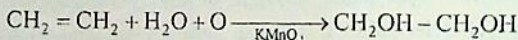
სრულ და არასრულ ალკოჰოლატებს



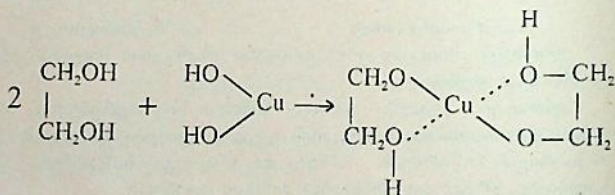
და სხვ.

გლიკოლებს ერთატომიან სპირგებთან შედარებით უფრო მკავეური ბუნება აქვთ, რაც ჰიდროქსილის ჯგუფის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტით არის გამოწვეული, ამასთან, რაც უფრო ახლოა ჰიდროქსილის ჯგუფები ერთმანეთთან, მკავეური ბუნება მით უფრო მეტია.

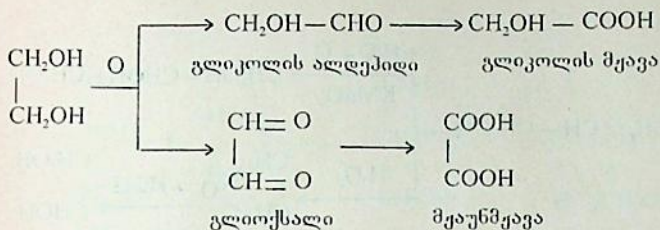
დიოლებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ეთილენგლიკოლი $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ (დუღ. ტ. 197°C , ρ_4^{20} 1,11), რომელსაც მრეწველობაში იღებენ ეთილენიდან:



ეთილენგლიკოლი შედის რეაქციაში ახლად დალექილ სპილენძის ჰიდროქსიდთან და წარმოქმნის წყალში კარგად ხსნად სპილენძის გლიკოლატს, რომელიც შიგაკომპლექსურ ნაერთს წარმოადგენს:



ეთილენგლიკოლი დამყანგავებთან ქმედებისას წარმოქმნის შემდეგ პროდუქტებს:

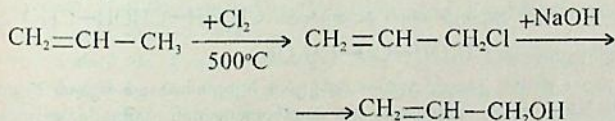


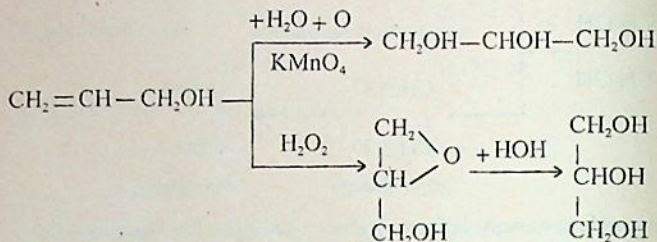
ეთილენგლიკოლი სქელი, გპილი სითხეა, საწამლაეია, გამოყენებულია ანტიფრიზის დასამზადებლად (60% წყალხსნარი იყინება - - 49°C; 50% წყალხსნარი - - 44°C), სითხეური ბოჭკოს - ლაქსანის მისაღებად და სხვ.

13.3.2 სამატომიანი სპირტები

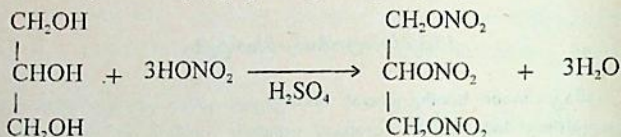
სამატომიანი სპირტებიდან მნიშვნელოვანია გლიცერინი. იგი ჩვეულებრივ პირობებში ბლანგი, უფერო, პიდროსკოპული, გპილი სითხეა (დნ. გემპ. 17°C, დუღ. გემპ. 290°C, ρ_4^{20} 1.25), წყალში იხსნება ყოველგვარი შეფარდებით.

გლიცერინი მიიღება ბუნებრივი პროდუქტებიდან - ცხიმებიდან და შაქროვანი ნივთიერებებიდან. ცხიმებიდან გლიცერინს იღებენ პიდროლიზით, ხოლო შაქროვანი ნივთიერებებიდან - ფერმენტული დუღილით, Na_2SO_4 -ის თანაობისას. გექსიკაში გლიცერინს იღებენ პროპილენიდან:





გლიცერინისათვის დამახასიათებელია სპირტების ყველა თვისება:
 1) შედის რეაქციაში მჟავებთან. მაგალითად, აზოტმჟავასთან და წარმოქმნის რთულ ეთერს - გრინიგროვლიცერინს:

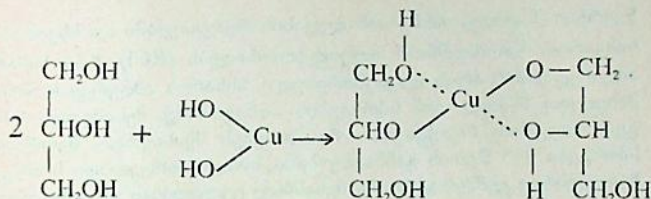


გრინიგროვლიცერინი ფეთქებადი ნივთიერებაა და გამოყენებულია დინამიტის დასამზადებლად. დინამიტი შედგება 75% გრინიგროვლიცერინისა და 25% ინფუზორული მიწისაგან (ა. ნობელი)

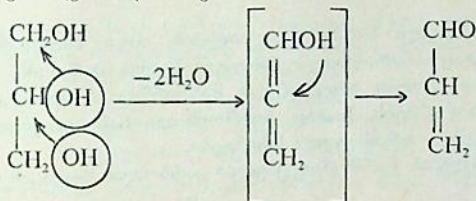
გრინიგროვლიცერინის 1%-იანი სპირტგხსნარი გამოყენებულია მედიცინაში სისხლის ძარღვების გასაფართოებლად (სტენოკარდიული შეტევის ბლოკირებისათვის).

დამყვანგავების მოქმედებით გლიცერინი იჟანგება და წარმოქმნის სხვადასხვა პროლექტს, რომელთაგან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გლიცერინის ალდეჰიდს $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHO}$ და დიოქსიაცეტონს $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$.

გლიცერინი კიდევ უფრო მჟავური ბუნებისაა და შედის რეაქციაში სპილენძის ოქსიდთან და ჰიდროქსიდთან. კაშკაშა, ლურჯი ფერის წყალში ხსნადი სპილენძის გლიცერატის წარმოქმნით, რომელიც გლიკოლატის მსგავსად, შიგაკომპლექსური ნაერთია:



ამ რეაქციით ხდება გლიცერინის აღმოჩენა; გლიცერინის აღმოჩენა შეიძლება აგრეთვე მისი ვაცხელებით წყალწამრთმევი ნივთიერებებთან ერთად, რომლის დროსაც ადგილი აქვს უჯერი ალდეჰიდის - აკროლენის წარმოქმნას:



აკროლენი დამახასიათებელი არასასიამოვნო მკვეთრი სუნის მქონე გაზია. აკროლენის არასასიამოვნო სუნის წარმოქმნა ხდება გაფაზე ცხიმის ზელმეტი გადახურების შემთხვევაში.

13.4 სპირტების იდენტიფიკაცია (აღმოჩენა)

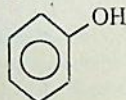
სპირტების აღმოჩენი რეაქციაა მათი დაჟანგვა ქრომის (VI) ოქსიდით. ვოკირდმევაჲს წყალხსნარში CrO_3 -ის გამჭვირვალე ნარინჯისფერი ხსნარი პირველადი და მეორადი სპირტების თანაობისას ორი-სამი წამის განმავლობაში იღებს მოცისფრო-მწვანე შეფერილობას და იმდერევა. მესამეულ სპირტებს ეს რეაქცია არ ახასიათებთ. პირველადი, მეორეული და მესამეული სპირტების ერთმანეთისაგან გარჩევა შესაძლებელია ლუკასის რეაქციით. ლუკასის რეაქციეი თუთიის ქლორიდის ხსნარია კონცენტრირებულ მარილმევაჲში. პომოლოგიური რიგის დაბალი

წვერები (C_7 -მდე) იხსნებიან ლუკასის რეაქტივებში და სხვადასხვა სიჩქარით წარმოქმნიან ალკილქლორიდებს (RCl), რაც სსნარის ამღვრევასთან არის დაკავშირებული. სსნარის ამღვრევის დროის მიხედვით მსჯელობენ სპირტების აღნაგობაზე. შესამეული სპირტები ლუკასის რეაქტივთან რეაგირებენ მყისიერად, მეორეული სპირტები - 5 წუთის განმავლობაში, ხოლო პირველადი სპირტები ჩვეულებრივ გემპერაგურაზე შესამჩნევ ცვლილებას არ განიცდიან.

14. ფენოლი და არომატული სპირტები

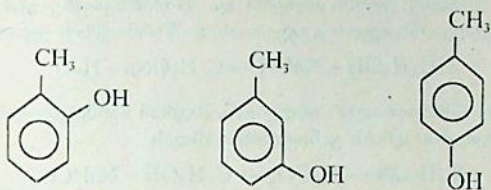
არომატული ნახშირწყალბადების ისეთ პიდროქსილნაწარმებს, სადაც პიდროქსილი ჩანაცვლებულია ბირთვში, ფენოლები ეწოდებათ, ხოლო არომატული ნახშირწყალბადების ისეთ პიდროქსილნაწარმებს, სადაც პიდროქსილი ჩანაცვლებულია გვერდით ჯაჭვში - არომატული სპირტები.

ფენოლების წარმომადგენელია კარბოლის მჟავა, ანუ ფენოლი.



ხოლო არომატული სპირტების წარმომადგენელია ფენილმეთანოლი - $C_6H_5-CH_2OH$. არომატული სპირტები სასიამოვნო სუნის მქონე სითხეებია. არომატული სპირტების პომოლოგიური რიგის მეორე წარმომადგენელი - ფენილეთანოლი ($C_6H_5-CH_2-CH_2OH$) ვარდის ზეთის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია (60%-მდე). არომატული სპირტების ქიმიური თვისებები აციკლური სპირტების მსგავსია.

ბუნშოლის ბირთვში ჩანაცვლებული პიდროქსილის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ ერთ, ორ და სამატომიან ფენოლებს. გოლუოლში ერთი პიდროქსილის ჩანაცვლების პროდუქტს კრემოლი ეწოდება. კრემოლი არსებობს სამი იზომერის სახით:



ორთო-კრეზოლი

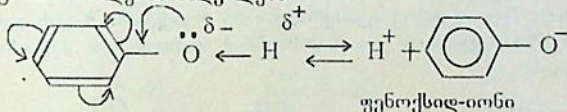
მეტა-კრეზოლი

პარა-კრეზოლი

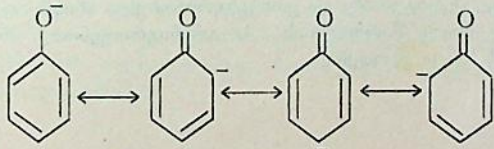
ფენოლები წყალში ხსნადი, უფერო კრისტალური ნივთიერებებია. კარგად იხსნებიან სპირტებში და ეთერებში. აქვთ სპეციფიკური სუნა.

ფენოლების ქიმიურ თვისებებს განაპირობებენ პიდროქსილის მეაფური ბუნება და ბენზოლის ბირთვისთვის დამახასიათებელი ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები.

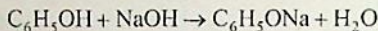
ფენოლების მეაფური თვისებები განპირობებულია ყანგბადის დავისუფალი ელექტრონული წყვილის შეუღლებით ბენზოლის ბირთვის π -ორბიტალთან. დადებითი შეუღლების ეფექტის (+M) გამო $O-H$ ბმის პოლარიზაცია იმრდება, რაც მოლეკულიდან პროტონის მოხლეჩას აადვილებს



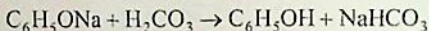
დისოციაციის შედეგად წარმოქმნილი ფენოქსიდ-იონის უარყოფითი მუხტი დელოკალიზებულია ბირთვის ნახშირბადატომებს შორის, რაც ანიონის სტაბილურობასა და აქედან გამომდინარე, ფენოლების მეაფურ თვისებებს განაპირობებს. ფენოქსიდ-იონში უარყოფითი მუხტის დელოკალიზაცია გამოისახება შემდეგი კანონიკური სტრუქტურებით



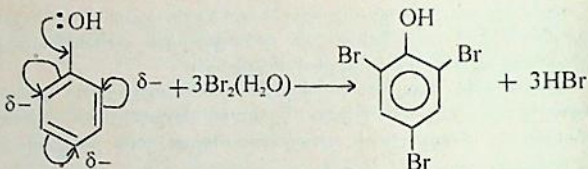
ფენოლი წყალზე უფრო ძლიერი და ნახშირმჟავაზე უფრო სუსტი მჟავაა. რეაქციაში შედის ტუტეებთან და წარმოქმნის ფენოლატებს,



რომლებიც წყლით აღარ იშლებიან, მაგრამ ნახშირმჟავასთან ურთიერთქმედების დროს განიცდიან დაშლას

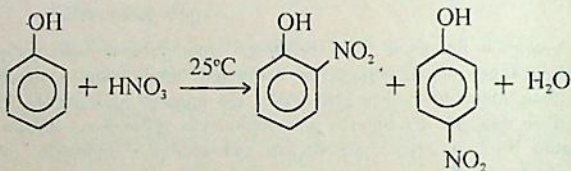


პიდროქსილი, როგორც ორთო- და პარა-ორიენტიანი, ააქტიურებს ბირთვის 2,4,6-ნახშირბადატომებს. ამის გამო ფენოლი ადვილად შედის რეაქციაში ბრომიან წყალთან და წარმოქმნის 2,4,6-

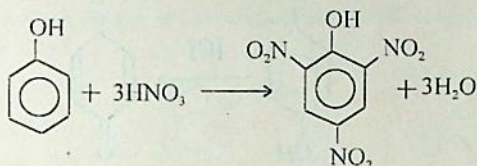


ტრიბრომფენოლს:

ფენოლი ჩვეულებრივ გემპერაგურაზე რეაქციაში შედის ვანზაე-ბულ აზოტმჟავასთან და წარმოქმნის ორთო- და პარა-ნიტრო-ფენოლს:



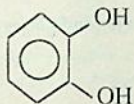
მაღალ გემპერაგურაზე და კონცენტრირებული აზოტმჟავას მოქმედებით ფენოლი წარმოქმნის 2,4,6-ტრიანიტროფენოლს, რომელსაც პიკრინის მჟავა ეწოდება:



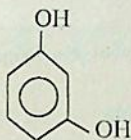
პიკრინის მკაფა თავისი სიძლიერით უტოლდება მარილმკაფას. მკაფური თვისებების გაძლიერება პიკრინის მკაფაში გამოწვეულია ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლებული სამი ელექტროაქცეპტორული ნიგრო-ჯგუფით.

14.1 ორაგომიანი ფენოლები

ორაგომიანი ფენოლი არსებობს სამი იზომერის სახით:



ორთო-იზომერი
პიროკატეხინი



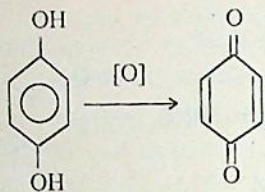
მეგა-იზომერი
რეზორცინი



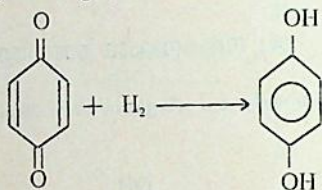
პარა-იზომერი
ჰიდროქინონი

რომლებსაც პიროკატეხინი, რეზორცინი და ჰიდროქინონი ეწოდება. ორაგომიანი ფენოლები სხვადასხვა ნაწარმის სახით გვხვდება მცენარეებში.

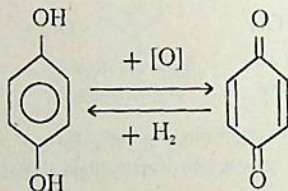
ორაგომიანი ფენოლები უფრო ძლიერი მკაფებია, ვიდრე ფენოლი. ამასთან ერთად, ფენოლისაგან განსხვავებით, უფრო ადვილად იკანგებიან. ასე მაგალითად, ჰიდროქინონი ადვილად იკანგება და გადადის ქინონში



ქინონი თავისი ბუნებით უჯერი კეტონია, სადაც ციკლს უკვე აღარ აქვს არომატული ბუნება. ქინონს ახასიათებს უჯერი კეტონების დამახასიათებელი თვისებები. იგი ადვილად იერთებს წყალბადს და ისევ ჰიდროქინონში გადადის



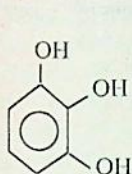
ჰიდროქინონი და ქინონი ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჟანგვა-აღდგენის პროცესით



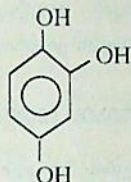
ამ ურთიერთკავშირს დიდი მნიშვნელობა აქვს ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში.

14.2 სამატომიანი ფენოლები

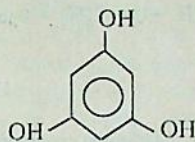
სამატომიანი ფენოლი არსებობს სამი იზომერის სახით:



ვიცინალური (v)



ასიმეტრიული (as)



სიმეტრიული (s)

ვიცინალურ იზომერს პიროგალოლი ეწოდება, ასიმეტრიულს – პიდროქსიპიდროქინონი და სიმეტრიულს – ფლოროგლუცინი. სამატომიანი ფენოლები კიდევ უფრო ადვილად იქანგებიან, მაგალითად პიროგალოლი ინტენსიურად შთანთქმავს ქანგბადს და გამოყენებულია აირთა ნარევიდან ქანგბადის მოსაცილებლად.

15. მარტივი ეთერები

მარტივი ეთერი სპირტების ისეთი ნაწარმია, სადაც პიდროქსილის წყალბადი ჩანაცვლებულია ნახშირბადწყალბადის რადიკალით. მარტივი ეთერების ზოგადი ფორმულაა $R-O-R$, თუ ქანგბადატომთან ერთნაირი რადიკალებია დაკავშირებული, ასეთ ეთერს სიმეტრიული ეწოდება, თუ ქანგბადატომთან სხვადასხვა რადიკალია დაკავშირებული, ასეთ ეთერს არასიმეტრიული.

მარტივი ეთერების იზომერია გამოწვეულია როგორც ქანგბალომ დაკავშირებული რადიკალის შედგენილობით, ისე მისი აღნაგობით, ასე მაგალითად, $CH_3-O-C_3H_7$ და $C_2H_5-O-C_2H_5$; $CH_3CH_2CH_2-O-CH_2CH_2CH_3$ და $CH_3CH_2CH_2-O-\underset{\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}}{CH}-CH_3$

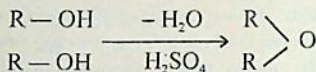
იზომერებია.

მარტივი ეთერების ნომენკლატურა იწარმოება რადიკალების სახელწოდებიდან, სიტყვა „ეთერის“ დამატებით. მაგალითად, $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ - დიმეთილის ეთერი, ანუ მეთილის ეთერი, $\text{CH}_3\text{-O-C}_2\text{H}_5$ - მეთილეთილის ეთერი.

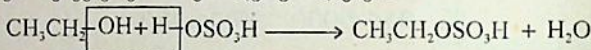
15.1 მიღების მეთოდები

მარტივი ეთერების მიღების ზოგადი მეთოდებია:

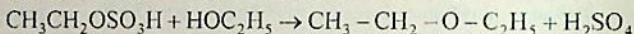
1. სპირტების მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაცია (ვილიამსონის მეთოდი)



რეაქციას ატარებენ კონცენტრირებული გოგირდმჟავის თანდასწრებით, რომელიც წყალწამრთმევი ნივთიერების როლს ასრულებს. ზომიერი გაცხელების პირობებში ($\sim 140^\circ\text{C}$), სპირტი ჯერ შედის რეაქციაში გოგირდმჟავასთან და წარმოქმნის გოგირდმჟავას მჟავე ეთერს - ეთილგოგირდმჟავას

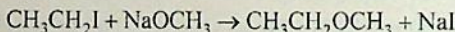


რომელიც რეაქციის მეორე საფეხურზე ურთიერთქმედებს ჭარბად აღებულ სპირტებთან და მარტივ ეთერს წარმოქმნის:



რეაქციის მეორე საფეხურზე სხვა სპირტების დამატების შემთხვევაში მიიღება არასიმეტრიული ეთერი. სპირტისა და გოგირდმჟავას ნარევის გაცხელება არ უნდა აღემატებოდეს 140°C -ს.

2. პალოგენალკანებზე ალკოჰოლაგის მოქმედება (ვილიამსონის მეთოდი)



ეს რეაქცია განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია არასიმეტრიული ეთერების მისაღებად და აღნაგობის დასადგენად.

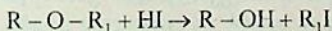
15.2 ფიზიკური თვისებები

მეთილისა და მეთილეთილის ეთერი ჩვეულებრივ პირობებში აირია. დანარჩენი — თხევადი ნივთიერება. მარტივი ეთერები სპირტების იზომერებია (მათი ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n+2}O$), მაგრამ ამ იზომერების დუბლის გემპერაგურებს შორის განსხვავება შეადგენს $100^{\circ}C$ -ზე მეტს, რაც იმით არის გამოწვეული, რომ მარტივი ეთერები არაასოცირებულ მდგომარეობაშია, ხოლო სპირტები კი — ასოცირებულ მდგომარეობაში, რასაც წყალბადური ბმები განაპირობებს. მარტივი ეთერების დაბალი წვერები წყალში იხსნებიან, მაღალი წვერები კი — არა.

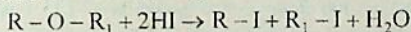
15.3 ქიმიური თვისებები

მარტივი ეთერი ნეიტრალური და ქიმიურად საკმაოდ ინერგული ნივთიერებაა. ჩვეულებრივ პირობებში მასზე არ მოქმედებს არც ტუტეები და არც ტუტე ლითონები. რთული ეთერისაგან განსხვავებით, წყალთან გაცხელებით პილოლიზს არ განიცდის. მარტივ ეთერზე არ მოქმედებს არც მჟავები, გარდა კონცენტრირებული H_2SO_4 და კონცენტრირებული HI -ისა.

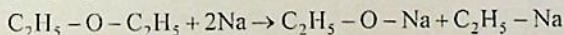
1. კონცენტრირებული იოდწყალბადმჟავა ჩვეულებრივ პირობებში ხლიჩავს მარტივ ეთერულ $C-O-C$ ბმას პალოგენალკანის და სპირტის წარმოქმნით



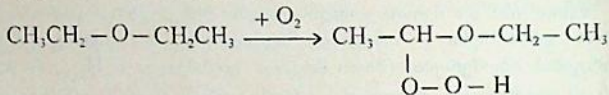
გაცხელებით, წარმოქმნილი სპირტიც შედის რეაქციაში და მიიღება ორი მოლეკულა პალოგენალკანი



2. მაღალ გემპერაგურაზე მარტივ ეთერს ხლიჩავს ლითონური ნატრიუმის

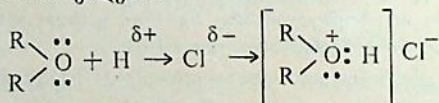


3. მარტივი ეთერი შენახვის პროცესში ჰაერის ეანგბადით იეანგება და ორგანულ პეროქსიდებს წარმოქმნის:



ორგანული პეროქსიდი წყალბადის პეროქსიდის $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ ნაწარმებია, სადაც ერთი ან ორივე წყალბადი ჩანაცვლებულია რადიკალით. ერთი წყალბადატომის ჩანაცვლების პროდუქტს $\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$ ჰიდროპეროქსიდი ეწოდება, ხოლო ორი წყალბადატომის ჩანაცვლების პროდუქტს $\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{R}$ ორგანული პეროქსიდი. ორგანული პეროქსიდები ძალზე არამდგრადი ნაერთებია და იშლებიან აუფთქებით.

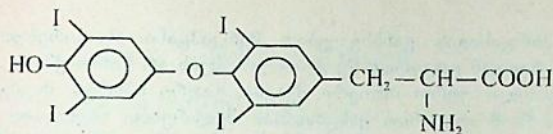
4. მარტივი ეთერები კონცენტრირებულ მკავებთან წარმოქმნის კომპლექსურ მარილს, ეანგბადის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის საშუალებით განხორციელებული დონორულ-აქცეპტორული ბმის საშუალებით:



ასეთ კომპლექსურ მარილებს ოქსონიუმის მარილები ეწოდება.

ცალკეული წარმომადგენლებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ეთილის ეთერს ან უბრალოდ ეთერს. დიეთილის ეთერი უფრო ადვილმოდრავი სითხეა სასიამოვნო სუნით. დუღ. ტ. $35,6^\circ\text{C}$, ρ_4^{20} 0,7135. 100 მოც. წყალში 20°C -ზე იხსნება 6,5 მოცულობა ეთერი, ხოლო 100 მოცულობა ეთერში - 125 მოცულობა წყალი. ეთერი გამოყენებულია, როგორც კარგი ორგანული გამხსნელი.

ფენოლის მარტივი ეთერებიდან აღსანიშნავია დიფენილეთერი $\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_5$ და მისი ნაწარმი თიროქსინი,



რომელიც ფარისებრივი ჯირკვლის პორმონია.

16. თიოსპირტები და თიოეთერები

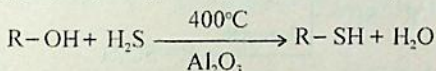
16.1 თიოსპირტები

სპირტის ვოგირდოვან ანალოგს თიოსპირტი, ანუ თიოლი, ან მერკაპტანიც ეწოდება. მათი ზოგადი ფორმულაა $R-SH$.

თიოლები მიიღება: 1) კალთგენნაწარმზე ტუტე ლითონის კიდროსულფატის მოქმედებით



ან 2) სპირტის ორთქლისა და ვოგირდწყალბადის გაგარებით გახურებულ კატალიზატორზე - ალუმინის, ან თორიუმის ოქსიდზე:

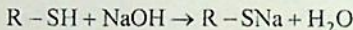


თიოლი ვოგირდწყალბადის მსგავსად ძალზე ცუდი სუნის მქონე ნივთიერებაა. ყნოსვის ორგანოებით მისი სუნის შეგრძნება შესაძლებელია ისეთი მცირე კონცენტრაციით, რაც ქიმიური იდენტიფიკაციისათვის საკმარისი არ არის. ასე მაგალითად, თიოსპირტების დაბალი წვერები სუნით შეიგრძნობა ასეთი განზავებით: 1 ნაწილი თიოსპირტი 400 მილიონ ნაწილ ჰაერში. მერკაპტანის ეს თვისება გამოყენებულია ბუნებრივი აირისათვის ცუდი სუნის მისაცემად.

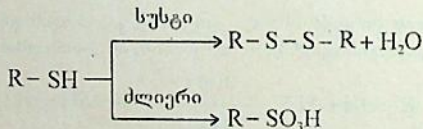
სპირტისაგან განსხვავებით მერკაპტანი ასოცირებული არ არის, რადგან ვოგირდი წყალბადურ ბმებს არ წარმოქმნის.

თიოლი უფრო ძლიერი მჟავაა, ვიდრე სპირტი. მიუხედავად იმისა, რომ ვოგირდი ეანგბადთან შედარებით ნაკლებად ელექტროუარყოფითი ელემენტია (O-3,5; S-2,5) მჟავიანობის ესოდენ მკვეთრი ვაზრდა გამოწვეულია S—H ბმის ნაკლები ენერგიით. (S—H ბმის იონური დისოციაციის ენერგია - 348 კჯ/მოლი გაცილებით ნაკლებია O—H ბმის დისოციაციის ენერგიაზე 465 კჯ/მოლი).

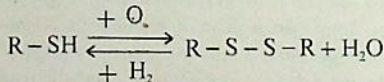
მჟავური ბუნების გამო თიოლი ურთიერთქმედებს ტუტეებთან და წარმოქმნის მარილს, რომელსაც თიოლატი, ანუ მერკაპტიდი ეწოდება



თიოლები ადვილად იჟანგება. ამასთან, სპირტებისაგან განსხვავებით იჟანგება არა ნახშირბადატომში, არამედ ვოგირდის ატომში. ფრთხილი დაეანგვით წარმოიქმნება დისულფიდები, ხოლო ძლიერი დაეანგვით - სულფომჟავები:



—S—S— დაჯგუფებას ეწოდება დისულფიდური დაჯგუფება, ხოლო ბმას ვოგირდის ატომებს შორის - დისულფიდური ბმა. დისულფიდები ადვილად აღდგებიან და ისევ თიოლები წარმოიქმნება:



თიოლებიდან დისულფიდების და დისულფიდებიდან თიოლების წარმოქმნას დიდი მნიშვნელობა აქვს ცილების სტრუქტურის ფორმირების საქმეში.

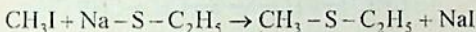
16.2 თიოეთერები

თიოეთერები მარტივი ეთერების გოგირდოვანი ანალოგებია. მათი ზოგადი ფორმულაა $R-S-R$. საერთაშორისო ნომენკლატურით მათი სახელწოდება წარმოდგება რადიკალების სახელწოდებიდან დაბოლოება სულფიდის დამატებით. მაგალითად, CH_3-S-CH_3 - დიმეთილსულფიდი, $CH_3CH_2-S-CH_3$ - მეთილეთილსულფიდი და ა. შ. თიოეთერები მიიღება:

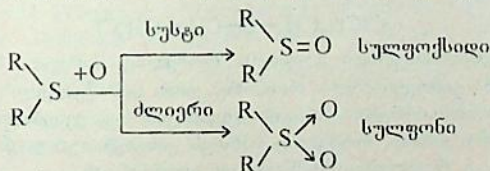
1) ჰალოგენალკანებზე გუგე ლითონთა სულფიდების მოქმედებით



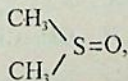
2) ჰალოგენწარმებზე გუგე ლითონთა მერკაპტიდების მოქმედებით.



თიოეთერი ნეიგრალური სითხეა. წყალში არ იხსნება, აქვს დამახასიათებელი ცუდი სუნი. მარტივი ეთერისაგან განსხვავებით, ადვილად იჟანგება. სუსტი დამჟანგავების მოქმედებით ორვალენტიანი გოგირდი იჟანგება ოთხვალენტიან გოგირდამდე, ხოლო ძლიერი დამჟანგავებით - ექვსვალენტიან გოგირდამდე.



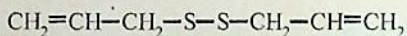
ღიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს დიმეთილსულფოქსიდს



რომელიც კარგ გამხსნელს წარმოადგენს და ხელს უწყობს ისეთი რეაქციების მიმდინარეობას, რომლებიც სხვა გამხსნელის გამოყენების შემთხვევაში არ მიდის (მაგალითად: ნიტრონაერთების მიღება პალოვენაწარმებზე NaNO_2 -ის მოქმედებით).

ცალკეული წარმომადგენლებიდან აღსანიშნავია ბუნებაში გავრცელებული თიოსპირგები და თიოეთერები - ბუტილთიოლი $\text{C}_4\text{H}_9\text{SH}$, ბუტენილთიოლი $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH}$, დიბუტენილსულფიდი $(\text{C}_4\text{H}_7)_2\text{S}$. რომლებიც შედიან სამხრეთ-ამერიკული მყრალას (*Conepatus Suffocans*) და ჩრდილო-ამერიკული სკუნისის (*Mephitis mephitis nigra*) გამონაყოფში. ამ გულისამრევი სუნის მქონე ნივთიერებას ისინი თავდაცვის მიზნით შეაფრქვევენ მოწინააღმდეგეს რამდენიმე მეტრის მანძილიდან.

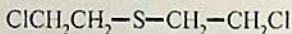
ბუნებაში გავრცელებული თიოსპირგებიდან და თიოეთერებიდან აღსანიშნავია **დიალილდისულფიდი**



და მისი სულფოქსიდი $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{S}}}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$,

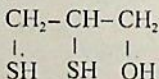
რომელსაც ალიცინი ეწოდება. დიალილდისულფიდი და ალიცინი შედის ნივრის ზეთის შედგენილობაში.

თიოეთერებიდან აღსანიშნავია **იპრიტი**



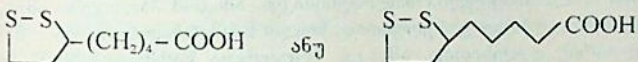
(β , β -დიქლორდიეთილსულფიდი), რომელიც პირველ მსოფლიო ომში იქნა გამოყენებული, როგორც კანის დამაწყულელებელი მომწამლავე ნივთიერება. იპრიტის დეგამაცია - გაუვნებლობა ხდება ქლორიანი კირით, რომელიც იპრიტს ეანგავს სულფოქსიდად და სულფონად, რომლებიც მომწამლავე აღარ არიან.

დითიოსპირგებიდან აღსანიშნავია გლიცერინის თიონაწარმი, რომელსაც „ბალი“ ეწოდება.

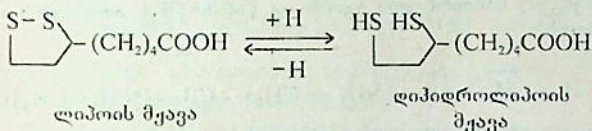


იგი ეუქვტური საშუალებაა ლუიზიტით და ზოგიერთი მძიმე ლი-
თონით მოწაპვლის შემთხვევაში.

ბუნებაში გავრცელებული დისულფიდებიდან აღსანიშნავია
ლიპოს მჟავა:

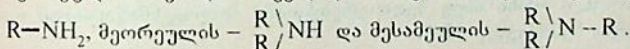


იგი კოფერმენტს წარმოადგენს და ეხსვავა-აღდგენის პროცესში
მონაწილეობს:



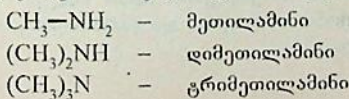
17. ამინები

ამინები ამიაკის ნაწარმია, რომელშიც წყალბადის ატომები
ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადის რადიკალებით. რადიკალის
რაოდენობის მიხედვით ამინებს ყოფენ პირველად, მეორეულ და
მესამეულ ამინებად. პირველადი ამინების ზოგადი ფორმულაა



პირველადი ამინები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახ-
შირწყალბადის ნაწარმი, სადაც წყალბადის ატომი ჩანაცვლებუ-
ლია ამინოჯგუფით (NH_2).

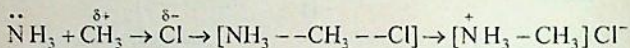
ამინების სახელწოდება იწარმოება ამიაკში ჩანაცვლებული
რადიკალების სახელწოდების მიხედვით. მაგალითად:



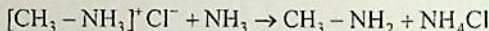
17.1 მიღების მეთოდები

ამინების მიღების ძირითადი მეთოდია:

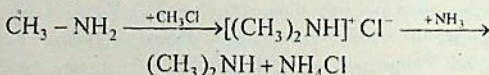
1) *ჰოფმანის რეაქცია* – ჰალოგენნაწარმებზე ამიაკის ან ამინების მოქმედება. ჰალოგენნაწარმის მოლეკულაში C—Hal-ის ბმა პოლარიზებულია ჰალოგენისაკენ, ამიტომ ჰალოგენი იმუხტება ნაწილობრივ უარყოფითად, ხოლო ნახშირბადის ატომი – ნაწილობრივ დადებითად. ამიაკის მოლეკულა წარმოადგენს ნუკლეოფილურ რეაგენტს (აზოტის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის არსებობის გამო). ამიაკი ეჯახება ნაწილობრივ დადებითად დამუხტულ ნახშირბადის ატომს და წარმოქმნის ამონიუმის ტიპის მარილს,



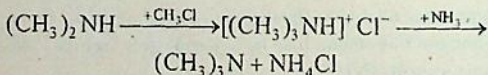
რომელიც ჭარბი ამიაკის მოქმედებით მოხლიჩავს ქლორწყალბადის მოლეკულას და მიიღება პირველადი ამინი:



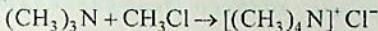
რეაქცია გრძელდება და ახლა ამინზე ჰალოგენნაწარმის მოქმედებით მიიღება მეორეული ამინი:



მეორეული ამინი ისევ შედის რეაქციაში ჰალოგენნაწარმთან და მიიღება მესამეული ამინი:



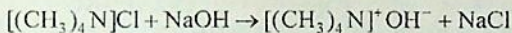
მესამეული ამინი ჰალოგენნაწარმთან კვლავ წარმოქმნის მარილს, რომელიც ჭარბი ამიაკის მოქმედებით აღარ იშლება აზოტის ატომთან წყალბადის უქონლობის გამო და წარმოიქმნება მეოთხეული ამონიუმის მარილი:



ტეტრამეთილამონიუმის ქლორიდი

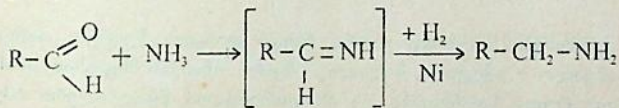
ჰოლმანის რეაქცია მიმდინარეობს S_N2 მექანიზმით. რეაქციის შედეგად მიიღება ამინების ნარევი და მეოთხეული ამონიუმის მარილი.

მეოთხეული ამონიუმის მარილი შედის რეაქციაში ტუტეებთან და წარმოქმნის მეოთხეული ამონიუმის ტუტეს.

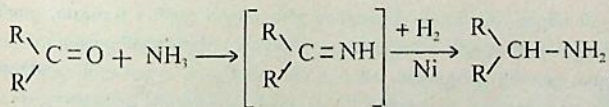


რომელიც მყარი კრისტალური ნივთიერებაა, კარგად იხსნება წყალში და ძლიერ ტუტეს წარმოადგენს.

2) *პირველადი ამინების მიღება შეიძლება ალდეჰიდებისა და კეტონების ალდგენით ამიაკის თანაობისას.* ჯერ ალდეჰიდი შედის ამიაკთან რეაქციაში და წარმოქმნის არამდგრად ნაერთს – იმინს, რომელიც შეიცავს $\text{C}=\text{N}$ ბმას, სადაც აზოგი sp^2 -ჰიბრიდიზაციაშია. შემდეგ კი იმინები იერთებენ წყალბადს:

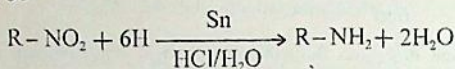


იმინი

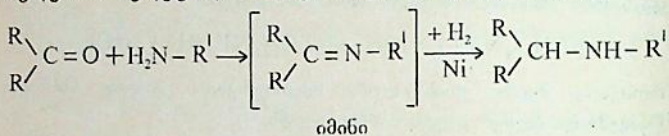


იმინი

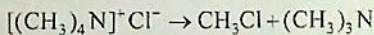
3) პირველადი ამინები მიიღება ნიტრონაერთების აღდგენით:



4) მეორეული ამინების მიღება შეიძლება ალდეჰიდებზე და კეტონებზე პირველადი ამინების მოქმედების შედეგად. მიღებული ნაერთის შემდგომი აღდგენით:



5) მესამეული ამინები მიიღებიან მეოთხეული ამონიუმის მარილების გახურებით:

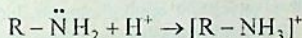
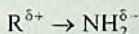


17.2 ფიზიკური თვისებები

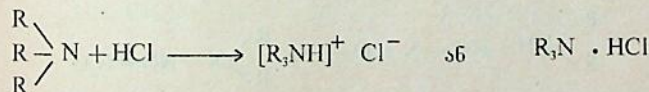
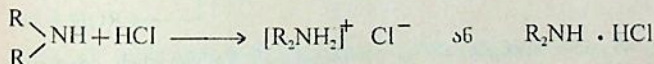
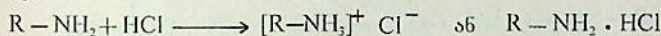
ამინების კომპოლოგიური რიგის დაბალი წევრები აირებია, საშუალო - თხევადი, მაღალი - მყარი. ამიაკის მსგავსად ამინები პოლარული ნაერთებია და ასოცირებულია წყალბადური ბმების საშუალებით, მესამეული ამინების გარდა. ამინები წყალში კარგად იხსნება, რადგან წარმოქმნიან $-O-H \cdots N-$ ტიპის წყალბადურ ბმებს. ამინებში წყალბადური ბმები უფრო სუსტია, ვიდრე სპირტებში, რადგან ამოტი ნაკლებად ელექტროუარყოფითი ელემენტია, ვიდრე ენგბადი. ამის გამო ამინების დუილის ტემპერატურა გაყილებით დაბალია სპირტების დუილის ტემპერატურაზე. ამინების დაბალ წევრებს აქვთ ამიაკის დამახასიათებელი სუნი, ხოლო მაღალ წევრებს თევზის არასასიამოვნო სუნი.

17.3 ჰიმიური თვისებები

1) ამიაკის მსგავსად, ამინები ფუძე თვისებების მქონე ნივთიერებებია, რაც აზოტის თავისუფალი ელექტრონული წყვილით არის გამოწვეული. რადიკალის დაღებითი ინდუქციური ეფექტის (+ I) გამო აზოტის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი ლოკალიზებულია აზოტის ატომზე, ამიტომ მაღალია აზოტის ელექტროდონორული თვისებები და აქედან გამომდინარე – მისი ფუძე თვისებებიც, რადგან წყალბადის კაციონის დაკავშირება აზოტის ატომთან დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით უფრო ადვილად მიმდინარეობს:

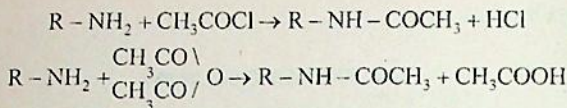


ამინები რეაქციაში შედის მკავებთან და წარმოქმნის მარილებს:



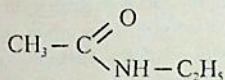
ამინების მარილები წყალში კარგად ხსნადი კრისტალური ნივთიერებებია.

2) ამინები შედიან რეაქციაში მკავათა ნაწარმებთან – ქლორანჰიდრიდებთან, ანჰიდრიდებთან, რთულ ეთერებთან და წარმოქმნის ამიდებს:

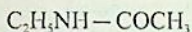


მესამეულ ამინებს ეს რეაქციები არ ახასიათებს.

მოდებულ პროდუქტებს კითხულობენ ან როგორც მქავათია ამინების ნაწარმებს, ან როგორც ამინის აცილნაწარმებს. მაგალითად:



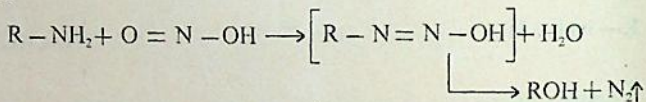
N-ეთილაცეტამიდი



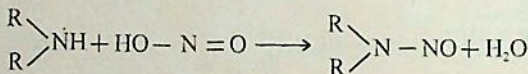
აცეტილეთილამინი

3) ამინები შედიან რეაქციაში ამოგოვანმქავასთან. ამ რეაქციას ანალიზური მნიშვნელობა აქვს, რადგან პირველადი, მეორეული და მესამეული ამინები სხვადასხვაგვარად შედიან რეაქციაში.

პირველადი ამინები ამოგოვანმქავასთან წარმოქმნის სპირტებს:

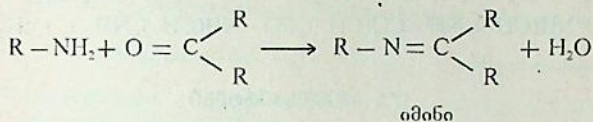


მეორეული ამინები ამოგოვანმქავასთან წარმოქმნის ნიტროზოამინებს:



მესამეული ამინები ამოგოვანმქავასთან რეაქციაში არ შედიან, რადგან ამოგის აგომს აღარ აქვს წყალბადის ატომი.

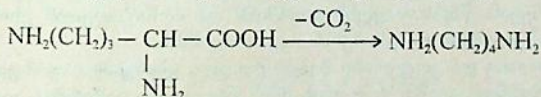
4) პირველადი ამინები შედიან რეაქციაში ალდეჰიდებთან და კეტონებთან შიფის ფუძეების, ანუ იმინების წარმოქმნით. აციკლური ამინებიდან მიღებული იმინები



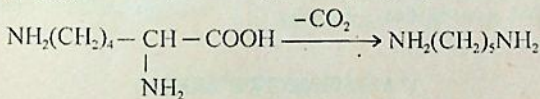
უმდგარი ნაერთებია და ვანიციდან შემდგომ გარდაქმნებს. იმინები შუალედური პროდუქტების სახით წარმოიქმნება ნივთიერებათა მეტაბოლიზმის დროს.

17.4 დიამინები

დიამინებიდან აღსანიშნავია: ტეტრამეთილენდიამინი $NH_2(CH_2)_4NH_2$, რომელსაც პუტრესცინი ეწოდება და პენტამეთილენდიამინი $NH_2(CH_2)_5NH_2$, რომელსაც კადავერინი ეწოდება. პუტრესცინი და კადავერინი ცილების ლპობის შედეგად წარმოიქმნება და ბიოგენურ დიამინებს წარმოადგენს. პუტრესცინი წარმოიქმნება ამინოჰეპა-ორნიტინის დეკარბოქსილირებით,

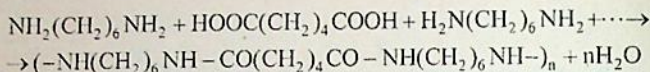


ხოლო კადავერინი - ლიზინის დეკარბოქსილირებით



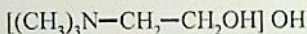
პუტრესცინსა და კადავერინს ცული სუნი აქვს. ისინი წარმოიქმნება გვამის ხრწნის პროცესში (მათ გვამის შხამებს ანუ პტომინს ეწოდებენ). მათი წარმოქმნა ხდება ზოგიერთი მიკროორგანიზმის ცხოველმოქმედების შედეგად. ასე მაგალითად, ქოლერის ვიბრიონებისა და ტეტანუსის ჩხირების ცხოველმოქმედების შედეგად.

დიამინებიდან აღსანიშნავია აგრეთვე ჰექსამეთილენდიამინი $NH_2(CH_2)_6NH_2$, რომელიც გამოყენებულია სინთეზური ბოჭკოს - ნაილონის მისაღებად:



17.5 ამინოსპირტები

ამინოსპირტის მოლეკულა შეიცავს როგორც ამინის, ისე პიდროქსილის ჯგუფს. ამინოსპირტების პირველი წარმომადგენელი ეთანოლამინი ანუ კოლაამინი $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$. ეთანოლამინი ბლანტი სითხეა. წყალში კარგად იხსნება. აქვს ძლიერი ფუძე თვისებები. კოლაამინის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ქოლინი,



რომელიც მეოთხეული ამონიუმის ტუტის ნაწარმია, სადაც ამოგის ატომთან დაკავშირებულია სამი მეთილის და ერთი პიდროქსიეთილის რადიკალი ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$). ქოლინი ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში როგორც თავისუფალი, ისე ნაერთების სახით. ახასიათებს დიდი ფიზიოლოგიური აქტიურობა. დაბლა წევს სისხლის წნევას. წარმოადგენს ვიტამინს და მონაწილეობს ცხიმების, ნახშირწყლებისა და ცხიმების მეტაბოლიზმში.

ქოლინი და კოლაამინი შედის რთული ცხიმების - ფოსფატიდების შედგენილობაში. ქოლინის მნიშვნელოვანი ნაწარმია აცეტილქოლინი $[(\text{CH}_3)_3\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCOCH}_3]^+ \text{OH}^-$, რომელიც ნერვული აღზნების გადამგანია კუნთებზე.

17.6 არომატული ამინები

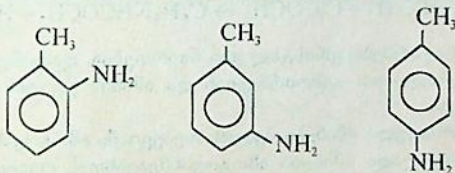
არომატული ამინები ამიაკში ჩანაცვლებული რადიკალის რაოდენობის მიხედვით არსებობს: პირველადი, მეორეული და მესამეული. პირველადი ამინების ზოგადი ფორმულაა $\text{Ar}-\text{NH}_2$. მეორეული და მესამეული ამინები შედგენილობის მიხედვით არსებობს მხოლოდ არომატული, სადაც ყველა რადიკალი არომატულია და აციკურ-არომატული, სადაც ერთ-ერთი რადიკალი მაინც

აციკურია, მაგალითად, $(C_6H_5)_2NH$ - დიფენილამინი და $C_6H_5NH-CH_3$ - მეთილფენილამინი მეორეული ამინებია, ხოლო $(C_6H_5)_3N$ - ტრიფენილამინი, $C_6H_5-N\begin{matrix} /CH_3 \\ \backslash CH_3 \end{matrix}$ - დიმეთილანილინი მესამეული ამინები.

პირველადი ამინების წარმომადგენელია ანილინი



მომდევნო პომოლოგი - გოლუიდინი არსებობს სამი იზომერის - ორთო, მეტა და პარა-იზომერის სახით

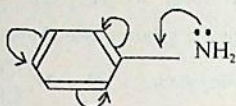


არომატული ამინები მიიღება პოფმანის რეაქციით (იხ. აციკლური ამინები).

არომატული ამინები ოხევალი ან მყარი ნაერთებია, რომლებიც ძლიერი საწამლაეებია.

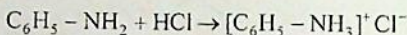
17.6.1 ქიმიური თვისებები

1. არომატულ ამინებს ფუძე თვისებები ახასიათებს, მაგრამ მათი ფუძე თვისებები ამიაკზე სუსტია, რადგან ამოგის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი (n) შეუღლებულია ბენზოლის ბირთვის π -ელექტრონულ ღრუბელთან (ე. წ. $n-\pi$ შეუღლება). ანილინი იმდენად სუსტი ფუძეა, რომ ლაკმუსს არ აღურჯებს.



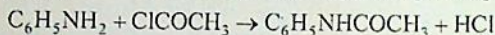
დიფენილამინის კიდევ უფრო სუსტი ფუძე თვისებები აქვს, ხოლო ტრიფენილამინის ფუძე თვისებები საერთოდ არ გააჩნია.

პირველადი ამინები ძლიერ მკავებთან წარმოქმნიან მარილებს:



2. აციკლური ამინების მსგავსად, არომატული ამინებიც განიცდიან ალკილირებას (პოფმანის რეაქცია).

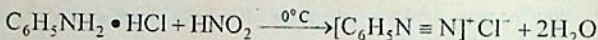
3. აციკლური ამინების მსგავსად განიცდიან აცილირებას:



აცილნაწარმები კრისტალური ნაერთებია. დამკანგავეებისადმი დიდი მდგრადობით გამოირჩევიან და ამინის ჯგუფის დასაცავად გამოიყენება.

4. არომატული ამინები შედიან რეაქციაში ამოტოვანმკავეასთან.

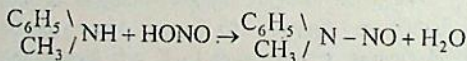
ა) პირველადი ამინები ამოტოვანმკავეასთან რეაგირებენ მკავე არეში, დაბალ ტემპერატურაზე ($0^{\circ}C$) და წარმოქმნის დიაზონიუმის მარილს:



ფენილდიაზონიუმის

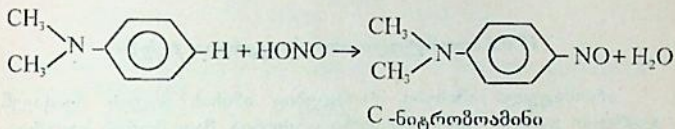
ქლორიდი

ბ) მეორეული ამინები ამოტოვანმკავეასთან წარმოქმნის N-ნიტროზოამინს:



N-ნიტროზოამინი

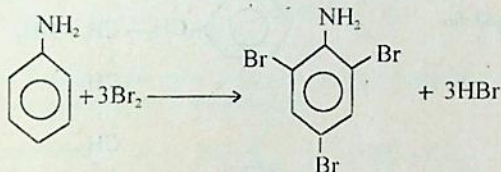
გ) მესამეული ამინები ამოგოვანშეკავასთან შეღის რეაქციაში და წარმოქმნის C-ნიგროზოამინს:



რეაქცია შიღის ბენზოლის ბირთვის აქტიური პარაწკალბადის მონაწილეობით.

არომატული ბირთვისათვის დამახასიათებელი თვისებებიდან აღსანიშნავია:

1. რეაქცია ბრომიან წყალთან. ეს რეაქცია ანილინის აღმოჩენი რეაქციაა, რადგან 2,4,6-გრიბრომანილინი ნალექის სახით გამოიყოფა:



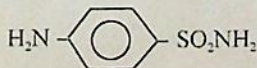
2. ანილინი რეაქციაში შეღის გოგირდშეკავასთან და წარმოქმნის სულფანილის შეკავას



რომელიც არსებობს შინაგანი მარილის სახით



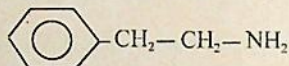
სულფანილის შეკავას ამიდი ცნობილია სტრეპტოციდის სახელწოდებით



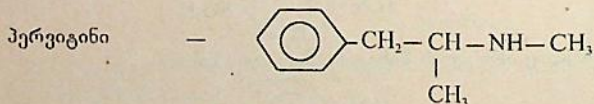
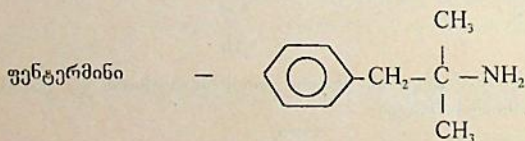
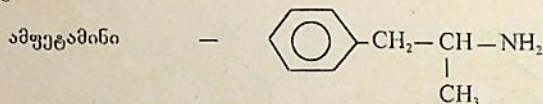
—SO₂NH₂ დაჯგუფებას სულფანილამიდური ჯგუფი ეწოდება, ამ ჯგუფის შემცველ პრეპარატებს კი — სულფანილამიდური პრეპარატები. ისინი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც ანტისეპტიკური საშუალებები.

17.6.2 არომატული ამინები გვერდით ჯაჭვში

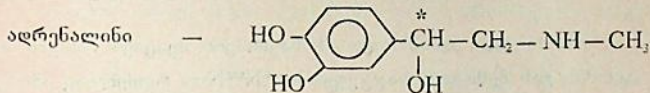
არომატული ამინები, რომლებიც ამინის ჯგუფს შეიცავენ, გვერდით ჯაჭვში უფრო ძლიერი ფუძეებია. მათ შორის საყურადღებოა β-ფენილეთილამინის



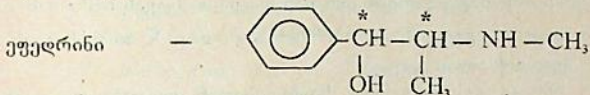
ნაწარმები, რომლებსაც ფიზიოლოგიური აქტიურობა ახასიათებს. ზოგიერთი მათგანი ფსიქოსტიმულატორია, მაგალითად, ფენამინი ანუ



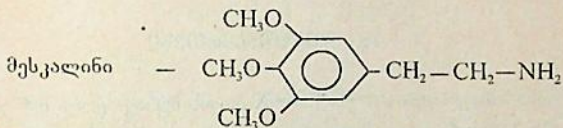
ზოგიერთი პორმონია, მაგალითად,



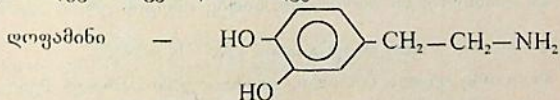
რომელიც თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონია. იგი ავიწროვებს სისხლის ძარღვებს.



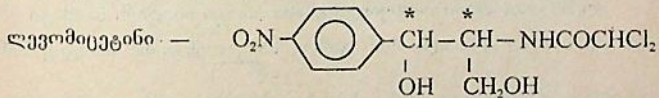
რომელიც აფართოებს თვალის ვუვას და ადიღებს წნევას.



რომელიც შედის მექსიკური კაქტუსის წვენის შედგენილობაში და ძლიერ პალუციონოგენს წარმოადგენს.



იგი პარკინსონის დაავადების სამკურნალო პრეპარატია.



რომელიც გამოყენებულია მედიცინაში და სხვ.

18. არომატული დიაზო და აზონაერთები

არომატული დიაზო და აზონაერთები შეიცავს აზოტის ორი ატომისაგან შემდგარ დაჯგუფებას $-N=N-$, რომელსაც აზოჯგუფი ეწოდება. აზონაერთებში აზოჯგუფი დაკავშირებულია ორ არომატულ რადიკალთან $Ar-N=N-Ar$, ხოლო დიაზონაერთებში – ერთ არომატულ რადიკალთან და ერთ მკეავას ნაშთთან, ან ჰიდროქსიდის ჯგუფთან $Ar-N=N-X$ (სადაც X არის მკეავას ნაშთი ან ჰიდროქსიდის ჯგუფი).

აზოჯგუფის შემცველი ნაერთებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს დიაზონაერთებს.

18.1 დიაზონაერთები

დიაზონაერთები $Ar-N=N-X$ თავის მხრივ იყოფა ორ ჯგუფად:

1) საკუთრივ დიაზონაერთები, სადაც აზოტის ორივე ატომი სამვალენტია $Ar-N=N-X$ და

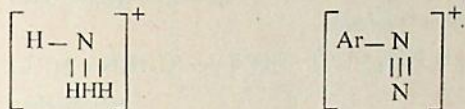
2) დიაზონიუმის მარილები, სადაც აზოტის ერთი ატომი სამი, ხოლო მეორე – ოთხვალენტია $[Ar-\overset{+}{N} \equiv N]Cl^-$.

როგორც ყველა მარილი, დიაზონიუმის მარილი შედგება დიაზოკატიონისა $[Ar-\overset{+}{N} \equiv N]$ და მკეავას ნაშთის ანიონისაგან X^- .

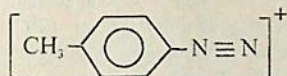
დიაზოკატიონში ოთხვალენტია აზოტი იზიდავს სამმაგი ბმის ელექტრონულ წყვილს, რის გამოც სამვალენტია აზოტიც ნაწილობრივ დადებითად იმუხგება $[Ar-\overset{+}{N} \equiv N]$. ამრიგად, დადებითი მუხტი ორ ატომზეა განაწილებული და უფრო მართებული იქნება დიაზოკატიონის ასეთი სტრუქტურა $[Ar-\overset{+}{N} \equiv N]^+$.

დიაზოკატიონი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც აზონიუმის კატიონი, სადაც სამი წყალბადატომი ჩანაცვლებულია აზოტის ერ-

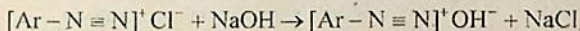
თი ატომით, ხოლო ერთი წყალბადატომი - არომატული რადიკალით:



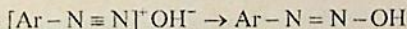
დიაზონიუმის კატიონის სახელწოდება წარმოიქმნება არომატული ნახშირწყალბადების რადიკალების სახელწოდებაზე დაბოლოება დიაზონიუმის დამატებით. მაგ.: $[\text{C}_6\text{H}_5 - \text{N} \equiv \text{N}]^+$ - ფენილდიაზონიუმის კატიონი,



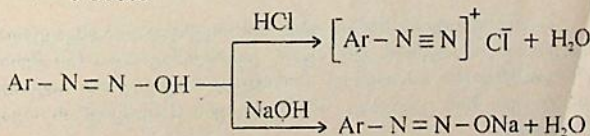
ჰ-ტოლილდიაზონიუმის კატიონი და სხვ. დიაზონიუმის მარილებს, მარილის თვისებები აქვს. გუგეების მოქმედებით წარმოქმნის დიაზონიუმის ფუძეს, რომელიც თავისი სიძლიერით კალიუმისა და ნატრიუმის გუგეს უტოლდება:



დიაზონიუმის ფუძე არამდგრადი ნაერთია, წყალხსნარში განიცდის იზომერიზაციას და გადადის დიაზოჰიდრატში:

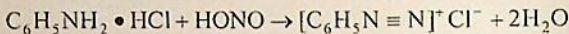


დიაზოჰიდრატი ამფოტერულია და შედის რეაქციაში როგორც მჟავებთან, ისე გუგებთან



გუგებთან წარმოქმნის მარილს, რომელსაც დიაზოჰატი ეწოდება. მჟავებთან კი წარმოქმნის დიაზონიუმის მარილს.

დიაზონიუმის მარილები მიიღება არომატულ პირველად ამინებზე აზოტოვანი მკავეს მოქმედებით. რეაქციას ატარებენ დაბალ ტემპერატურაზე (0-10°C) და მკავე არეში. ამისათვის ერთ მოლ ამინს უმატებენ ორ მოლ მინერალურ მკავეს (HCl ან H₂SO₄) და ნატრიუმის ნიტრიტს:



ქლორიანი

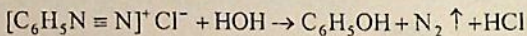
ფენილდიაზონიუმი

დიაზონიუმის მარილების მიღების რეაქციას პირველადი არომატული ამინებიდან დიაზოტირების რეაქცია ეწოდება.

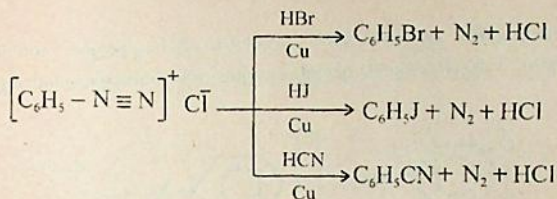
დიაზონიუმის მარილები არამდგრადი ნაერთებია და არსებობს მხოლოდ წყალხსნარში დაბალ (0°C) ტემპერატურაზე. დიაზონიუმის მარილის გამოყოფა შესაძლებელია სპირტხსნარიდან მყარი კრისტალური ნაერთის სახით, რომელიც ადვილად ფეთქდება. ამიტომ დიაზონიუმის მარილებს თავისუფალი სახით არ გამოყოფენ. მას იღებენ წყალხსნარში უშუალოდ რეაქციის ჩატარების მომენტში. დიაზონიუმის მარილები ძალზე რეაქციისუნარიანი ნივთიერებებია და ახასიათებთ ძირითადად ორი ტიპის რეაქციებს: 1) რეაქციები აზოტის გამოყოფით და 2) რეაქციები აზოტის გამოყოფის გარეშე.

1. რეაქციები აზოტის გამოყოფით

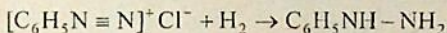
1) დიაზონიუმის მარილები გაცხელებით იშლებიან წყლის საშუალებით და წარმოქმნიან ფენოლს:



2) დიაზონიუმის მარილების პალოგენწყალბადმკავებთან გაცხელებისას სპილენძის ფხვნილის კატალიზატორის (ან შესაბამისი ერთვალენტიანი სპილენძის მარილის) მოქმედებით ადგილი აქვს აზოჯგუფის ჩანაცვლებას. ამ რეაქციებს მანდშეიერის რეაქციები ეწოდებათ:

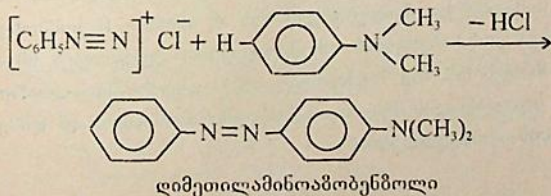
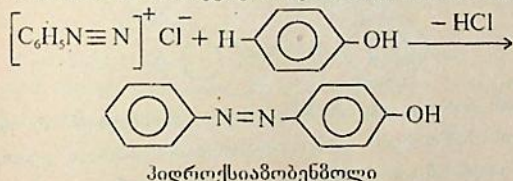


3) დიაზონიუმის მარილები აღგენით წარმოქმნიან არილჰიდრაზინებს:

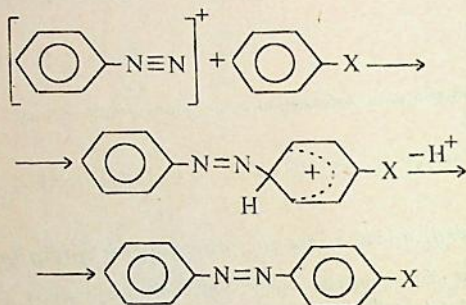


II. რეაქციები ამოგის გამოყოფის გარეშე

ამ ტიპის რეაქციებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია დიაზონიუმის მარილების მოქმედება ფენოლებთან, ამინებთან და მათ ნაწარმებთან, რომლის შედეგადაც მიიღება ამოსაღებრები. ამ რეაქციას ამოშეუღლების რეაქცია ეწოდება. ამოშეუღლება მიღის ფენოლის, ან ამინის პარა-აქტიური წყალბადის მონაწილეობით:

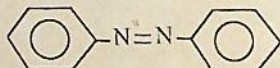


ამ რეაქციებში დიაზონიუმის კატიონის ჩანაცვლება, არომატულ ბირთვში, მიმდინარეობს ელექტროფილური ჩანაცვლების მექანიზმით:



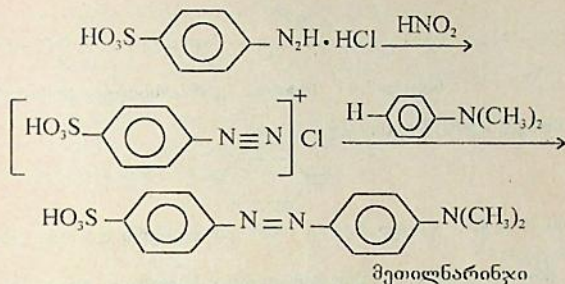
რეაქცია ადვილად მიდის, თუ X - პირველი რიგის ჩანაცვლებელია.

აზოსალეზრების საფუძველია

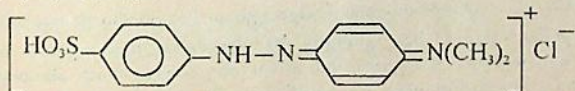


აზობენზოლის ბირთვი და აზოსალეზრებს განიხილავენ, როგორც აზობენზოლის ნაწარმებს. დიმეთილამინოაზობენზოლი ყვითელი საღებარია, ჰიდროქსიაზობენზოლი - ნარინჯისფერი.

აზოშეუღლების რეაქციაში დიაზონიუმის მარილს აზოსალეზრის I კომპონენტი ეწოდება, ფენოლს ან ამინს - II კომპონენტი. სხვადასხვა კომპონენტების აზოშეუღლებით ღებულობენ სხვადასხვა აზოსალეზარს. ასე მაგალითად, აზოსალეზარი მეთილნარინჯი მიიღება სულფანილის მექავას დიაზონიუმის მარილისა და დიმეთილანილინის აზოშეუღლებით:



მეთილნარინჯი ნეიტრალურ და გუგე არეში ყვითელია, მკავე არეში - წითელი. ფერის შეცვლა დაკავშირებულია ერთ-ერთი ბენზოლის ბირთვის სტრუქტურის ქინოიდურ სტრუქტურაში გადასვლასთან. მეთილნარინჯი გამოყენებულია ინდიკატორად (pH-ის ინტერვალი 3,1-4,4)

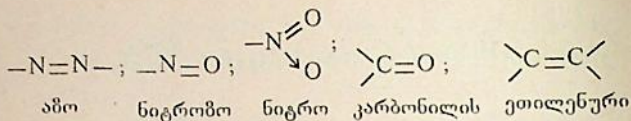


ანტრანის მკავეს დიამონიუმის მარილისა და დიმეთილანისის შეუღლებით მიიღება მეთილწითელი, რომელიც ინდიკატორად არის გამოყენებული (pH = 4,2-6,3).

19. სალებრები

საღებარი ეწოდება ისეთ ორგანულ ნივთიერებას, რომელსაც აქვს ფერი და ქსოვილის შეღებვის უნარი.

1876 წ. ვიგის მიერ წამოყენებულ იქნა საღებრების ქრომოფორული თეორია. ამ თეორიის თანახმად, ნაერთის ფერი დამოკიდებულია მოლეკულაში ქრომოფორული ჯგუფების არსებობაზე. ქრომოფორული ჯგუფები უჯერი ბმების შემცველი რადიკალებია

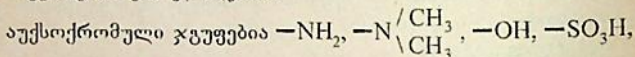


და რთული ქრომოფორული ჯგუფი



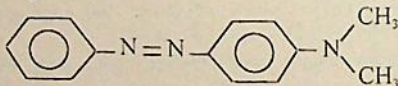
- ქინოიდური ჯგუფი, სადაც ორი ეთილენური და ორი კარბონილის ჯგუფია¹.

ქრომოფორული ჯგუფების გარდა, საღებარი უნდა შეიცავდეს ისეთ ჯგუფებს, რომლებსაც ფერი არა აქვთ, მაგრამ მათი არსებობა ქრომოფორის ფერს (გონალობას) აძლიერებს. ასეთ ჯგუფებს აუქსოქრომები ეწოდებათ.



$-\text{COOH}$. აუქსოქრომების საშუალებით საღებარი ქსოვილზე ფიქსირდება, ამიგომ მათ გარეშე ქრომოფორული ჯგუფების შემცველი ნივთიერება საღებარი არ არის. ასე მაგალითად, აზობენზოლი ნარინჯისფერ-წითელი ნივთიერებაა, მაგრამ საღებარი არ არის, რადგან აუქსოქრომულ ჯგუფებს არ შეიცავს და ქსოვილზე ფიქსირების უნარი არა აქვს.

აზოსაღებრებს იყენებენ სამკურნალო პრეპარატების შესაღებად, კოსმეტიკურ საშუალებად, ქსოვილებისა და საკეები პროდუქტების შესაღებად. მაგრამ, ამ ბოლო დროს გამოირკვა, რომ აზოსაღებრებს კარცეროგენული თვისებები აქვს და მათი გამოყენება საკეები პროდუქტების, მედიკამენტებისა და კოსმეტიკური საშუალებების შესაღებად აკრძალულია. ასე მაგალითად, ჯ-დიმეთილაზინოაზობენზოლი



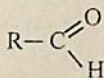
¹ ორგანული ნივთიერებების მეფერილობას განაპირობებს მოლეკულაში ორი ან მეტი ქრომოფორული ჯგუფის შეუღლებული სისტემა.

ყვითელი ფერის საღებარია და გამოყენებული იყო ხელოვნური რძის პროდუქტების შესაღებად „ცხიმოვანი ყვითელის“ სახელწოდებით. „ცხიმოვანი ყვითელი“, ამარანგი, ალური და სხვა ამოსაღებრები ამოღებულია ხმარებიდან.

ამოსაღებრების ზოგიერთი წარმომადგენელი გამოყენებულია ანალიზურ ქიმიაში ინდიკატორად, როგორებიცაა: მეთილნარინჯი, კონგოწითელი, მეთილწითელი და სხვ.

20. ალდეჰიდები და კეტონები ანუ ოქსონაერთები

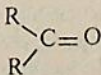
ოქსონაერთები ეწოდება ისეთ ორგანულ ნაერთებს, რომელთა მოლეკულაში შედის კარბონილის ფუნქციური ჯგუფი $\text{C}=\text{O}$. ნივთიერებებს, სადაც კარბონილის ჯგუფი დაკავშირებულია ერთ რადიკალთან და წყალბადის ერთ ატომთან, ალდეჰიდები ეწოდებათ,



ხოლო



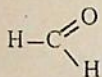
ჯგუფს - ალდეჰიდის ჯგუფი. ნივთიერებებს, სადაც კარბონილის ჯგუფი დაკავშირებულია ორ რადიკალთან



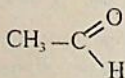
- კეტონები ეწოდება, ხოლო $\text{C}=\text{O}$ ჯგუფს - კეტონის ჯგუფი. კარბონილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არსებობს მონო, დი და ა. შ. ალდეჰიდები და კეტონები, ხოლო რადიკალის ბუნების მიხედვით არსებობს ნაჯერი და უჯერი ოქსონაერთები.

20.1 იზომერია და ნომენკლატურა

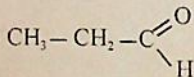
ალდეჰიდები და კეტონები ერთმანეთის იზომერებია. მათი ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$. ყოველ პირველად სპირტს შეესაბამება ალდეჰიდი, ხოლო მეორეულ სპირტს - კეტონი. ალდეჰიდების პომოლოგიური რიგის წევრებია:



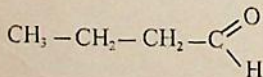
ჰიანჭველის ალდეჰიდი, ფორმალდეჰიდი, მეთანალი



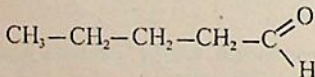
ძმრის ალდეჰიდი, აცეტალდეჰიდი, ეთანალი



პროპიონის ალდეჰიდი, პროპანალი



ერბოს ალდეჰიდი, ბუტანალი



ვალერიანის ალდეჰიდი, პენტანალი

ალდეჰიდების იზომერია განპირობებულია რადიკალის აღნაგობით. ალდეჰიდების ნომენკლატურა ძირითადად გრივიალურია და იწარმოება იმ მეავის სახელწოდების მიხედვით, რომელსაც ისინი დაეანგვით წარმოქმნიან. საერთაშორისო ნომენკლატურით

აღდექილების სახელწოდება წარმოდგება ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან დაბოლოება „ალის“ დამატებით.

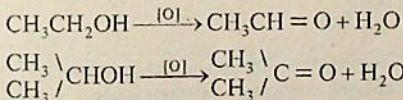
კეტონების იზომერია დამოკიდებულია რადიკალების აღნაგობაზე და კარბონილის ჯგუფის მდებარეობაზე ნახშირბადატომთა ჯაჭვში. კეტონების სახელწოდება იწარმოება რადიკალების სახელწოდებიდან სიგყვა კეტონის დამატებით, ხოლო საერთაშორისო ნომენკლატურით, სახელწოდება იწარმოება ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებიდან დაბოლოება „ონის“ დამატებით და იმ ნახშირბადატომის ლოკანგის მითითებით, სადაც ქანგბადია დაკავშირებული.

- | | | |
|--|---|----------------------------------|
| CH_3COCH_3 | - | აცეტონი (ტრივიალური სახელწოდება) |
| | | დიმეთილკეტონი, პროპანონი |
| $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ | - | მეთილეთილკეტონი, ბუტანონი |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$ | - | დიეთილკეტონი, პენტანონ-3 |
| $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ | - | მეთილპროპილკეტონი, პენტანონ-2 |

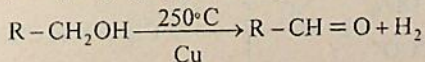
20.2 მიღების მეთოდები

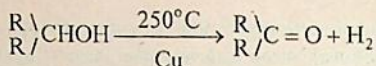
აღდექილებისა და კეტონების მიღების ხერხებიდან აღსანიშნავია:

1) *სპირტების დეჰიდრირება, ანუ დაქანგვა*. პირველადი სპირტების დაქანგვით მიიღება ალდექილები, ხოლო მეორეული სპირტების დაქანგვით – კეტონები:

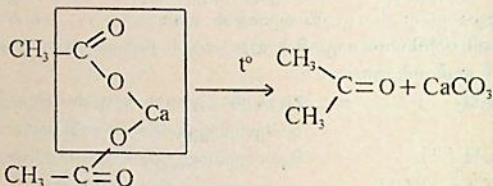


სამრეწველო მასშტაბით უფრო ხელსაყრელია სპირტების კატალიზური დეჰიდრირება გახურებულ სპილენძის ბურბუშელაზე:

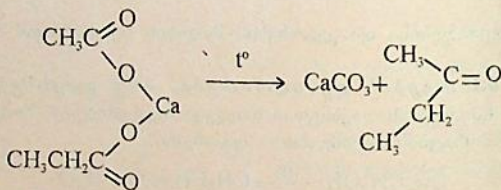




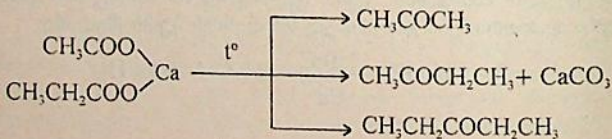
2) ერთფუძიან კარბონმჟავათა კალციუმის ან ბარიუმის მარილების „მშრალი გამოხდა“ (პიროლიზი). მაგალითად ძმარმჟავა კალციუმის ვახურებით მიიღება აცეტონი:



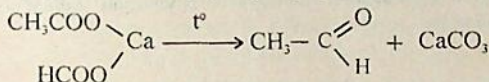
ასიმეტრიული კეტონების მისაღებად კალციუმის შერეული მარილების აღებაა საჭირო. მაგალითად, მეთილეთილკეტონის მისაღებად უნდა ავიღოთ ძმარმჟავასა და პროპანმჟავას კალციუმის მარილი:



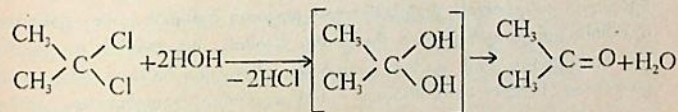
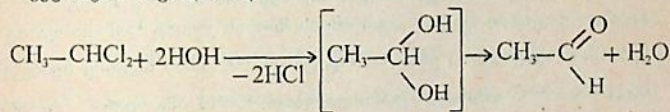
ძირითადი პროდუქტის – მეთილეთილკეტონის გარდა ამ რეაქციის შედეგად მიიღება თანამდე პროდუქტებიც – აცეტონი და ლიეთილკეტონი:



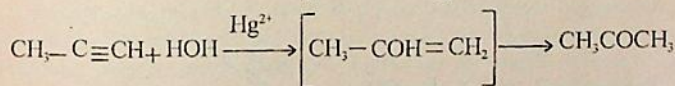
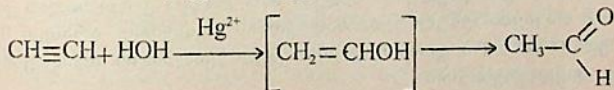
აღდექილების მისაღებად კალციუმის ისეთი შერეული მარილების აღებაა საჭირო, სადაც ერთ-ერთი ნაწილი ჭიანჭველამჟავისი იქნება. მაგალითად, ძმრის აღდექილების მისაღებად უნდა ავიღოთ ჭიანჭველმჟავისა და ძმარმჟავას კალციუმის მარილი:



3) *გემინალური დიჰალოგენაწარმების შესაქმნა*. ვანაპირა გემ-დიჰალოგენაწარმების შესაქმნით მიიღება აღდექილები, დანარჩენი გემ-დიჰალოგენაწარმების შესაქმნით კი - კეტონები. მაგალითად,



4) *აცეტილენისა და მისი ჰომოლოგების ჰიდრატაცია*. აცეტილენის ჰიდრატაციით მიიღება ძმრის აღდექილი, ხოლო მისი ჰომოლოგებიდან კეტონები:

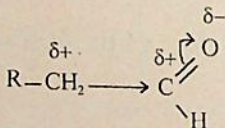


20.3 ფიზიკური თვისებები

ალდეიდების პირველი წარმომადგენელი მკვეთრი სუნის მქონე აირია. ალდეიდების დანარჩენი წევრები და კეტონები თხევადი ნივთიერებებია. ალდეიდებს მკვეთრი სუნი აქვს. კეტონებს – სასიამოვნო. ალდეიდებისა და კეტონების დუღილის ტემპერატურა შესაბამისი სპირტების დუღილის ტემპერატურაზე უფრო დაბალია.

20.4 ქიმიური თვისებები

ოქსონაერთების ქიმიური თვისებები კარბონილის ჯგუფის თვისებებზეა დამოკიდებული. კარბონილის ჯგუფში ნახშირბადატომის სავალენტო ელექტრონები იმყოფებიან sp^2 ანუ ტრიგონალურ კიბრიდიზაციაში. სავალენტო ბმებს შორის კუთხე 120° -ია და ატომები მთავსებულია ერთ სიბრტყეში. $C=O$ ბმის სიგრძე შეადგენს 0,121 ნმ. $C=C$ ბმისაგან განსხვავებით, $C=O$ ბმა უფრო პოლარიზებულია ეანგბადის ელექტროუარყოფითი ბუნების გამო. ეანგბადატომისაკენ გადაწეულია როგორც π -ბმის, ისე σ -ბმის ელექტრული სიმკვრივე, რის გამოც ეანგბადი იმუხგება ნაწილობრივ უარყოფითად, ხოლო ნახშირბადი – ნაწილობრივ დადებითად, კარბონილის ჯგუფი $C=O$ კი მთლიანად ელექტროაქცეპტორული ბუნებისაა და ამკლანებს – I ეფექტს. კარბონილის ჯგუფის დიდი პოლარიზაცია გავლენას ახდენს არა მარტო კარბონილის ჯგუფთან დაკავშირებულ წყალბადატომის თვისებებზე, არამედ მეზობელ, α -ნახშირბადთან დაკავშირებულ წყალბადის თვისებებზედაც და ააქტიურებს მას.

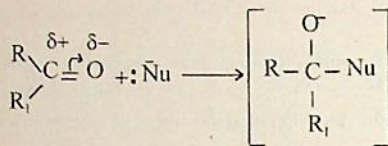


კარბონილის ჯგუფი ერთ-ერთი ყველაზე რეაქციისუნარიანი ფუნქციური ჯგუფია. მას ახასიათებს: 1) მიერთებისა და 2) კონდენსაციის რეაქციები.

მიერთების რეაქციების ხასიათს განსაზღვრავს ნახშირბადატომზე არსებული ნაწილობრივი დადებითი მუხტი, ამიტომ ნახშირბადატომთან მიერთების რეაქციები ნუკლეოფილურია (A_N) და რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია ნახშირბადატომის დადებითი მუხტის სიდიდეზე. რაც მეტია დადებითი მუხტის სიდიდე, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ნუკლეოფილური ნაწილაკის მიერთება. ნუკლეოფილური მიერთების დროს ნახშირბადის გრიგონალური კონფიგურაცია ირღვევა და გადადის ტეტრაედრულ კონფიგურაციაში. ამ გადასვლის დროს ნახშირბადატომთან დაკავშირებული ატომები რამდენადმე უახლოვდებიან ერთმანეთს და თუ რადიკალები დიდი მომისაა, ადგილი ექნება სივრცით დაბრკოლებას. ალდეჰიდებში სივრცითი დაბრკოლება უფრო ნაკლებია, ვიდრე

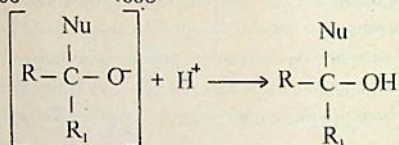
კეტონებში, რადგან ალდეჰიდებში $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} C = O$ ჯგუფთან ერთი რადიკალი და ერთი წყალბადატომია დაკავშირებული, ხოლო კეტონებში კი - ორი რადიკალი. ამიტომაც, რომ ალდეჰიდები უფრო ადვილად შედიან ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციაში, ვიდრე კეტონები. ფორმალდეჰიდის მოლეკულაში კარბონილის ჯგუფთან დაკავშირებულია ორი წყალბადატომი, რაც მას მაქსიმალურ რეაქციისუნარიანობას ანიჭებს. კეტონების შედარებით ნაკლები რეაქციისუნარიანობა განპირობებულია აგრეთვე კარბონილის ჯგუფთან დაკავშირებული რადიკალების დადებითი ინდუქციური ეფექტით, რის გამოც, მცირდება ნახშირბადის დადებითი მუხტის სიდიდე და აქედან გამომდინარე, კარბონილის ჯგუფის აქტიურობაც.

ნუკლეოფილური მიერთების რეაქცია კარბონილის ჯგუფთან მიმდინარეობს ორ სტადიადა: პირველ სტადიაზე ნუკლეოფილური რეაგენტი თავისი ელექტრონული წყვილით უერთდება ნაწილობრივ დადებითად დამუხტულ ნახშირბადატომს და წარმოქმნის ანიონს:



გარდამავალი ტეტრაედრული
მდგომარეობა

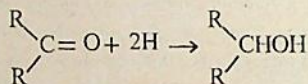
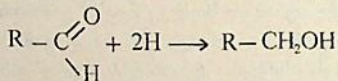
მეორე სტადიაზე ანიონი იერთებს ელექტროფილურ ნაწილაკს და მიიღება რეაქციის პროდუქტი.



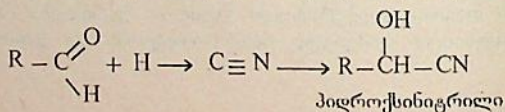
მიერთების რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

1) წყალბადის მიერთება

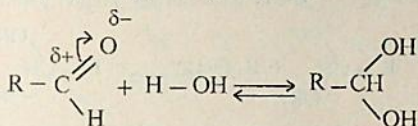
ალდეიდების ალდგენით მიიღება პირველადი სპირტები, ხოლო კეტონების ალდგენით – მეორეული სპირტები.



2) ციანწყალბადის მიერთება მილის მცირეოდენი ტუგის თანაობისას და წარმოიქმნება პიდროქსინიგრილი

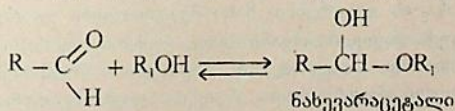


3) წყლის მიერთება. ეს რეაქცია მხოლოდ ალდეჰიდებისათვის არის დამახასიათებელი. წყლის მიერთებით ალდეჰიდი წარმოქმნის ჰიდრატს - გემინალურ დიოლს:



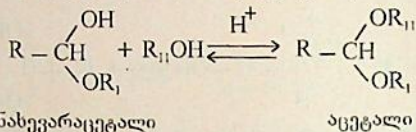
გემ-დიოლები, როგორც ცნობილია, თავისუფალი სახით არ არსებობს და წარმოქმნისთანავე გამოყოფს წყალს და ისევ ალდეჰიდებში გადადიან. ამიტომ ეს რეაქცია შექცევადი პროცესია. გემ-დიოლები მხოლოდ წყალხსნარში არსებობენ. ალდეჰიდებსა და გემ-დიოლებს შორის წონასწორობა დამოკიდებულია ალდეჰიდის ჯგუფთან დაკავშირებული რადიკალის ბუნებაზე. ჰიანჭველალდეჰიდის შემთხვევაში წონასწორობა წყალხსნარში მთლიანად გადაწეულია მარჯვნივ, ხოლო გრძელჯაჭვიანი ალდეჰიდების შემთხვევაში - მარცხნივ. ალდეჰიდის ჯგუფთან დაკავშირებულ პირველ (α) ნახშირბადთან წყალბადის ატომები თუ ჩანაცვლებულია ქალოგენის ატომებით, მაშინ ერთ ნახშირბადატომთან საეხებით შესაძლებელია ორი ჰიდროქსიდის ჯგუფის არსებობა. ასე მაგალითად, ქლორალჰიდრატი $\text{CCl}_3-\text{CH} \begin{array}{l} \text{OH} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ საკმაოდ მდგრადი ნაერთია და წყალს მხოლოდ კონცენტრირებულ გოგირდმქეფასთან გაცხელებისას კარგავს.

4) სპირტების მიერთება. ალდეჰიდები მშრალი HCl-ის თანდასწრებით, რომელიც კატალიზატორის როლს ასრულებს, იერთებენ სპირტებს და წარმოქმნიან ნახევარააცეტალებს



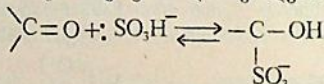
ნახევარააცეტალი გემ-დიოლის არასრული ეთერია. გემ-დიოლის მსგავსად ისიც არამდგრადი ნაერთია და იშლება საწყის პროდუქტებად, ამიტომ ნახევარააცეტალის წარმოქმნა შექცევადი პროცე-

სია. ნახევარაცეტალის ჰიდროქსილი ღიდი აქტიურობით გამოირჩევა და მეაქვების თანდასწრებით ადვილად შედის რეაქციაში სპირტებთან, ამჟერად უკვე მდგრადი ნაერთის - აცეტალის წარმოქმნით, რომელიც გემ-დიოლის სრულ ეთერს წარმოადგენს:



აცეტალის მოლეკულაში ორი მარტივეთერული ბმაა (C—O—C), მაგრამ მარტივი ეთერისაგან განსხვავებით აცეტალი მეაქვე არეში ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს უკვე ჩვეულებრივ გემპერაგურაზე. რაც შეეხება გუტეების გაყენას, გუტე არეში აცეტალი ჰიდროლიზს არ განიცდის. ნახევარაცეტალსა და აცეტალს ღიდი მნიშვნელობა აქვთ ნახშირწყლების შესწავლის საქმეში.

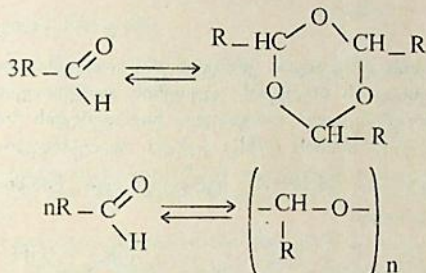
5) *ნატრიუმის ბისულფიტის მიერთება*. ეს რეაქცია ახასიათებს ალდეჰიდებსა და მეთილკეტონებს. სხვა კეტონებს ეს რეაქცია არ ახასიათებს სიერციით დაბრკოლების გამო



ბისულფიტური ნაერთი გამოიყოფა წყალში უხსნადი კრისტალების სახით. ეს რეაქცია ალდეჰიდებისა და მეთილ კეტონების აღმომჩენი რეაქციაა.

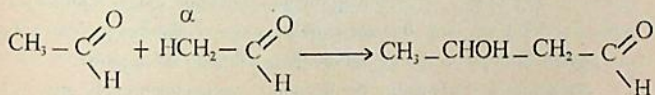
6) *რეაქცია ფუქსინგოგირდოვანმკავასთან (მიფის რეაქცია)*. ფუქსინი წითელი ფერის საღებარია. ფუქსინის ხსნარში SO₂-ის გაგარებით მისი შეფერილობა უფერულდება და მიიღება ფუქსონგოგირდოვანი მკავა. ფუქსონგოგირდოვანი მკავას უფერო ხსნარში ალდეჰიდების დამატებით წარმოიქმნება ფუქსინის წითელი შეფერილობა. რეაქცია ფუქსონგოგირდმკავასთან გამოყენებულია ალდეჰიდების აღმოსაჩენად. კეტონები ამ რეაქციას არ იძლევა.

7) ალდეიდები, კეტონებისაგან განსხვავებით, განიცდის *პოლიმერიზაციას* და წარმოქმნის ან ციკლური აღნაგობის გრიმერს, ან ხაზოვან პოლიმერს:

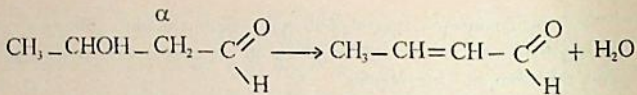


ალდეიდების პოლიმერიზაციის რეაქცია შექცევადი პროცესია.

8) *კონდენსაციის რეაქციები*. მიერთების ისეთ რეაქციას, რომელსაც შემდგომ თან ახლავს დაბალმოლეკულური ნაერთის მოხლეჩა, კონდენსაციის რეაქცია ეწოდება. კონდენსაციის რეაქციები ალდეიდებში უფრო ადვილად მიმდინარეობენ, ვიდრე კეტონებში. კონდენსაციის რეაქციებიდან აღსანიშნავია ალდოლური კონდენსაცია, რომელსაც ალდეიდი განიცდიან გუგე არეში. ალდოლური კონდენსაციის შედეგად მიღებულ ნაერთს ალდოლი ეწოდება:



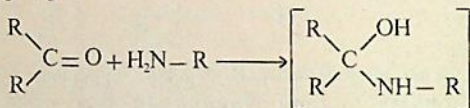
ალდოლურ კონდენსაციას განიცდის ისეთი ალდეიდი, რომლებიც α -მდებარეობაში შეიცავს აქტიურ წყალბადის ატომს. ალდოლი გაცხელებით ძალიან ადვილად კარგავს წყლის მოლეკულას აქტიური α -წყალბადის არსებობის გამო და წარმოქმნის უჯერ ალდეიდს - კროტონის ალდეიდს:



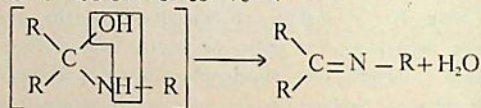
კროტონის ალდეჰიდი

კონდენსაციის ამ სტადიას კროტონური კონდენსაცია ეწოდება.

კონდენსაციის რეაქციას ეკუთვნის ალდეჰიდებთან და კეტონებთან აზოტმემცველი ორგანული ნივთიერების მოქმედება, რომელიც შეიცავს ამინის (NH_2) ჯგუფს. ალდეჰიდები და კეტონები ამინონაწარმებს ($\text{H}_2\text{N}-\text{R}$) იერთებენ და წარმოქმნიან არამდგრად ნაერთებს:

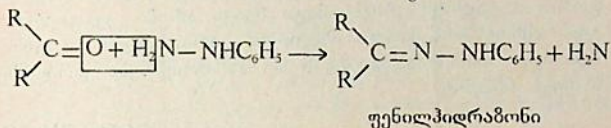
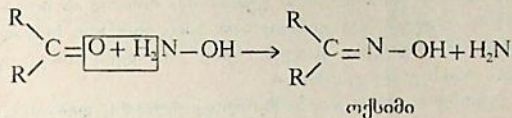


რომლებიც შემდეგ გამოყოფენ წყალს



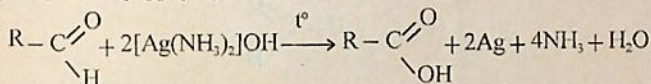
ისეთი ორგანულ ნაერთებს, რომლებიც შეიცავენ $\text{C}=\text{N}-$ ბმას, იმინები, ანუ შიფის ფუძეები ეწოდება. იმინებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნახშირწყლების მეტაბოლიზმისა და ამინოთკავეების ჟანგვითი დეზამინირებისა და დეკარბოქსილირების პროცესში.

ამინონაწარმებიდან, რომლებიც ალდეჰიდებთან და კეტონებთან შედიან რეაქციაში, აღსანიშნავია პიდროქსილამინის ($\text{H}_2\text{N}-\text{OH}$) და ფენილპიდრაზინის ($\text{H}_2\text{N}-\text{NHC}_6\text{H}_5$) მოქმედება, რომელიც (შუალედური პროდუქტის წარმოქმნის გარეშე თუ ღაფურთ) მიმდინარეობს კარბონილის ჟანგბადის ჩანაცვლებით:



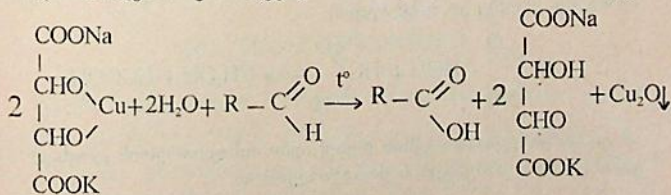
ოქსიმები და ფენილჰიდრაზონები კრისტალური ნივთიერებებია და ალდეჰიდებისა და კეტონების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის გამოიყენება.

9) **დაქანგვა.** ალდეჰიდები იმდენად ადვილად იქანგებიან, რომ მათი დაქანგვა ხდება ისეთი სუსტი დამქანგავებით, როგორცაა ვერცხლის ოქსიდისა და სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდის ამიაკური ხსნარი. ვერცხლის ოქსიდის ამიაკურ ხსნარს $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ გოლენსის რეაქტივი ეწოდება:



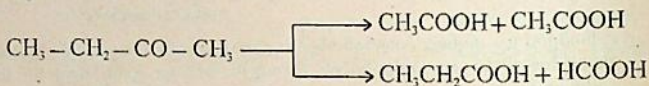
ვერცხლი გამოიყოფა ჭურჭლის კედლებზე სარკის სახით და ამიტომ ამ რეაქციას ვერცხლის სარკის რეაქცია ეწოდება. ეს რეაქცია გამოიყენებულია ალდეჰიდების აღმოსაჩენად და სარკის დასაშლად.

ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე რეაქცია ფულისგის ხსნართან, რომელიც ღვინის მკავე ნაგრიუშკალიუმის მარილის სპილენძის კომპლექსური მარილის ხსნარს წარმოადგენს:



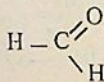
აღდექილების გაცხელებით ფელინგის ხსნართან ხდება ფელინგის ხსნარის აღდგენა და გამოიყოფა სპილენძ(I)-ის ოქსიდის წითელი ნალექი. ეს რეაქცია აღდექილების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის არის გამოყენებული.

კეტონები იყენებიან მხოლოდ ძლიერი დამყანგავებით, როგორცაა კალიუმპერმანგანატი მკავე არეში. კეტონების დაქანგვის დროს მოლეკულა იხლიჩება კარბონილის ჯგუფის ორივე მემობელ ნახშირბადატომთან და წარმოიქმნება კარბონმკავეების ნარევი. ამიგომ,

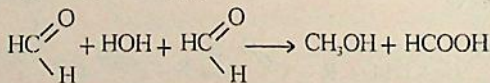


კეტონების დაქანგვის ამ მეთოდს პრეპარატული მნიშვნელობა არა აქვს.

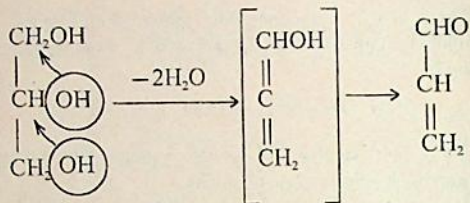
ცალკეული წარმომადგენლებიდან აღსანიშნავია ფორმალდეჰიდი



იგი აირია, დამახასიათებელი მკვეთრი სუნით, წყალში იხსნება და მის 30-40% წყალხსნარს ფორმალინი ეწოდება. ფორმალინი გამოყენებულია ბიოლოგიური პრეპარატების შესანახად. ფორმალდეჰიდი თავისი ქიმიური თვისებებით მკვეთრად გამოირჩევა დანარჩენი წევრებისაგან. გუგე არეში იგი განიცდის არა აღდოდურ კონდენსაციას, არამედ დისმუგაციას, რომელსაც კანიცაროს რეაქცია ეწოდება. დისმუგაციის დროს აღდექიდის ერთი მოლეკულა იყანგება, მეორე კი - აღდგება:

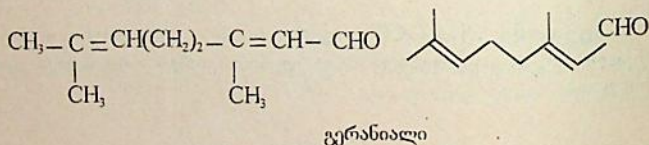
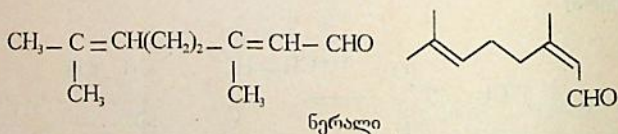
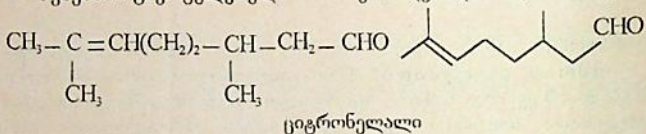


ამ გზის ქანგვა-აღდგენის რეაქციები მიმდინარეობს ცოცხალ ორგანიზმებში ფერმენტების მონაწილეობით.



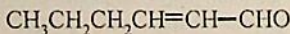
უჯერი ალდეჰიდები, რომლებსაც იზოპრენოიდული (იზოპრენის მსგავსი) აღნაგობა აქვთ, გავრცელებულია ბუნებაში. ისინი შედიან ეთერზეთების შედგენილობაში.

ბუნებაში გავრცელებული იზოპრენოიდებიდან აღსანიშნავია:



რომლებსაც გამოიმუშავენ ჭიანჭველების (*Acanthomyops claviger*) ჯირკვლები და საგანგაშო ფერომონებს წარმოადგენენ.

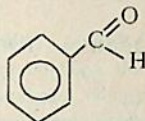
გარაკანა *Eurycotis Floridana* თავდაცვის მიზნით გამოყოფს რეპელენტს-გრანს-პექსენ -2-ალს:



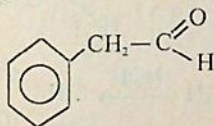
20.6 არომატული ალდეჰიდები და კეტონები

არომატულ ალდეჰიდებში ალდეჰიდის ჯგუფი შეიძლება უშუალოდ დაკავშირებული იყოს ბენზოლის ბირთვთან, ან ჩანაცვლებული იყოს გვერდით ჯაჭვში.

ბენზოლის ბირთვთან უშუალოდ დაკავშირებული ალდეჰიდების წარმომადგენელია ბენზალდეჰიდი,

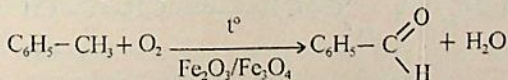


ხოლო გვერდით ჯაჭვში ჩანაცვლებული ალდეჰიდების წარმომადგენელია ფენილმარმეკას ალდეჰიდი

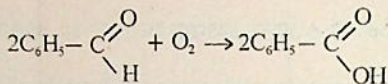


ისეთი არომატული ალდეჰიდები, რომლებშიც ალდეჰიდის ჯგუფი ჩანაცვლებულია გვერდით ჯაჭვში, ემსგავსებიან აციკლურ ალდეჰიდებს, ხოლო ისეთი არომატული ალდეჰიდები, რომლებშიც ალდეჰიდის ჯგუფი ჩანაცვლებულია ბენზოლის ბირთვში, სპეციალური თვისებებით გამოირჩევიან. არომატული ალდეჰიდებიდან ჩვენ განვიხილავთ ბენზალდეჰიდის გიჟს არომატულ ალდეჰიდებს.

ბენზალდეჰიდი მიიღება გოლუოლის ნაწილობრივი დაკანგვით, რისთვისაც გოლუოლისა და ჰაერის ნარევის ატარებენ გახურებულ რკინის ოქსიდზე

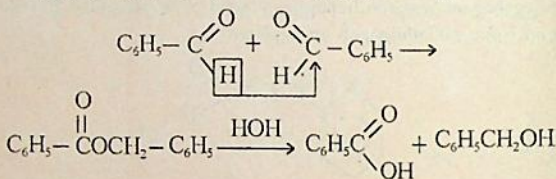


ბენზალდეჰიდი უფრო ადვილად იჟანგება, ვიდრე აციკლური ალდეჰიდები. მაგალითად, ბენზალდეჰიდი იჟანგება ჰაერის ეანგბადითაც კი



არომაგულ ალდეკიდებს, აციკლურ ალდეკიდებისაგან განსხვავებით, არ ახასიათებთ პოლიმერიზაციის რეაქციები და გაცილებით ადვილად შედიან კონდენსაციის რეაქციებში. არომაგული ალდეკიდებისათვის დამახასიათებელი კონდენსაციის რეაქციებიდან აღსანიშნავია:

1) კანიცაროს რეაქცია. კანიცაროს რეაქცია მიმდინარეობს გუგე არეში, ოთახის ტემპერატურაზე. ჯერ მიიღება რთული ეთერი, რომლის შემდგომი ჰიდროლიზით წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა მჟავა და ერთი მოლეკულა სპირტი

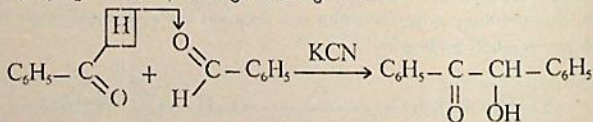


რთული ეთერი

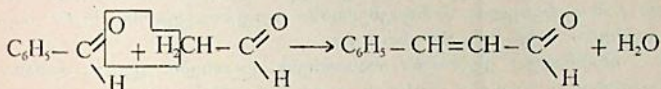
ბენზოის მჟავა+ბენზოლის სპირტი

კანიცაროს რეაქცია ეანგვა-ალდგენის რეაქციათა მაგალითია ორგანულ ქიმიასში.

2) ბენზოინური კონდენსაცია. ბენზოინურ კონდენსაციას არომაგული ალდეკიდები განიცდიან კალიუმის ციანიდის თანდასწრებით და წარმოქმნიან ბენზოინს

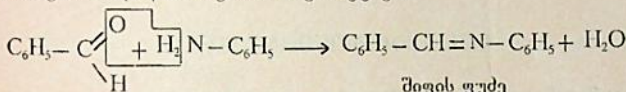


3) არომაგული ალდეკიდები შედიან კონდენსაციის რეაქციაში აციკლურ ალდეკიდებთან და წარმოქმნიან უჯერ არომაგულ ალდეკიდებს



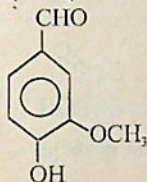
ღარიჩინის ალდეჰიდი

4) არომატული ალდეჰიდები შედიან რეაქციაში არომატულ ამინებთან და წარმოქმნიან შიფის ფუძეს



შიფის ფუძე

არომატული ალდეჰიდებიდან აღსანიშნავია ვანილინი,



რომელსაც სასიამოვნო სუნი აქვს და გამოყენებულია საკონდიტრო საქმეში. ვანილინი შედის ღიახევის ოჯახის გროპიკული მცენარის - ვანილის შედგენილობაში (2%).

20.6.1 არომატული კეტონები

აღნაგობის მიხედვით არჩევენ:

1. აციკლურ არომატულ კეტონებს, სადაც კარბონილის ჯგუფთან დაკავშირებულია ერთი აციკლური და ერთი არომატული რადიკალი.

2. საკუთრივ არომატული, სადაც ორივე რადიკალი არომატულია. აციკლურ-არომატული კეტონების წარმომადგენელია აცეტოფენონი - $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$ ანუ მეთილფენილკეტონი, ხოლო არომატული კეტონების წარმომადგენელია ბენზოფენონი $\text{C}_6\text{H}_5\text{COC}_6\text{H}_5$ ანუ დიფენილკეტონი.

მეთილფენილკეტონი სითხეა. აქვს შოთხეის სასიამოვნო სუნი და გამოყენებულია პარფიუმერიაში. დიფენილკეტონი მყარი ნივთიერებაა, აქვს სასიამოვნო სუნი.

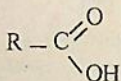
არომატულ კეტონებს ახასიათებს კეტონების ყველა დამახასიათებელი თვისება. ამასთან, აციკლურ-არომატული კეტონი უფრო აქტიურია, ვიდრე არომატული კეტონი.

21. კარბონმჟავები

კარბონმჟავები ნახშირწყალბადების ნაწარმებია, სადაც ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომი ჩანაცვლებულია კარბოქსილის ფუნქციური ჯგუფით



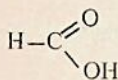
კარბონმჟავების ზოგადი ფორმულაა



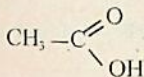
რადიკალის ბუნების მიხედვით არჩევენ ნაჯერ და უჯერ მჟავებს, ხოლო კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით – ერთ, ორ და მრავალფუძიან მჟავებს.

21.1 ნაჯერი მრთვშიანი მჟავები

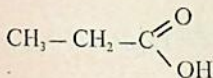
ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავების ზოგადი ფორმულაა $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$. პომოლოგიური რიგის წევრებია:



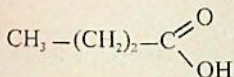
ჰიანჰველმეჰეჰე, მეთანმეჰეჰე



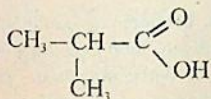
მჰარმეჰეჰე, ეთანმეჰეჰე



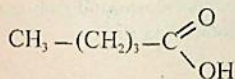
პროპინმეჰეჰე, პროპანმეჰეჰე



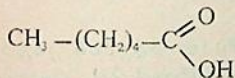
ერბომეჰეჰე, ბუტანმეჰეჰე



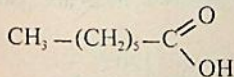
იზოერბომეჰეჰე, 2-მეთილ-პროპანმეჰეჰე



ვალერიანის მეჰეჰე, პენტანმეჰეჰე

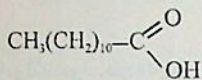


კაპრონმეჰეჰე

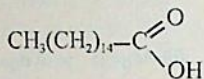


ენანტის მეჰეჰე

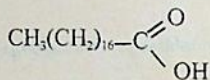
მაღალი წვერები



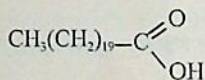
ლაურილის მჟევა



პალმიტინის მჟევა



სტეარინის მჟევა

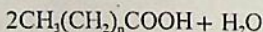
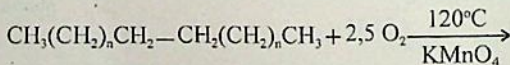


არაქინის მჟევა

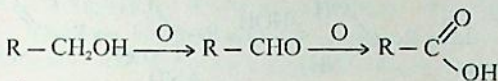
ჯაჭვის იზომერია იწყება ერომჟევადან. ნახშირბადატომების მრდასთან ერთად იზრდება იზომერების რიცხვიც. ნომენკლატურა ძირითადად გრივიალურია. საერთაშორისო ნომენკლატურით კარბონმჟევეები იკითხება როგორც შესაბამისი ნაჯერი ნახშირწყალბადები დაბოლოება „მჟევას“ დამატებით. ნახშირბადატომების დანომერა იწყება კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადიდან.

21.1.1 მიღების მეთოდები

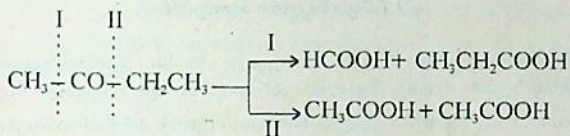
1) კარბონმჟევეები მიიღება *ნახშირწყალბადების კატალიზური დაჟანგვით*. ასე მაგალითად, პარაფინების კატალიზური დაჟანგვით ჰაერის ეანგბადის საშუალებით მიიღება კარბონმჟევეების ნარევი



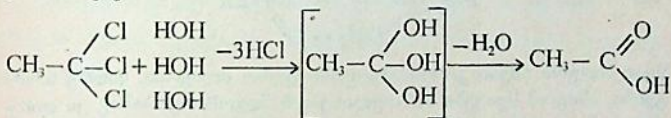
2) *ალდეჰიდებისა და კეტონების დაჟანგვა*. პირველადი სპირტები და ალდეჰიდები ადვილად იჟანგებიან



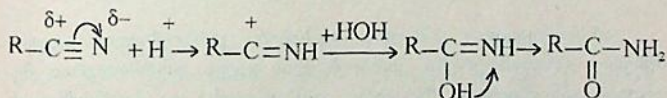
კეტონები ძნელად იქანგებიან და ამითთან, ადგილი აქვს მოლეკულის ვახლენჯას და შეავათა ნარევის წარმოქმნას



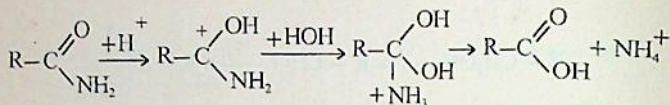
3) **გრიპალოგენნაწარმების შესაქვნა.** გუტე ხსნართან გაცხელებით გრიპალოგენნაწარმები ისაპნება. ჯერ წარმოიქმნება შუალედური პროდუქტი, სადაც ერთ ნახშირბადატომთან სამი ჰიდროქსილის ჯგუფია დაკავშირებული. ასეთი გრიოლი თავისუფალი სახით არ არსებობს, გამოყოფს წყალს და წარმოქმნის კარბონმკეავს:



4) **ნიტრილების შესაქვნა.** პალოგენნაწარმებზე კალიუმის ციანიდის მოქმედებით ღებულობენ ნიტრილებს. ნიტრილები მინერალური მკეავების ან გუტეების თანდასწრებით განიცდის ჰიდროლიზს და წარმოქმნიან მკეავებს. მკეავე არეში რეაქცია მიდის ელექტროფილური მიერთების მექანიზმით:



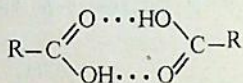
შუალედური პროდუქტების სახით მიიღება ამიდი, რომელიც შემდგომ განიცდის ჰიდროლიზს და კარბონმკეავს წარმოქმნის:



21.1.2 ფიზიკური თვისებები

ჰომოლოგიური რიგის პირველი ოთხი წარმომადგენელი მკვეთრი სუნის მქონე, წყალში კარგად ხსნადი, თხევადი ნივთიერებაა. C₅-C₉ წყალში ცუდად ხსნადი, ოფლის არასასიამოვნო სუნის მქონე, ზეთისებური სითხეებია. მაღალი წევრები კი - უსუნო, წყალში უხსნადი მყარი ნივთიერებებია.

კარბონმჟავები წყალბადური ბმების საშუალებით ასოცირებულ მდგომარეობაშია და სპირტებისაგან განსხვავებით, წარმოქმნიან დიმერებს

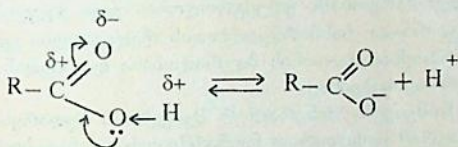


წყალბადური ბმები კარბონმჟავებში უფრო ძლიერია, ვიდრე სპირტებში, ამიტომ მჟავები ორთქლისებურ მდგომარეობაშიც კი დიმერის სახით არსებობენ. პოლარულ გამხსნელებში (წყალი, სპირტები) მჟავები გახსნილია მონომერების სახით და გამხსნელის მოლეკულებთან წყალბადური ბმებით არიან დაკავშირებულნი.

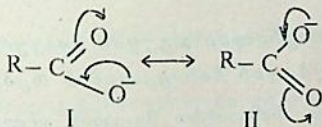
21.1.3 ქიმიური თვისებები

კარბონმჟავების ქიმიური თვისებები კარბოქსილის ჯგუფის ბუნებით განისაზღვრება. კარბოქსილის ჯგუფი ფორმალურად შეიძლება განვიხილოთ, როგორც კარბონილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფების კომბინაცია, ფაქტობრივად კი ურთიერთგაველების გამო მათი თვისებები არსებითად იცვლება და კარბოქსილის ჯგუფი განსაკუთრებულ თვისებებს იძენს. როგორც ცნობილია, კარბონი-

ლის ჯგუფის ეანგბადაგომი ელექტროუარყოფითი ბუნების გამო ძლიერად გადასწევს π და σ -ბმის ელექტრონულ სიმკვრივეს თავისკენ და იმუხტება ნაწილობრივ უარყოფითი მუხტით, ხოლო ნახშირბადაგომი – ნაწილობრივ დადებითი მუხტით. ნაწილობრივ დადებითად დამუხტული ნახშირბადაგომი იზიდავს პიდროქსილის ეანგბადაგომის თავისუფალ ელექტრულ წყვილს ($n-\pi$ შეუღლება) და იმდენად აძლიერებს $O-H$ ბმის პოლარიზაციას, რომ კარბონ-მეჟეა დისოციირდება წყალბადის კაციონისა და კარბოქსილაგ-ანიონის წარმოქმნით:

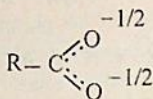


კარბონმეჟევას მეჟეური თვისებების განმსაზღვრელი არის ძირითადად კარბოქსილაგ-ანიონის მდგრადობა. კარბოქსილაგ-ანიონის განსაკუთრებული მდგრადობა გამოწვეულია ეანგბადის უარყოფითი მუხტის ეეექტური შეუღლებით $C=O$ ჯგუფის n -ელექტრონებითან:



რაც ორი ეკვივალენტური, კანონიკური სტრუქტურებით გამოისახება.

კარბოქსილაგ-იონის უარყოფითი მუხტი თანაბრად არის განაწილებული (დელოკალიზებული) ეანგბადის ორ აგომს შორის, ასე რომ, თითოეული მათგანი აგარებს ნახევარ მუხტს და ნახშირბადაგომთან გოლფასოვანი ბმებით არის დაკავშირებული:



ამის გამო კარბოქსილის ჯგუფს საერთოდ არ ახასიათებს კარბონილის ჯგუფებისათვის ცნობილი მიერთების რეაქციები. კარბოქსილაგ-იონის მდგრადობასა და, ცხადია, მეავეურ თვისებებს, აძლიერებს α -მდგომარეობაში ელექტროაქცეპტორული ჯგუფების ჩანაცვლება, როგორცაა: პალოგენები, ნიტროჯგუფები და სხვა, ხოლო α -მდგომარეობაში ელექტროდონორული ჯგუფების ჩანაცვლება, როგორცაა: ნახშირწყალბადის რადიკალები და სხვა ამცირებენ კარბოქსილაგ-იონის მდგრადობასა და აქედან გამომდინარე მეავეურ თვისებებსაც.

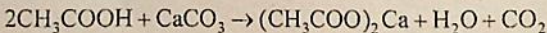
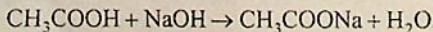
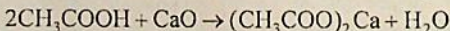
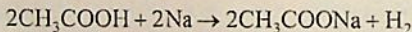
კარბოქსიმეავეები მინერალურ მეავეებთან შედარებით სუსტი მეავეებია, მაგრამ სიძლიერით ნახშირმეავეს აღემატებიან. ნაჯერი კარბონმეავეებიდან ყველაზე ძლიერია ჭიანჭველმეავეა, რადიკალის ელექტროდონორული ეფექტის გამორიცხვის გამო.

კარბონმეავეების ქიმიური თვისებები დამოკიდებულია:

- 1) კარბოქსილის ჯგუფის მეავეური წყალბადის
- 2) კარბოქსილის ჯგუფის პიდროქსილისა და
- 3) რადიკალის თვისებებზე.

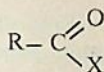
კარბოქსილის ჯგუფის მეავეური წყალბადის ჩანაცვლების რეაქციები

კარბონმეავეებს ახასიათებთ მეავეების ყველა დამახასიათებელი თვისება – შედიან რეაქციებში აქტიურ ლითონებთან, ლითონთა ოქსიდებთან, პიდროქსიდებთან და სუსტი მეავეების მარილებთან:

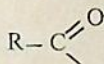


კარბოქსილის ჯგუფში ჰიდროქსილის ჩანაცვლების რეაქციები

კარბოქსილის ჯგუფში ჰიდროქსილის ჩანაცვლება შეიძლება სხვადასხვა აგომთა ჯგუფით ან აგომით და წარმოიქმნება კარბონმჟავათა სხვადასხვა ფუნქციური ნაწარმი, რომელთა მოგადი ფორმულაა



ნაშთს



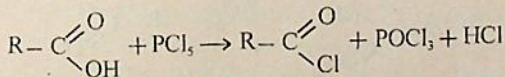
აცილი ეწოდება. შეკვას ნაშთის სახელწოდება შედგება ამ მკავას სახელწოდების ფუძისაგან, დაბოლოება „ილის“ – დამატებით. მაგ. ძმარმჟავას ნაშთს ეწოდება აცეტილი, პროპიონმჟავას – პროპიონილი და სხვ.

კარბონმჟავათა ნაწარმებიდან მოკლედ განვიხილავთ პალოგენანჰიდრიდებს, ანჰიდრიდებს, რთულ ეთერებსა და ამიდებს.

21.1.4 კარბონმჟავათა ნაწარმები

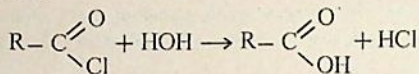
21.1.4.1 პალოგენანჰიდრიდები და მათი თვისებები

პალოგენანჰიდრიდი მიიღება კარბონმჟავაზე ხუთქლორიანი ოსფორის მოქმედებით:

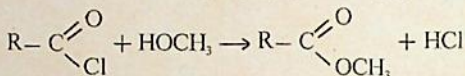


ისინი მძაფრი სუნის მქონე თხევადი ნივთიერებებია. პალოგენანჰიდრიდებში $\text{C} \rightarrow \text{Hal}$ ბმის ძლიერი პოლარიზაციის გამო პალოგენი ასეთივე აქტიურია, როგორც მონოპალოგენალკანებში

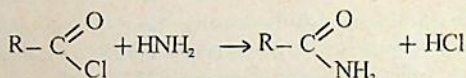
და ადვილად ინაცვლება სხვადასხვა აგომით, ან აგომთა ჯგუფით. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე ქალოგენანჰიდრიდი განიცდის ჰიდროლიზს და წარმოქმნის ორ შეკვას - კარბონშეკვასა და ქალოგენწყალბადშეკვას:



ქალოგენანჰიდრიდი შედის რეაქციაში სპირტებთან, ამიაკთან და შესაბამისად წარმოქმნის რთულ ეთერებს და შეკვათა ამიდებს:



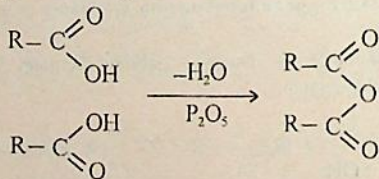
რთული ეთერი



ამიდი

21.1.4.2 შეკვათა ანჰიდრიდები და მათი თვისებები

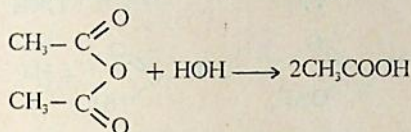
კარბონშეკვათა ანჰიდრიდები მიიღება კარბონშეკვებიდან წყლის მოლეკულის მოხლეჩით



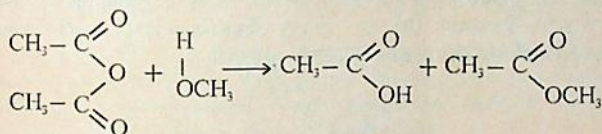
შეკვათა ანჰიდრიდები მძაფრი სუნის მქონე თხევადი ნივთიერებები. ქიმიური თვისებებით ქლორანჰიდრიდების მსგავსია, მაგრამ

ნაკლებად აქტიურია. ამიტომ გაცხელების პირობებში შედიან რეაქციებში:

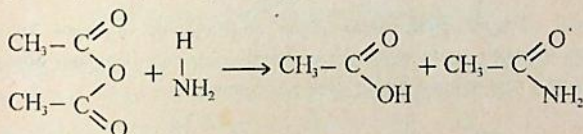
ა) წყალთან და წარმოქმნიან კარბონმჟავებს:



ბ) სპირტებთან და წარმოქმნის როულ ეთერსა და კარბონმჟავას ნარევს:



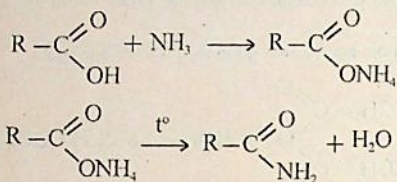
გ) ამიაკთან წარმოქმნიან მჟავასა და მისი ამიდის ნარევს:



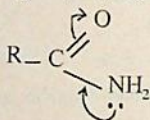
21.1.4.3 მჟავათა ამიდები

მჟავათა ამიდები მჟავას ისეთი ნაწარმია, სადაც კარბოქსილის ჰიდროქსილი ჩანაცვლებულია ამიდის (NH_2) ჯგუფით.

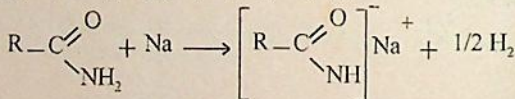
მჟავათა ამიდები მიიღება ჰალოგენანჰიდრილებზე ან მჟავათა ანჰიდრილებზე ამიაკის მოქმედებით, ან მჟავაზე ამიაკის მოქმედებით მიღებული ამონიუმის მარილის მშრალი გამოხდით:



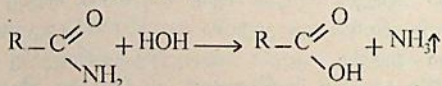
მეავათა ამიდები კრისტალური ნივთიერებებია. ამოგთან დაკავშირებული წყალბადის ატომები ისეთივე აქტიურია, როგორც ჰიდროქსილის ჯგუფის წყალბადის ატომი. ამოგის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი (n) კი ისევე შეუღლებულია კარბონილის ჯგუფთან, როგორც ჰიდროქსილის ქანებადი



ამიგომ ამოგის წყალბადატომები ამელავენებენ მეავურ ბუნებას, ხოლო ამოგის ფუძე თვისებები შესუსტებულია. მეავათა ამიდებიდან გუგე ლითონები წყალბადს გამოყოფენ:

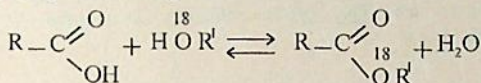


ამიდები ადვილად განიცდიან ჰიდროლიზს მეავე ან გუგე არეში მეავებისა და ამიაკის გამოყოფით:



21.1.4.4 რთული ეთერები

კარბონმჟავების განსაკუთრებულ თვისებას წარმოადგენს რთული ეთერების წარმოქმნა

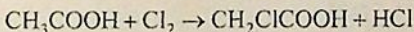


ამ რეაქციას ეთერიფიკაციის რეაქცია ეწოდება. ეთერიფიკაციის რეაქციის შექანიზმი დადგენილია „ნიშანდებული ატომებით“. ალბუ იქნა სპირტი, რომლის შედგენილობაში შედიოდა ჟანგბადის იზოტოპი, რომლის მასური რიცხვია 18, რეაქციის შემდეგ ჟანგბად-

ის იზოტოპი (¹⁸O) აღმოჩენილ იქნა რთული ეთერის შედგენილობაში, რაც იმას მოწმობს, რომ წყლის მოლეკულის გამოყოფაში მონაწილეობს კარბოქსილის ჰიდროქსილი და სპირტის მჟავური წყალბადი. (დაწერილებით იხილეთ სპირტებში).

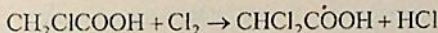
21.1.5 რადიკალის ჩანაცვლების რეაქციები

კარბონმჟავებზე ჰალოგენის მოქმედებით ადვილად მიმდინარეობს აქტიური α-წყალბადატომების ჩანაცვლება და ჰალოგენ-ჩანაცვლებული მჟავები მიიღება. მაგალითად

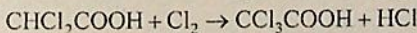


მონოქლორმარმჟავა

რეაქცია გრძელდება დი და ტრიჰალოგენჩანაცვლებული მჟავების მიღებამდე

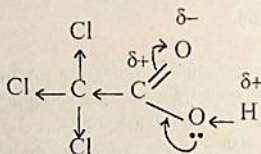


დიქლორმარმჟავა



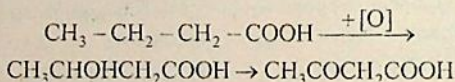
ტრიქლორმარმჟავა

ჰალოგენჩანაცვლებული მკავები ჰალოგენის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტის გამო (-I) უფრო ძლიერი მკავებია, ვიდრე კარბონმკავები. ამასთან, გავლენა მით მეტია, რაც მეტია ჰალოგენის რაოდენობა და რაც უფრო ახლოა ჰალოგენი კარბოქსილის ჯგუფთან



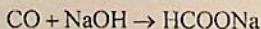
21.1.6 კარბონმკავების დაქანგვა

ნორმალური აღნაგობის კარბონმკავები პირველი წევრის გარდა ჩვეულებრივ არ იქანგვება, მაგრამ ცხოველურ ორგანიზმში ფერმენტების საშუალებით განიცდიან ე. წ. β -დაქანგვას, რომლის შედეგად ჯერ მიიღება β -ჰიდროქსიმკავები და შემდეგ - β -კეტონ-მკავები

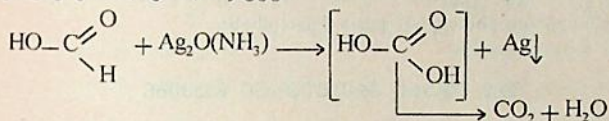


21.1.7 ცალკეული წარმომადგენელი

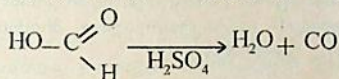
ჭიანჭველმკავი - HCOOH (მეთანმკავი). თავისუფალი სახით გვხვდება ჭიანჭველებში, ჭინჭარში. ტექნიკაში იღებენ ნატრიუმის მარილის სახით NaOH და CO ურთიერთქმედებით მალა-ლი წნევისა და გაცხელების პირობებში



ჰიანჰველმჰეაჰა მჰაჰური სუნის მჰონე სითხეა. სხეა მჰეაჰებისაგან განსხეაჰებით ახასიათებს ვერცხლის სარკის რეაქცია, რამდენადაც მჰეიციას ალდეჰიდის ჯგუფს



კონცენტრიგებულ ვოგირდმჰეაჰასთან გაცხელებით გამოყოფს CO-ს



მჰარმჰეაჰა - CH_3COOH (მეთანმჰეაჰა) ჩვეულებრივ გემჰურაგურაზე უფერო, მჰაჰური სუნის მჰონე სითხეა. უწყლო მჰარმჰეაჰა გამოკრისგალდება ყინულისმავარი გამჰვირვალე კრისგალეუბის სახით (დნ. გ. $16,6^\circ\text{C}$), ამიგომ უწყლო მჰარმჰეაჰას ყინულოვანი მჰარმჰეაჰაც ეწოლება.

ერბომჰეაჰა - $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ (ბუგანმჰეაჰა) შედის კარაქის შედგენილობაში, თავისუფალი სახით კი - ამჰაღებულ კარაქსა და ოფლში. ერბომჰეაჰა ცუდი სუნის მჰონე სითხეა.

მალალი რიგის კარბონმჰეაჰები შედის ცხიმებისა და ცვილების შედგენილობაში. მალალი რიგის კარბონმჰეაჰებიდან აღსანიშნავია **პალმიგინის** - $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$, **სტეარინის** - $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, **არაქინის** - $\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{COOH}$ მჰეაჰები. ისინი შედის აგრეთვე - სჰერმაცეტისა და ფუტკრის ცვილის შედგენილობაში. კარბონმჰეაჰების მალალი წვერების მიღება ხდება ბუნებაში გავრცელებული ცვილებისა და ცხიმების შესაჰენით, სინთემურად კი იღებენ პარაფინის დაჰანგვით.

მალალი რიგის კარბონმჰეაჰები წყალში უხსნადი, უსუნო კრისგალური ნაერთებია. მათი ნაგრიუმისა და კალიუმის მარილები წარმოადგენს საპონს. ნაგრიუმის საპონი მყარია, კალიუმისა - თხევაღი. სხეა ლითონის საპონი წყალში არ იხსნება და რეცხვის

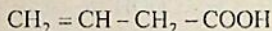
უნარი არა აქვს. გყვიის საპონი - $(C_{15}H_{31}COO)_2Pb$ პლასტიკის სახელწოდებით გამოყენებულია მედიცინაში.

21.2 უჯერი მრთუშქიანი მჟავები

უჯერი მჟავები უჯერი ნახშირწყალბადების ნაწარმებია, სადაც წყალბადის ერთი ატომი ჩანაცვლებულია კარბოქსილის ჯგუფით. უჯერი მჟავებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ ორმაგი ბმის შემცველ უჯერ მჟავებს.

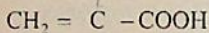
21.2.1 ჰომოლოგია და იზომერია

უჯერი მჟავების პირველი წარმომადგენელია აკრილის $CH_2=CH-COOH$ მჟავა. ჰომოლოგიური რიგის შემდეგი წევრი სამი იზომერის სახით არსებობს:



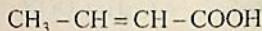
ვინილმარმეა

(3 - ბუტენმჟავა)



მეტაკრილის მჟავა

(2 - მეთილპროპენმჟავა)

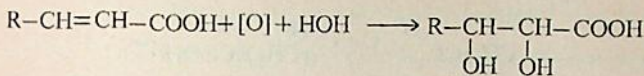


კროტონის მჟავა

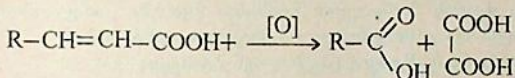
(2 - ბუტენმჟავა)

ნომენკლატურა ძირითადად გრივიალურია, საერთაშორისო ნომენკლატურით კი იკითხება, როგორც უჯერი ნახშირწყალბადები, სიტყვა „მჟავას“ დამატებით.

უჯერ მჟავებში ვხვდებით ჯაჭვისა და ორმაგი ბმის მდებარეობის იზომერიას და გეომეტრიულ იზომერიას. გეომეტრიული იზომერია ახასიათებს კროტონის მჟავას



სოლო ძლიერი მქანგავების მოქმედებით ორმაგი ბმაც იხლიჩება და წარმოიქმნება ერთი და ორფუძიანი მქავეების ნარევი:



21.2.5 ცალკეული წარმომადგენლები

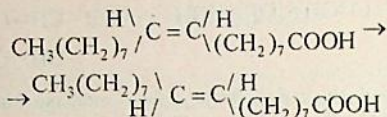
უჯერი ერთფუძიანი მქავეები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში, განსაკუთრებით კი მცენარეებში.

აკრილის მქავეა

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ მკვეთრი სუნის მქონე სითხეა, დულ. ტ. 140°C , წყალში იხსნება ყველა თანაფარდობით. აკრილის მქავეა და მისი ეთერები გამოყენებულია პლასტმასების წარმოებაში. მათი პოლიმერები - პოლიაკრილატები - მინისებური მყარი ნივთიერებებია.

ოლეინის მქავეა (ცის-ოქტადეკენ-9-მქავეა)

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ არსებობს ორი კრისტალური მოდიფიკაციით α და β . α დნება - $13,4^\circ\text{C}$, β - 16°C . ჩვეულებრივ პირობებში უფერო და უგემო სითხეა. ოლეინის მქავეა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მქავეა ბუნებაში. შედის ცხოველური და მცენარეული ცხიმების შედგენილობაში: ზეთუნის ზეთში - 70-80%, ნუშის ზეთში - 75%, მშესუმზირასა და მუხულოს ზეთში - 33%. ოლეინის მქავეა მიიღება ცხიმების შესაპენით. კატალიზატორების (KNO_2 , NaNO_2 , NaHSO_4 და სხვ.) თანდასწრებით თხევადი ოლეინის მქავეა გადადის მყარ ელაიდინის მქავეაში, რომელიც გრანს-იზომერს წარმოადგენს:



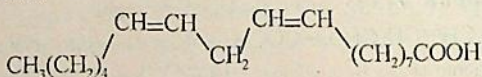
ოლეინის შეავს მარილები (საპნები) წყალში კარგი ხსნადობით გამოირჩევა და გამოყენებულია მაგყლის გასარეცხად.

სორბინის შეავს (პექსალიენ-2,4-შეავს)

$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ შედის ცირცელის წვენში. სორბინის შეავს თეირი კრისტალური ნივთიერებაა დნ. ტ. 134°C , წყალში ცუდად იხსნება. გამოყენებულია, როგორც საკვები პროდუქტების კარგი მაკონსერვირებელი საშუალება. ადამიანის ორგანიზმისათვის უვნებელია.

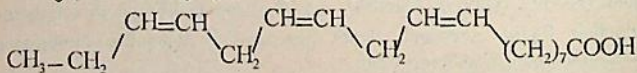
ლინოლის შეავს (ცის-ოქტადეკადიენ-9,12-შეავს)

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$, შეიცავს CH_2 -ის ჯგუფით იზოლირებულ ორ ორმაჯ ბმას. შედის ცხიმების შედგენილობაში: მუხულოს ზეთში - დაახ. 50%, მგესუმზირას ზეთში - 50%, სელის ზეთში - 30%, კანაფის ზეთში - 50-65% და ყაყაჩოს ზეთში - 60%.



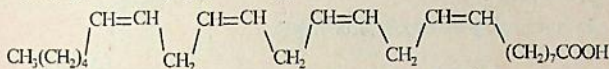
ლინოლენის შეავს (ცის-ოქტადეკატრიენ-9,12,15 შეავს)

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ შეიცავს - CH_2 -ის ჯგუფით იზოლირებულ სამ ორმაჯ ბმას. შედის 50%-მდე სელის ზეთის შედგენილობაში

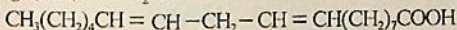


არაქიდონის შეავს (ცის-ეიკოზანტეტრაენ-5,8,11,14 შეავს)

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$
 $-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$ შეიცავს CH_2 ჯგუფით იზოლირებულ
 თის ორმაჯ ბმას. შედის ფოსფატიდების შედგენილობაში და ღიდი
 ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს

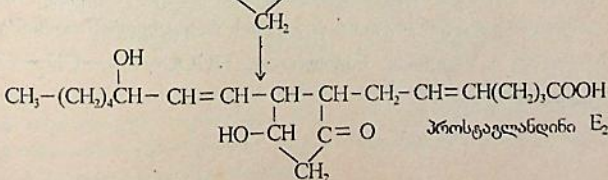
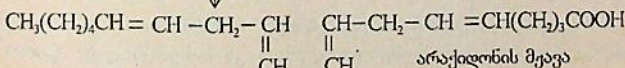


ლინოლის, ლინოლენისა და არაქიდონის მკავეებს ღიდი ფიზი-
 იოლოგიური აქტიურობა აქვს და უწოდებენ F ვიტამინს. (გერმ.
 Fett-ცხიმი) ვიტამინი F არეგულირებს ცხიმებისა და ცილების მი-
 მოცვლას, დადებითად მოქმედებს ჰიპერტონული დაავადებების
 მიმდინარეობაზე. ლინოლის, ლინოლენის და არაქიდონის მკავე-
 ბის სინთეზი ადამიანის ორგანიზმში არ მიმდინარეობს და საჭი-
 როა მათი მიღება საკვებთან ერთად. ამიგომ მათ შეუცვლელი
 ცხიმოვანი მკავეებდ ეწოდება. მათი ნაკლებობა (ავიტამინოზი F)
 იწვევს თირკმელების დაავადებას, აფერხებს გამრავლების პროც-
 ესს. ბუნებრივი უჯერი მკავეები თავიანთი სტრუქტურით ენათესა-
 ვებიან ჰორმონისმაგვარ ნაერთებს - პროსტაგლანდინებს, რომ-
 ლებსაც ღიდი და მრავალმხრივი ფიზიოლოგიური აქტიურობა ახა-
 სიათებთ. დამტკიცებულია, რომ ლინოლის მკავეა გაღადის პროს-
 ტაგლანდინ - E_2 -ში



ბიოტრანსფორმაცია

ჩონჩხის დაგრძელება ორი
 ნახშირბადატომით. დეჰიდრირება



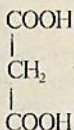
21.3 ნაჯერი ორფუქიანი მჟავები

ნაჯერი ორფუქიანი მჟავების ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n}(COOH)_2$

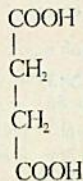
ჰომოლოგიური რიგის წევრებია:



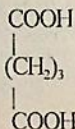
მეაუნმევა,
ეთანდიმევა



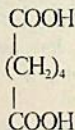
მალონის მევა,
პროპანდიმევა



ქარვის მევა,
ბუტანდიმევა



ვლუგარის მევა,
პენტანდიმევა

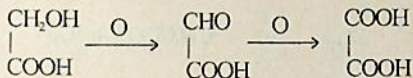


ალიპინის მევა,
ჰექსანდიმევა

ორფუქიანი მჟავების ნომენკლატურა ძირითადად გრივიალურია, საერთაშორისო ნომენკლატურით კი სახელწოდება წარმოიქმნება ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდებაზე სუფიქს „დიმევისა“ და კარბოქსილის ჯგუფის მდებარეობის აღმნიშვნელი რიცხვების დამატებით. მაგალითად, $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ბუტანდიმევა-1,4.

21.3.1 მიღების მეთოდები

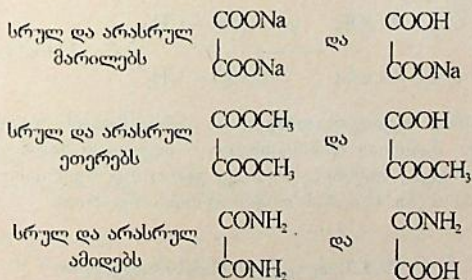
ორფუქიანი მჟავები მიიღება ერთფუქიანი მჟავების მიღების მოგადი მეთოდებით, სახელდობრ, ჰიდროქსიმჟავებისა და ალდეჰიდმჟავების დაქანგვით



21.3.2 თვისებები

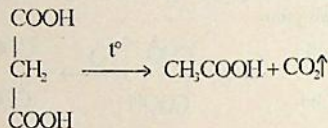
ორფუქიანი მჟავები მყარი, წყალში ხსნადი ნივთიერებებია. ისინი უფრო ძლიერი მჟავებია, ვიდრე ერთფუქიანი მჟავები, ამასთან, მით უფრო ძლიერი, რაც უფრო ახლოსაა კარბოქსილის ჯგუფები ერთმანეთთან. ყველაზე ძლიერია მჟაუნმჟავა.

ორფუქიან მჟავებს ახასიათებთ მჟავების ყველა თვისება და წარმოქმნიან ორი რიგის ნაწარმებს – როგორც სრულ, ისე არასრულს, მაგალითად,

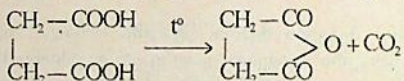


მჟავების საერთო თვისებების გარდა ორფუქიან მჟავებს ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები, რაც ორი კარბოქსილის ჯგუფის არსებობით არის გამოწვეული. ასეთი სპეციფიკური თვისებებია ორფუქიანი მჟავების თერმული დაშლა.

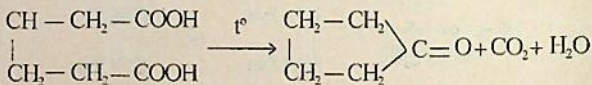
12 და 13-დიკარბონმჟავები გახურებით (120-150°C) განიცდის დეკარბოქსილირებას და წარმოქმნის მონოკარბონმჟავებს, მაგალითად,



14 და 15-დიკარბონმჟავები გახურებით განიცდის დეჰიდრაგაციას და წარმოქმნის ციკლურ ანჰიდრიდებს, მაგალითად,



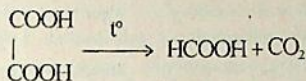
16; 17 და უფრო მეტად დაცილებული კარბოქსილჯგუფიანი დიკარბონმჟავები გახურებით განიცდის როგორც დეკარბოქსილირებას, ისე დეჰიდრაგაციას და წარმოქმნის ციკლურ კვტონებს, მაგალითად,



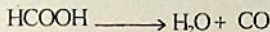
14 და უფრო მეტად დაცილებული კარბოქსილის ჯგუფის მქონე ორფუძიანი მჟავების მიდრეკილება - ადვილად წარმოქმნან ციკლური ნაერთები, აიხსნება ხუთ და უფრო მეტ წევრიანი ციკლების მდგრადობით (იხ. ბაიერის დაჰიმულობის თეორია).

21.3.3 ცალკეული წარმომადგენელი

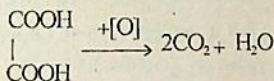
მეაუნმჟავა $\text{HOOC}-\text{COOH}$ ბუნებაში გავრცელებულია კალიუმის მჟავე მარილის სახით ($\text{KOOOC}-\text{COOH}$) მცენარეებში, მაგალითად, მეაუნაში. იგი უფერო, კრისტალური, წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერებაა. გახურებით იშლება ჯერ CO_2 -ის გამოყოფით,



შემდეგ კი წარმოქმნილი ჰიანჰველამეა იშლება H_2O და CO გამოყოფით

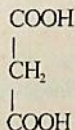


მეაუნმეა ადვილად იქანგება კალიუმის პერმანგანატით CO_2 და H_2O

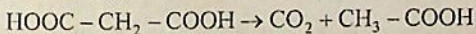


მისი ეს თვისება გამოყენებულია ანალიზურ ქიმიაში KMnO_4 -ის ხსნარის გიგრის დასადგენად.

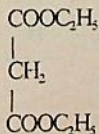
მალონის მკეა

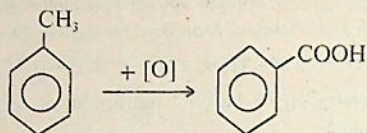


კრისგალური ნიეთიერებაა, გახურებით ადვილად გამოყოფს CO_2 და გადადის მმარმკეაში



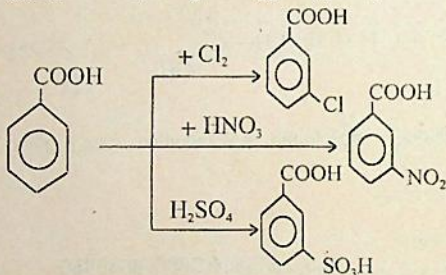
განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს მალონის მკეას დიეთილის ეთერს, რომელსაც მარტივად მალონის ეთერი ეწოდება.



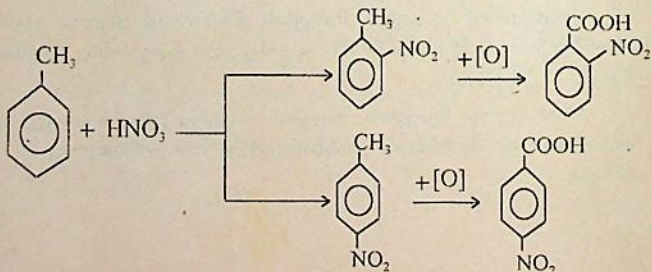


არომატული მკაევები კრისტალური სიფიფერებია. აქეთ აციკლური მკაევების დამახასიფთებელი ყველა თვისება. სიფიფერით აციკლურ მკაევებზე უფრო ძლიერი მკაევებია, უფნილის რადიკალის ელექტრონოაქციეპტორული ბუნების ვამო.

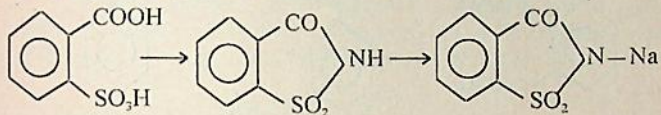
კარბოქსილის ჯგუფი მტგა-ორიენტანტია და ბირთვში რადიკალის ჩანაცელება მიმდინარეობს მტგა-მღებარეობაში:



არომატული მკაევების ორთო- და პარა-ნაწარმები მიიღება არაპირდაპირი ვბით: - ჯერ ტოლუოლში შეკყავთ სასურველი უნქციური ჯგუფი და შემღევ მიღებულ ორთო-და პარა-ნაწარმებს ყანგავენ მკაევებამღე:

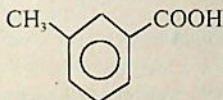


არომატული მკაეუების ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ორთო-სულფობენზოის მკაეა, რომლის ამიდი წარმოადგენს საქარინს:

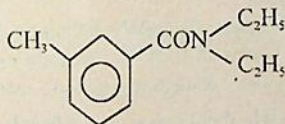


საქარინის ნატრიუმის ნაწარმი – კრისტალოზა 400-ჯერ უფრო ტკბილია, ვიდრე ჩვეულებრივი შაქარი. საქარინი გამოყენებულია დიაბეტით დაავადების შემთხვევაში საქაროზას შესაცვლელად. საქარინის ალამიანის ორგანიზმში არ ითვისებს.

არომატული მკაეებიდან აღსანიშნავია მეტა-ტოლუოლის მკაეა



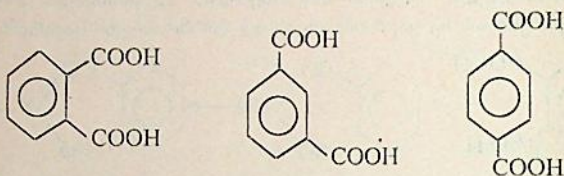
რომლის დიეთილამიდი, ე. წ. დიეთილტოლუამიდი



გამოყენებულია, როგორც ინსექტორეპელენტი, რომლის სუნი აფრთხობს მწერებს, მაგალითად, კოლოებს.

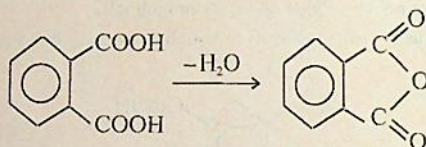
21.6 არომატული ორფუქიანი მკაეები

ბენზოლის ორფუქიანი მკაეები სამი იზომერის სახით არსებობს: ორთო-ფთალის, მეტა-ფთალის და პარა-ფთალის მკაეას სახით,



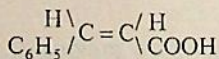
პარა-ფთალის მკავეს გერეფთალის მკავესაც უწოდებენ.

ფთალის მკავეებიდან მხოლოდ ორიო-ფთალის მკავეა წარმოქმნის ანჰიდრიდს,

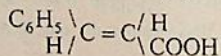


ფთალის ანჰიდრიდი უფერო კრისტალური ნივთიერებაა. ორიო-ფთალის მკავეს ღებთილ, ღიეთილ და ღიბუგილნაწარმები ინსექტორეპელენტებია.

აციკლურ-არომატული მკავეების პირველი წარმომადგენელია ფენილმჟარმკავეა - $C_6H_5CH_2COOH$. აციკლურ-არომატული მკავეებიდან ვანსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ღარიჩინის მკავეა - $C_6H_5CH=CH-COOH$, რომელსაც ღარიჩინის სუნი აქვს. ღარიჩინის მკავეა არსებობს ცის- და გრანს-იზომერის სახით. ცის-იზომერს ეწოდება ალოღარიჩინის მკავეა,

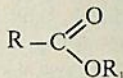


ხოლო გრანს-იზომერს - ღარიჩინის მკავეა

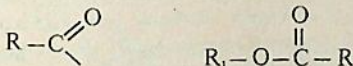


22. რთული ეთერები. ცხიმიანი

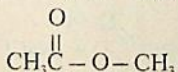
რთული ეთერები კარბონმკავების ნაწარმია, სადაც კარბოქსილის ჯგუფის წყალბადი ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადის რადიკალით. რთული ეთერების ზოგადი ფორმულაა



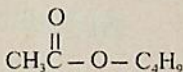
რთული ეთერები შეიძლება განვიხილოთ როგორც სპირტების ნაწარმიც, სადაც ჰიდროქსილის ჯგუფის წყალბადი ჩანაცვლებულია მკავის ნაშთით



რთული ეთერის სახელწოდება იწარმოება შესაბამისი მკავისა და სპირტის სახელწოდებებისაგან. მაგალითად:



მმარმკავამეთილის ეთერი
ანუ მეთილაცეტატი

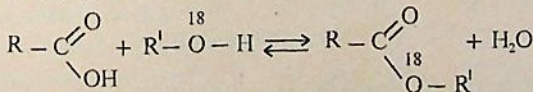


მმარმკავაბუტილის ეთერი
ანუ ბუტილაცეტატი

და სხვ.

რთული ეთერები უარყოფითად გავრცელებული ბუნებაში და მოგიერთი მათგანის მიღება წარმოებს ბუნებრივი პროდუქტებიდან, მათი მიღების სინთეზური მეთოდებიდან კი აღსანიშნავია:

1) *ეთერიფიკაციის რეაქცია* - მკავებისა და სპირტების ურთიერთქმედება

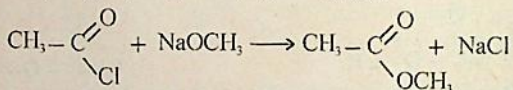


როგორც ნიშანდებული ჟანგბადის ატომის გამოყენებით იქნა დადგენილი, წყლის მოლეკულის წარმოქმნაში მონაწილეობს მკა-

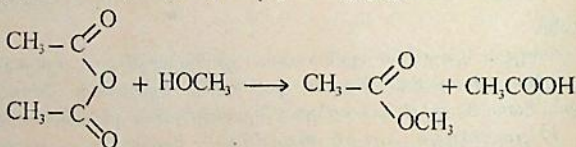
ვას პიდროქსილი და სპირტის წყალბადაგომი. ეთერიფიკაციის რეაქცია შექცევადი პროცესია. პირდაპირ რეაქციას ეწოდება ეთერიფიკაციის რეაქცია, ხოლო შებრუნებულ რეაქციას – შესაპენის რეაქცია. ეთერიფიკაციის რეაქცია ჩვეულებრივ პირობებში ნელა მიმდინარეობს. რეაქციის სიჩქარე დამოკიდებულია გამოსავალი სპირტისა და მკავას აღნაგობაზე და კატალიზატორზე. ეთერიფიკაციის რეაქციას აჩქარებენ მკავე კატალიზატორები. ჩვეულებრივ, კატალიზატორად იყენებენ გოგირდმკავას. ეთერიფიკაცია მიმდინარეობს ნუკლეოფილური ჩანაცვლების მექანიზმით (მექანიზმი იხილეთ სპირტებში).

ეთერიფიკაციის რეაქცია წონასწორული პროცესია და მისი გადახრა მარჯვნივ ხდება სპირტის კონცენტრაციის გაზრდით (იღებენ 3-10-ჯერ მეტი რაოდენობით) ან რთული ეთერის, ანდა წყლის გამოყვანით სარეაქციო არიდან.

რთული ეთერები კარგი გამოსავლით მიიღება მკავათა ქლორანჰიდრიდებზე ალკოჰოლატის მოქმედებით:

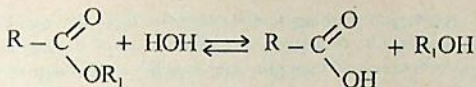


ან მკავათა ანჰიდრიდებზე სპირტის მოქმედებით:

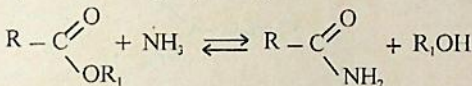


22.1 თვისებები

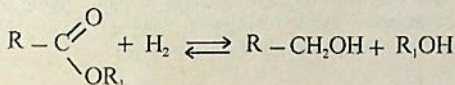
მოლეკულური მასის მიხედვით რთული ეთერები თხევადი და მყარი ნივთიერებებია. წყლის მოქმედებით, განსაკუთრებით კი მკავეების ან გუტენების წყალხსნარის მოქმედებით ადვილად იხლიჩებიან შემადგენელ ნაწილებად – მკავებად და სპირტებად:



ჰიდროლიზის უნარით რთული ეთერები განსხვავდებიან მარტივი ეთერებისაგან, რომლებიც ჰიდროლიზს არ განიცდიან. რთული ეთერების ჰიდროლიზი მკავე არეში შექცევადი პროცესია, ხოლო გუგე არეში – შეუქცევადი, მარილის წარმოქმნის გამო. რთული ეთერის მოლეკულა იხლიჩება აგრეთვე ამიაკის მოქმედებით მკავეს ამილისა და სპირტის წარმოქმნით:



მკავეებისაგან განსხვავებით, რთული ეთერები ადვილად აღდგებიან სპირტებად, განსაკუთრებით ლითიუმალუმინის ჰიდრიდის საშუალებით:



დამკანგავეების მიმართ კი რთული ეთერი მდგრადია.

შემაღგენლობის მიხედვით რთული ეთერები იყოფა სამ ჯგუფად:

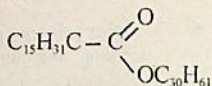
1) ხილის ესენციები, 2) ცვილები და 3) გლიცერიდები.

1. ხილის ესენციები წარმოადგენენ დაბალმოლეკულურ მკავესა და დაბალმოლეკულური სპირტის რთულ ეთერებს. მათ ხილის დამახასიათებელი სასიაზოგნო სუნი აქვთ და გამოყენებული არიან საკონდიგრო წარმოებაში. მაგალითად:

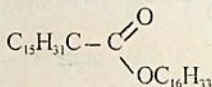
ჰიანჰველმკავეთილის ეთერს	HCOOC_2H_5	რომის სუნი აქვს
ჰიანჰველმკავეამილის ეთერს	$\text{HCOOC}_5\text{H}_{11}$	ალუბლის სუნი
ჰიანჰველმკავეაიზოამილის ეთერს	$\text{HCOOiC}_5\text{H}_{11}$	ქლიავის სუნი
მმარმკავეაიზოამილის ეთერს	$\text{CH}_3\text{COOiC}_5\text{H}_{11}$	მსხლის სუნი
მმარმკავეთილის ეთერს	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	გარგარის სუნი
ერბომკავეაიზოამილის ეთერს	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOiC}_5\text{H}_{11}$	ანანასის სუნი

და სხვ.

2. ცვილები მაღალმოლეკულური მეკავასა და მაღალმოლეკულური სპირტის რთული ეთერებია. ასე მაგალითად, ფუტკრის ცვილი ძირითადად შედგება პალმიტინმეკავამირიცის ეთერისაგან



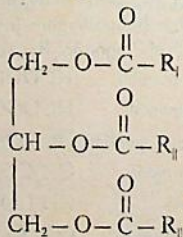
ხოლო სპერმაცეტი (რომელიც კაშალოგის თავის ქალაში წარმოიქმნება) ძირითადად შედგება პალმიტინმეკავაცეტილის ეთერისაგან



3. გლიცერიდები ეწოდება სამატომიან სპირტის - გლიცერინისა და კარბონმეკავის რთულ ეთერებს. როგორც სამატომიანი სპირტი, გლიცერინი წარმოქმნის მონო, დი- და ტრიგლიცერიდებს. ტრიგლიცერიდებს სრული გლიცერიდები ეწოდებათ. ბუნებაში გავრცელებულია კარბონმეკავების მაღალი წევრების სრული გლიცერიდები, რომლებსაც ცხიმები ეწოდება.

22.2 ცხიმები

ცხიმები წარმოადგენენ გლიცერიდების ნარევს, რომლებიც, როგორც წესი, შეიცავს ორ, ან სამ სხვადასხვა კარბონმეკავების ნაშთს. ცხიმების ზოგადი ფორმულაა



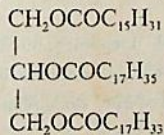
სადაც $\text{R}_I, \text{R}_{II}, \text{R}_{III}$ კარბონმეკავათა რადიკალებია.

თუ სამივე რადიკალი ერთნაირია, გლიცერილს მარტივი ეწოდება, სხვადასხვა რადიკალის შემთხვევაში კი – შერეული.

ბუნებაში ცხიმების შედგენილობაში, როგორც წესი, შედის ლუწი ნახშირბადატომის შემცველი მკავეების რადიკალები C_4 -დან C_{26} -მდე. განსაკუთრებით კი C_{16} და C_{18} ნახშირბადატომის შემცველი ნორმალური აღნაგობის კარბონმკავეების რადიკალები. ნაჯერი მკავეებიდან ცხიმების წარმოქმნაში მონაწილეობენ:

პალმიტინის მკავეა	–	$C_{15}H_{31}COOH$
სტეარინის მკავეა	–	$C_{17}H_{35}COOH$
უჯერი მკავეებიდან:		
ოლეინის მკავეა	–	$C_{17}H_{33}COOH$
ლინოლის მკავეა	–	$C_{17}H_{31}COOH$
ლინოლენის მკავეა	–	$C_{17}H_{29}COOH$
არაქიდონის მკავეა	–	$C_{19}H_{31}COOH$

ორი სხვადასხვა A და B კარბონმკავესაგან შერეული გლიცერილის 6 იზომერი მიიღება, რომლებიც კარბონმკავეათა რადიკალების სხვადასხვა მდებარეობით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. სამი სხვადასხვა კარბონმკავესაგან კი შერეული გლიცერილის 18 იზომერი წარმოიქმნება. შერეული გლიცერილების სახელწოდება იწარმოება გლიცერინის ნახშირბადატომებთან დაკავშირებულ მკავეათა რადიკალების დასახელებით. ასე მაგალითად,



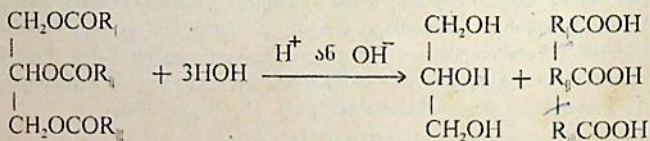
1-პალმიტოილ-2-სტეაროილ-3-ოლეოილგლიცერინი

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ცხოველურ და მცენარეულ ცხიმებს. ცხოველური ცხიმი, ჩვეულებრივ, მყარია, მცენარეული – თხევადი. ცხოველურ ცხიმს ქონი ეწოდება, მცენარეულს – მეთი. მყარი ცხიმების შედგენილობაში შედის ძირითადად ნაჯერი მკავეების რადიკალები, მეთების შედგენილობაში – უმეტესად უჯერი მკავეების რადიკალები. ზოგიერთი მეთის შედგენილობაში დიდი

რაოდენობით შედის ნაჯერი მჟავების რადიკალები, რის გამოც ისინი მყარია (ქოქოსის ზეთი, კაკოს ზეთი და სხვა). ზოგიერთი ცხოველური ცხიმის შემადგენლობაში დიდი რაოდენობით შედის უჯერი მჟავების ნაშთები და ამიტომაც ისინი თხევალაია (თევზის ქონი). ცხიმების შედგენილობაში არსებული უჯერი ბმები, როგორც წესი, ცის-კონფიგურაციისაა.

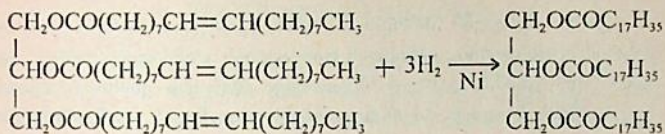
როგორც სხვადასხვა გლიცერიდის ნარევი, ბუნებრივი ცხიმი ღნება ფართო გემპერაგურულ ინტერვალში, ამიტომ ცხიმებისათვის საზღვრავენ არა ღნობის გემპერაგურას, არამედ გამყარების გემპერაგურას, რომელიც ღნობის გემპერაგურას არ ემთხვევა. გამყარების გემპერაგურა მით უფრო მეტია, რაც მეტია ნაჯერ მჟავათა რადიკალები ცხიმის მოლეკულაში.

ცხიმები იხსნება ორგანულ გამხსნელებში (ეთერში, გოვირდნახშირბაღში, არომატულ ნახშირწყალბაღებში, ბენზინში). წყალში და ცივ სპირტში მყარი ცხიმები არ იხსნება. როგორც რთული ეთერი, ცხიმები მჟავე ან გუტე არეში განიცდის ჰიდროლიზს:



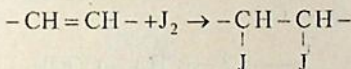
გუტე არეში ცხიმების ჰიდროლიზს შესაქენა ეწოდება, რამდენაღაც ამ ღროს გლიცერინი და საპონი მიიღება. ცხიმების ჰიდროლიზში ცხოველურ ორგანიზმში მიმდინარეობს ფერმენტ ლიპაზას საშუალებით.

თხევალდი ცხიმები - ზეთები, უჯერ მჟავათა რადიკალების შემცველობის გამო, იერთებენ წყალბაღს და უჯერი ბმების გაჯერების შედეგად ვაღადის მყარ ცხიმში. ამ პროცესს ზეთების ჰიდროგენიზაცია ეწოდება. ზეთების ჰიდროგენიზაციას ატარებენ თხევალ ფაზაში 160-200°C და 3 ატმ. წნევის პირობებში. კატალიზატორად გამოყენებულია წვრილად დანაწილებული ნიკელი:



საკვები ზეთების ჰიდროგენიზაციით ლებულობენ მარგარინს, არასაკვები ზეთების ჰიდროგენიზაციით მიღებული მყარი ცხიმიდან ამზადებენ საპონს.

ზეთი, უჯერი ბმების არსებობის გამო, აუფერულებს კალიუმ-პერმანგანატის, ბრომისა და იოდის ხსნარებს:

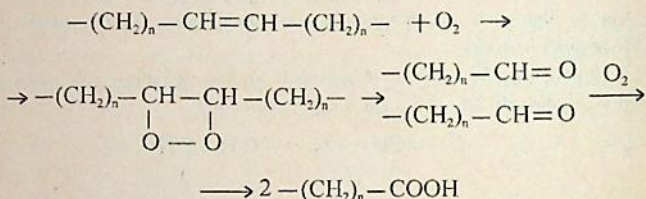


მიერთებული იოდის გრამების რაოდენობით განისაზღვრება უჯერი ბმების რაოდენობა ცხიმებში. 100 გ. ცხიმთა მიერთებული იოდის გრამების რაოდენობას იოდის რიცხვი ეწოდება. ცხიმის იოდის რიცხვი იცვლება ფართო მღვრებში 10-დან 190-მდე. რაც მეტია იოდის რიცხვი, მით მეტია ცხიმში უჯერი ბმების რაოდენობა. ქოქოსის ზეთის იოდის რიცხვია - 10, კარაქისა - 30, ზეთუნის და ნუშის ზეთისა - 85, ბამბის, სიმინდისა და მგესუმზირას ზეთისა - 125, სელისა და გუნგოს ზეთისა - 190. ზეთები, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ უჯერ ბმებს და იოდის რიცხვი 140-ზე მეტი აქვს, პაერზე ადვილად იჟანგებიან - „შრებიან“ და თხელ აფსკებს წარმოქმნიან. ასეთ ზეთებს შრობადი ზეთები ეწოდებათ. შრობადი ზეთებია - სელი, გუნგო და სხვ. შრობადი ზეთებიდან ამზადებენ ოლიფას, რომელსაც საღებრების გამხსნელად იყენებენ.

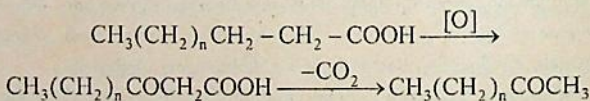
შრობადი ზეთიდან აფსკის წარმოქმნა რთული პროცესია და დაკავშირებულია, როგორც პაერის ეანგბადით უჯერი ბმების დაჟანგვასთან, ისე მათი პოლიმერიზაციის პროცესთან.

ზეთებს, რომელთა იოდის რიცხვი მერყეობს 90-დან 140-მდე, ნახევრად შრობადი ზეთები ეწოდება, ხოლო ისეთ ზეთებს, რომელთა იოდის რიცხვი 90-ზე ნაკლებია - არაშრობადი ზეთები.

ცხიმი შენახვის პროცესში, განსაკუთრებით სინათლისა და ჰაერის მოქმედებით, განიცდის დამჟღავნებას. დამჟღავნების დროს ალკილი აქვს ცხიმის დაშლის სხვადასხვა პროცესს. ცხიმი, რომელიც უჯერ ბმებს შეიცავს, ჰაერის ენგბალით იენგება და წარმოქმნის ალდეჰიდებს, კეტონებსა და მჟავებს:



ნაჯერ მჟავათა რადიკალები ასეთ პირობებში არ განიცდიან გარდაქმნას. ცხიმების დამჟღავნება მიმდინარეობს აგრეთვე ბაქტერიებისა და ობის სოკოების მოქმედებით. ასეთ გარდაქმნას განიცდიან ნაჯერ მჟავათა რადიკალების შემცველი ცხიმებიც. ცხიმები ჩვეულებრივი ობის სოკოს *Penicillium glaucum* მოქმედებით ჯერ განიცდიან პიდროლიზს და შემდეგ მიღებული კარბონმჟავები იენგებიან β -ლაქანგვის მექანიზმით, ამასთან, შუალედური პროდუქტის სახით წარმოიქმნება β -კეტონმჟავა, რომელიც შემდეგ დეკარბოქსილირებით გადადის კეტონში

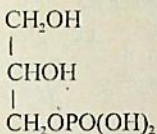


უმალესი კეტონებისა და მჟავების ცუდი სუნი და გემო განაპირობებს დამჟღავნებული ცხიმის ცუდ სუნსა და გემოს.

22.3 ფოსფობლიცერიდები

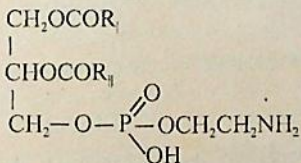
ცხოველურ და მცენარეულ ორგანიზმებში ვაერცელებულ ცხიმსმაგვარ ნივთიერებებს ლიპიდები ეწოდებათ. ლიპიდები იყოფიან რამდენიმე ჯგუფად, რომელთაგანაც აღსანიშნავია ფოსფოგლიცერიდები.

ფოსფოგლიცერიდებში გლიცერინის ერთ-ერთი პირველადი პიდროქსილის ჯგუფი ეთერიფიცირებულია არა კარბონმქავათი, არამედ ფოსფორმქავათი. ამრიგად, ფოსფორგლიცერიდების საფუძველია გლიცეროფოსფორმქავა



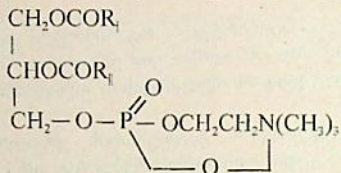
გლიცეროფოსფორმქავას ორი პიდროქსილის ჯგუფი ეთერიფიცირებულია მაღალი რიგის კარბონმქავათი, ამასთან, ერთი ნაჯერი და მეორე – ჩვეულებრივი შუა პიდროქსილის ჯგუფი – უჯერი მქავათი. ფოსფოგლიცერიდების ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ეთანოლამინისა და ქოლინის ნაწარმი – ეთანოლამინოფოსფოგლიცერიდი და ქოლინოფოსფოგლიცერიდი, სადაც ფოსფორმქავას ერთი პიდროქსილის ჯგუფი ეთერიფიცირებულია შესაბამისად ეთანოლამინით (კოლამინი) და ქოლინით.

ეთანოლამინოფოსფოგლიცერიდების ზოგადი ფორმულაა



ეთანოლამინოფოსფოგლიცერიდები პირველად მიღებულ იქნა თავის გეინიდან და აქედან წარმოდგება მათი ძველი სახელწოდება – კეფალინები (ბერძ. Kephale – თავი).

ქოლინფოსფოვლიცერიდების ზოგადი ფორმულაა



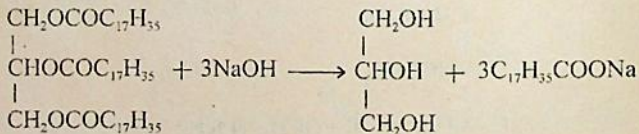
ქოლინფოსფოვლიცერიდები პირველად აღმოაჩინეს კვერცხის გულში, საიდანაც წარმოდგება მისი ძველი სახელწოდება – ლეციტინები (ბერძ. lekithos – კვერცხის გული).

არსებობს მოსაზრება, რომ კეფალინები და ლეციტინები ერთმანეთში გაღადაიან. ლეციტინები ოპტიკურად აქტიურია და ეკუთვნის L-რიგს.

ლეციტინები და კეფალინები ცვილისებური ნივთიერებებია, იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში: ლეციტინები კარგად იხსნება სპირტში, ცუდად – ეთერში.

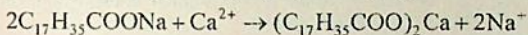
22.4 საპონი და ღებბერბენტები

ცხიმების პიღროლიმით ტუტეების – (NaOH, KOH) – თანაობისას მიიღება საპონი. საპონი უმაღლეს კარბონმჟავათა კალიუმის, ან ნატრიუმის მარილია:



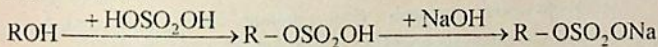
საპნის მისაღებად იყენებენ მდარე ხარისხის ცხიმებს და არასაკელები შეთების პიღროვნიზაციით მიღებულ მყარ ცხიმს. ნატრიუმის საპონი მყარია, კალიუმის – თხევადი. მყარი ცხიმიდან მიღებული ნატრიუმის საპონი უფრო მაგარია, ვიდრე შეთებიდან მიღებული. უმაღლესი კარბონმჟავებიდან მიღებული საპონი ხისგ წყალში არ

ქაუღება, კალციუმისა და მაგნიუმის წყალში უხსნადი საპნების წარმოქმნის გამო, რაც მისი უარყოფითი თვისებაა:



ამებამდ ტექნიკაში ფართოდ გამოიყენება სინთეზური გამრეცხი ნივთიერებები, რომლებსაც ლეტერგენტები ეწოდებათ. ლეტერგენტები ჩვეულებრივ საპონთან შედარებით რეცხვის უნარს ინარჩუნებენ ხისგ წყალშიც. მაგალითად, ზღვის წყალში.

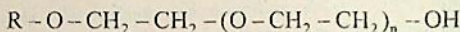
არჩევენ ორი ტიპის გამრეცხ ნივთიერებებს: 1) იონოგენურ და 2) არაიონოგენურ ლეტერგენტებს. იონოგენური ლეტერგენტები წყალში დისოცირდებიან იონებად, ხოლო არაიონოგენური ლეტერგენტები არაელექტროლიტებია. იონოგენურ ლეტერგენტებს ეკუთვნით უმაღლეს კარბონმჟავათა მარილები $C_nH_{2n+1}COONa$, რომლებიც C_{10} -დან C_{18} -მდე ნახშირბადატომს შეიცავენ. მათ ლებულობენ ან ცხიმებიდან, ან პარაფინების კატალიზური დაკანგვის შედეგად მიღებული კარბონმჟავებიდან. იონოგენური გამრეცხი ნივთიერებებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ ალკილ-სულფატებსა $ROSO_2ONa$ და ალკანსულფონატებს $R-SO_2ONa$ (სადაც R შეიცავს $C_{10}-C_{18}$). ალკილსულფატებს იღებენ უმაღლეს სპირტებზე ($C_{10}-C_{18}$) ჯერ გოგირდმჟავასა და შემდეგ ნატრიუმის ტუტის მოქმედებით:



ეკოლოგიური თვალსაზრისით, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნახშირწყალბადის რადიკალის აღნაგობას ლეტერგენტის მოლეკულაში. თუ რადიკალი ლეტერგენტი აღნაგობისაა, მაშინ ასეთი ლეტერგენტები ძალიან ნელა განიცდიან ბიოქიმიურ დაშლას - ბიოდეგრადაციას და გროვდებიან წყლის მედაპირზე თხელი ქაფის სახით. ქაფის ფენა კი ხელს უშლის ბუნებრივ წყლებში აგმოსფერული ეანგბადის გახსნას, აქედან გამომდინარე, საფრთხეს უქმნის წყალქვეშა ცოცხალ სამყაროს. ბიოდეგრადაციას ადვილად განიცადის ისეთი ლეტერგენტები, რომლებიც შეიცავენ ალკანის ნორმა-

ლურ ჯაჭვს. ამჟამად მრეწველობა უშვებს მხოლოდ ნორმალური ჯაჭვის შემცველ დეგერგენტებს.

არაიონოგენური გამრეცხი ნივთიერებები პოლიეთილენგლიკოლის ეთერებია. R შეიცავს დაახლოებით C_{18} , n-ის მნიშვნელობა კი იცვლება 6-დან 30-მდე. ასეთი დეგერგენტები ძალზე ეფექტურია დაბალი ტემპერატურის პირობებშიც.



საპნის რეცხვითი უნარი რთული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესია. საპნის სსნარი ხელს უწყობს ცხიმების ემულგირებასა და ჭუჭყის ნაწილაკების სუსპენზირებას.

23. ჰიდროქსინიშავეზი

ჰიდროქსინიშავეზი კარბონიშავეზის ისეთი ნაწარმებია, სადაც რადიკალის ერთი ან რამდენიმე წყალბადი ჩანაცვლებულია ჰიდროქსილით. ჰიდროქსინიშავეზის ზოგადი ფორმულაა $R \begin{matrix} / OH \\ \backslash COOH \end{matrix}$.

კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არსებობს ერთი, ორი და მრავალფუძიანი ჰიდროქსინიშავეზი, ხოლო ჰიდროქსილის რაოდენობის მიხედვით არსებობს მონო, დი, ტრი-ჰიდროქსინიშავეზი.

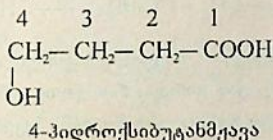
23.1 ერთფუძიანი მონოჰიდროქსინიშავეზი

ერთფუძიანი მონოჰიდროქსინიშავეზის პომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენელია $CH_2 - COOH$ ჰიდროქსიმარმევა.



შემდეგი პომოლოგი არსებობს ორი იზომერის სახით:
 $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ და $\text{HOCH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$. პიდროქსილის მდებარეობას ჯაჭვში აღნიშნავენ ბერძნული ანბანის ასოებით - α , β , γ , σ და ა. შ. $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ α -პიდროქსიპროპიონმჟავაა, $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{COOH}$ - β -პიდროქსიპროპიონმჟავა.

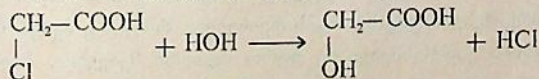
პიდროქსიმჟავების ნომენკლატურა ძირითადად გრივიალურია, მაგალითად, $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ -ის სახელწოდებაა რძის მჟავა, $\text{HOOC-CHOH-CH}_2\text{-COOH}$ - ვაშლის მჟავა, $\text{HOOC-CHOH-CHOH-COOH}$ - ღვინის მჟავა და სხვ. სისტემატური ნომენკლატურით პიდროქსილის მდებარეობას აღნიშნავენ ლოკანტებით. მაგალითად,



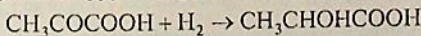
23.2 ზიღების მეთოდები

პიდროქსიმჟავები მიიღება:

1. პალოგენჩანაცვლებული მჟავების პიდროლიზით

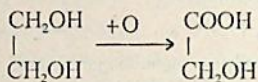


2. ალდეჰიდ და კეტონმჟავების ალდგენით

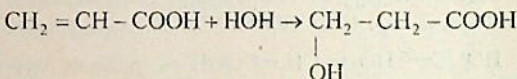


პიროყურძნის მჟავა რძის მჟავა

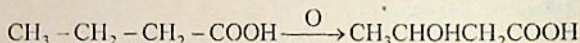
3. მრავალატომიანი სპირტების ნაწილობრივი დაჟანგვით



4. უჯერი მჟავების ჰიდრაგაციით



5. კარბონმჟავების ფერმენტული დაჟანგვით (β-დაჟანგვით)

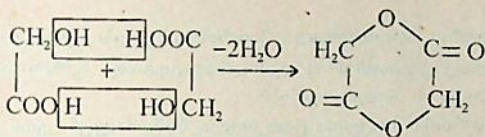


ჰიდროქსიმჟავები თხევადი ნივთიერებებია პირველი წევრის - გლიკოლის მჟავას გარდა, რომელიც კრისტალურ ნაერთს წარმოადგენს. ჰიდროქსიმჟავები წყალში უკეთ იხსნებიან, ვიდრე შესაბამისი კარბონმჟავები.

23.3 ჰიმიური თვისებები

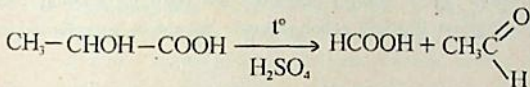
ორი ფუნქციური ჯგუფის არსებობის გამო ახასიათებთ როგორც მჟავას, ისე სპირტის თვისებები. როგორც მჟავა, ისინი ერთ-ერთიან კარბონმჟავებზე უფრო ძლიერი მჟავებია, ჰიდროქსიდის უარყოფითი ინდუქციური (-I) ეფექტის გამო. მჟავასა და სპირტის თვისებების გარდა მათ ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებებიც. ასეთ თვისებას ეკუთვნის დეჰიდრაგაცია, რომელიც α, β, γ და სხვა ჰიდროქსიმჟავების განმასხვავებელი თვისებაა.

1. α-ჰიდროქსიმჟავები გაცხელებით განიცდის მოლეკულათშორისო დეჰიდრაგაციას და წარმოქმნის კეტგროციკლურ რთულ ეთერებს, რომლებსაც ლაქტიდები ეწოდებათ.

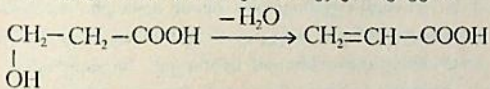


ლაქტიდები კრისტალური ნივთიერებებია. ადვილად განიცდიან ჰიდროლიზს და ისევე ჰიდროქსიმჟავებს ქმნიან.

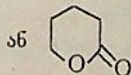
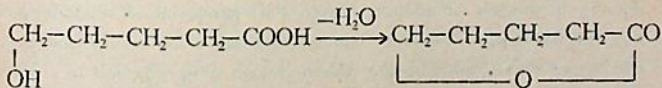
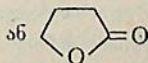
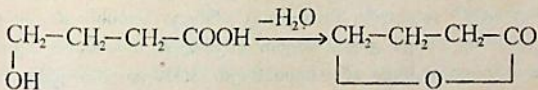
2. β -ჰიდროქსიმჟავები კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან გაცხელებით გამოყოფენ ჰიანჭველმჟავას:



3. β -ჰიდროქსიმჟავები გაცხელებით განიცდიან შიგამოლეკულურ დეჰიდრაგაციას და წარმოქმნიან უჯერ მჟავებს:



4. γ და δ -ჰიდროქსიმჟავები წარმოქმნისთანავე განიცდიან შიგამოლეკულურ დეჰიდრაგაციას და ვადადიან ლაქტონებში:



ე და უფრო დაცილებული პიდროქსიმეავეები გაცხელებით განიცდის მოლეკულათშორის დეჰიდრაგაციას და წარმოქმნის ხაზოვანი აღნაგობის პოლიეთერებს.

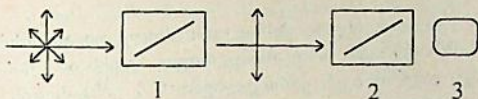
პიდროქსიმეავეების ცალკეული წამომადგენლებიდან აღსანიშნავია α -პიდროქსიპროპიონმეავა, ანუ რძის მეავა.

რძის მეავა აღმოჩენილ და გამოყენებულ იქნა მეავე რძიდან შეელეს მიერ (1780-1832), იგივე შედგენილობის მეავა აღმოაჩინა ლიბიხმა კუნიოვან ქსოვილებში და მას ხორც-რძის მეავა უწოდა. ხორც-რძის მეავა შედგენილობით და სტრუქტურითაც რძის მეავას ანალოგიურია, მაგრამ განსხვავდება მისგან ოპტიკური აქტიურობით.

23.4 ოპტიკური იზომერია

1813 წ. ფრანგმა ფიზიკოსმა ბიომ აღმოაჩინა, რომ ზოგიერთი ორგანული ნივთიერება თხევად ან გახსნილ მდგომარეობაში, გაღებვის პოლარიზებული სხივის სიბრტყეს. ნივთიერების უნარს, მოაბრუნოს პოლარიზებული სხივის სიბრტყე, ოპტიკური აქტიურობა ეწოდება, ხოლო ნივთიერებას – ოპტიკურად აქტიური ნივთიერება.

როგორც ცნობილია, სინათლის სხივი წარმოადგენს ელექტრომაგნიტურ გალდას, რომელიც ირხევა ნებისმიერ სიბრტყეში. თუ ბუნებრივ სხივს გავატარებთ ნიკოლის პრიზმაში, აქედან გამოსული სხივი ირხევა არა ნებისმიერ, არამედ ერთ განსაზღვრულ სიბრტყეში. ამ სხივს პოლარიზებული სხივი ეწოდება, ხოლო პოლარიზებული სხივის რხევის პერპენდიკულარულ სიბრტყეს – პოლარიზაციის სიბრტყე. თუ პოლარიზებულ სხივს გავატარებთ მეორე ნიკოლის პრიზმაში, სხივი მას გაივლის იმ შემთხვევაში, თუ იგი პირველი პრიზმის პარალელურად არის ორიენტირებული და ოკულარში გამოჩნდება განათებული არე, მაგრამ თუ მეორე პრიზმა პირველის მიმართ 90° -ით არის მობრუნებული, მაშინ ვერ გაივლის და ოკულარში გამოჩნდება ჩაბნელებული არე.



პოლარიმეტრის სქემა
1,2-ნიკოლის პრიზმი, 3-ოკულარი

ნივთიერების ოპტიკურ აქტიურობას საზღვრავენ ხელსაწყო პოლარიმეტრით, რომლის სქემა მოგანილია სურათზე. თუ პოლარიმეტრში 1 და 2 პრიზმი პარალელურად არის ორიენტირებული და მათ შორის მოვათავსებთ ოპტიკურად აქტიურ ნივთიერებას და ჩავიხედავთ ოკულარში, გამოჩნდება ჩაბნელებული არე, რაც იმის მანიფესტაციაა, რომ ნივთიერებამ პოლარიზაციის სიბრტყე შეაბრუნა. იმისათვის, რომ მივაღწიოთ განათებას ოკულარში, საჭიროა მეორე პრიზმი მოვაბრუნოთ (1 პრიზმი ფიქსირებულია და 2 კი - მოძრავი) ან მარჯვნივ, ან მარცხნივ გარკვეული კუთხით. ამ კუთხეს ბრუნვის კუთხე ეწოდება და აღინიშნება α -ასოთი. იმის მიხედვით, თუ რომელ მხარეს დასჭირდება პრიზმას შემობრუნება, არჩევნ მარჯვნივ ან მარცხნივ მბრუნავ იზომერს. მარჯვნივ მობრუნება აღინიშნება (+)-ით, ხოლო მარცხნივ მობრუნება - (-)-ით. ბიოს ფორმულის მიხედვით

$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot l \cdot C,$$

სადაც α - ბრუნვის კუთხეა გრადუსებით.

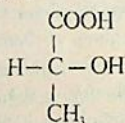
l - პოლარიმეტრის საზომი მილის სიგრძე დეციმეტრებით

C - ნივთიერების კონცენტრაცია (გ/სმ³)

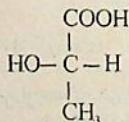
$[\alpha]$ - კუთრი ბრუნვაა, რომელსაც იწვევს 1 მლ ხსნარში გახსნილი 1 გ. ნივთიერება. $[\alpha]$ დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, ტალღის სიგრძეზე და გამხსნელის ბუნებაზე.

ვანგ-პოფის თანახმად ოპტიკური იზომერიის მიზეზია მოლეკულაში ასიმეტრიული ნახშირბადის ატომის არსებობა. ნახშირბადის ისეთ ატომს, რომლის ოთხი ვალენტობა გაჯერებულია სხვადასხვა რადიკალით, ასიმეტრიული ატომი ეწოდება. მოლეკულას, რომელიც შეიცავს ნახშირბადის ასიმეტრიულ ატომს და არ გააჩნია სიმეტრიის სიბრტყე, ქირალური მოლეკულა ეწოდება (ბერძ.

ქირი - ხელი). ასეთი ქირალური მოლეკულაა რძის მჟავა, რომელიც ნახშირბადის ერთ ასიმეტრიულ ატომს ანუ ქირალურ ცენტრს შეიცავს (აღნიშნავენ ვარსკვლავით C^*). ვანტ-ჰოფისა და ლე-ბელის ტეტრაედრული თეორიის (1874) მიხედვით, ასიმეტრიულ ატომთან ჩანაცვლებულ სხვადასხვა ჯგუფს სივრცეში შეუძლია ორგვარი განლაგება და არსებობს ორი სივრცითი ანუ სტერეოიზომერიის სახით. ერთი პოლარიზაციის სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ და მეორე - მარცხნივ, იმავე კუთხით. ასიმეტრიულ ატომთან ჩანაცვლებული ჯგუფების სხვადასხვა განლაგებას სივრცეში გამოსახავენ ფიშერის პროექციული ფორმულით, რომელიც ტეტრაედრის პროექციას წარმოადგენს სიბრტყეზე. პროექციაში წერენ ნახშირბადის ასიმეტრიულ ატომს. რძის მჟავას ერთი იზომერი პროექციული ფორმულით ასე ჩაიწერება:

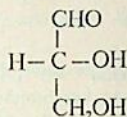


მეორე კი -

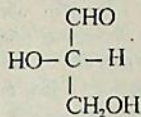


ერთი იზომერი აბრუნებს მარჯვნივ და მეორე მარცხნივ. ასიმეტრიულ ატომთან დაკავშირებული ჯგუფების სხვადასხვა განლაგებას სივრცეში, ანუ კონფიგურაციას აღნიშნავენ D და L ასოებით. თავდაპირველად დადგინდნ იქნა ფარდობითი კონფიგურაცია სტანდარტული ნივთიერების მიხედვით. სტანდარტულ ნივთიერებად კი აღებულ იქნა გლიცერინის ალდეჰიდი. გლიცერინის ალდეჰიდი შეიცავს ერთ ასიმეტრიულ ატომს და არსებობს ორი იზომერის სახით. გლიცერინის ალდეჰიდის პროექციულ ფორმულას წერენ შემდეგი წესის მიხედვით: ძირითად ჯაჭვს წერენ ვერტიკალურად, ფუნქციურ ჯგუფს - ზევით, ხოლო წყალბადსა და ჰიდ-

როქსილის ჯგუფს ნახშირბადის ასიმეტრიულ აგომთან – პორი-
ზონტალურად,

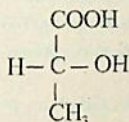


D

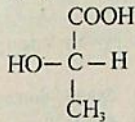


L

თუ ნახშირბადის ასიმეტრიულ აგომთან პიდროქსილი დგას მარ-
ჯენივ, მაშინ ასეთ იზომერს D-კონფიგურაციის იზომერი ეწოდება.
თუ პიდროქსილი დგას – მარცხნივ, მაშინ – L-იზომერი. შესა-
ბამისად, რძის მკავეს ოპტიკური იზომერები ასე აღინიშნება:



D-რძის მკავე



L-რძის მკავე

ბრუნვის მიმართულება კონფიგურაციასთან დაკავშირებული
არ არის, ამიტომ D კონფიგურაციის ნივთიერებებში გვხვდება
როგორც მარჯენივ მბრუნავი (+), ისე მარცხნივ მბრუნავი (-)
იზომერი.

D და L იზომერები ისე შეესაბამებიან ერთმანეთს, როგორც
საგანი და მისი სარკისებური გამოსახულება, ამიტომ ოპტიკურ
იზომერიას კიდევ სარკისებური იზომერიაც ეწოდება. ისეთ ოპტი-
კურ იზომერებს, რომლებიც ერთმანეთის სარკისებურ გამოსახუ-
ლებას წარმოადგენენ, ეწოდებათ ენანტიომერები (enantio – სა-
პირისპირო). ენანტიომერებს ერთნაირი სკალარული ფიზიკური
სიდიდეები აქვს, მაგრამ განსხვავდებიან ვექტორული ფიზიკური
თვისებებით – პოლარიზაციის სიბრტყეს ერთი აბრუნებს მარ-
ჯენივ, ხოლო მეორე, იმავე კუთხით, – მარცხნივ. ენანტიომერების
ქიმიური თვისებები in vitro (სინჯარაში) აბსოლუტურად ერთნა-

ირია, მაგრამ *in vivo* (ორგანიზმში) სხვადასხვა ფიზიოლოგიური აქტიურობით გამოირჩევიან. მაგალითად, რემერპინს აქვს 64 ოპტიკურად აქტიური იზომერი, მაგრამ, აქედან, ფიზიოლოგიურად აქტიურია მხოლოდ ერთი.

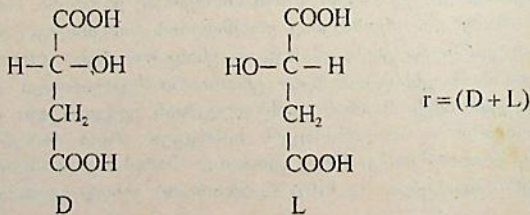
ამ საუკუნის 50-იან წლებში რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით დადგენილ იქნა, რომ მთელი რივი ნაერთებისათვის ფარდობითი კონფიგურაცია შეესაბამება აბსოლუტურ კონფიგურაციას.

რძის მკვავს ენანტიომერების გარდა აქვს კიდევ ერთი იზომერი, რომელიც ოპტიკურად აქტიური არ არის, რადგან წარმოადგენს D და L იზომერების ეკვივალენტურ ნარევეს. ასეთ ნარევეს რაცემატი ეწოდება და აღინიშნება *r* ასოთი.

სინთეზურად მიღებული ქირალური პოლეკულა რაცემატს წარმოადგენს, რადგან D და L იზომერების წარმოქმნის ალბათობა ერთნაირია. ოპტიკურად აქტიური ნივთიერებების სინთეზი კი ისევ ოპტიკურად აქტიური ნივთიერებების ურთიერთქმედებით ხდება.

DL-რძის მკვავა მიიღება გლუკოზის რძემკვავური ღუდილით, ხოლო D(-) რძის მკვავა - გლუკოზის რძემკვავური ღუდილით, სპეციალური ბაქტერიების (*Bacillus acidi laevolactici*) საშუალებით. L (+) რძის მკვავა გამოყოფილ იქნა ხორცის ექსტრაქტიდან ლიბიხის მიერ.

ჰიდროქსიმკვავების მეორე მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ვაშლის მკვავა, რომელიც ბუნებაში გავრცელებულია L(-) იზომერის სახით და შედის მკვავებ ვაშლში, კოწახურში, ეოლოში და სხვ. ვაშლის მკვავა შეიცავს ნახშირბადის ერთ ასიმეტრიულ ატომს და არსებობს D, L და რაცემული იზომერების სახით:



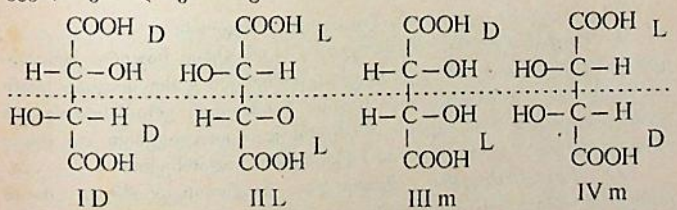
ჰიდროქსიმჟავებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ლევის მჟავა. ლევის მჟავა - $\text{HOOC}-\text{C}^*\text{HOH}-\text{C}^*\text{HOH}-\text{COOH}$ შეიცავს ნახშირბადის ორ ასიმეტრიულ ატომს.

მოლეკულაში ასიმეტრიული ატომების რაოდენობის ზრდასთან ერთად იზრდება ოპტიკური იზომერების რიცხვიც. ოპტიკურად აქტიური იზომერების რიცხვი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით - $a = 2^n$, სადაც n არის ნახშირბადის ასიმეტრიული ატომების რაოდენობა.

როცა ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთა რაოდენობა ლუწია და მოლეკულაში სიმეტრიულად არის განლაგებული, მაშინ აქტიურ იზომერთა რაოდენობა ტოლია $a = 2^{n-1}$. ოპტიკური იზომერების გარდა ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება კიდევ უმოქმელო იზომერი, რომელსაც მემო-იზომერი ეწოდება. მემო-იზომერების რიცხვი უდრის $m = 2^{n/2-1}$, თუ ქირალური ატომის რაოდენობა კენტია და მოლეკულა სიმეტრიული შუა ქირალური ატომის მიმართ, მაშინ

$a = 2^{n-1} - 2^{\frac{n-1}{2}}$, ხოლო $m = 2^{\frac{n-1}{2}}$ რაცემატების რაოდენობა კი ყველა შემთხვევაში აქტიური იზომერების ნახევარს უდრის $r = \frac{a}{2}$.

ლევის მჟავას სიმეტრიული აღნაგობის გამო აქვს $a = 2^{2-1} = 2$ აქტიური იზომერი და 1 მემო-იზომერი ($m = 2^{2/2-1} = 1$). ლევის მჟავების პროექციული ფორმულების შესადგენად უნდა დავწერთ ასიმეტრიულ ატომთან H და OH ჯგუფების სივრცეში განლაგების ყველა შესაძლო ვარიანტი:

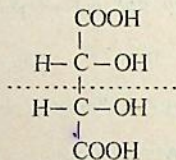


I და II ენანტიომერებია, III და IV - ერთმანეთის დიენტიომერია, რადგან ნახაზის სიბრტყეში 180° -ით შემობრუნების შემთხვევაში

III პროექცია ემთხვევა IV-ს. III იზომერს მეზო-იზომერი ეწოდება. მეზო-ლენის შეკავა ოპტიკურად აქტიური არ არის ქირალური ცენტრების შინაგანი კომპენსაციის გამო. ვარდა ამ სამი იზომერისა, არსებობს კიდევ რაცემატი – DL იზომერების ნარევი, რომელსაც ყურძნის შეკავა ეწოდება.

D და M და L და M იზომერებს დიასტერეომერები ეწოდებათ. დიასტერეომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიკური თვისებებით.

ყურძნის შეკავა და მეზო-ლენის შეკავა რაცემატია (D + L), ხოლო მეზო-ლენის შეკავა ქიმიური ნაერთი. მეზო-იზომერების გამოცნობა პროექციული ფორმულის მიხედვით ძნელი არ არის. მეზო-იზომერების სტრუქტურა სიმეტრიულია და შედგება ორი ერთნაირი ნაწილისაგან, რომლებიც ფაქტობრივად ენანტიომერებს წარმოადგენენ



მეზო-ლენის შეკავა, როგორც ქიმიური ნაერთი, არ შეიძლება დავეყთ ცალკეულ იზომერებად, ხოლო რაცემატი, როგორც ენანტიომერების ნარევი, შესაძლებელია დავეყთ ცალკეულ იზომერებად.

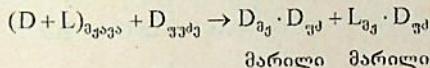
რაცემატების დაყოფის სამი ხერხი არსებობს:

1) *მექანიკური მეთოდი*. რაცემატების ნაჯერი ხსნარიდან გამოკრისტალების დროს ენანტიომერები გამოიყოფიან ენანტიომორფული კრისტალების სახით, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან წახნაგების ასიმეტრიული განლაგებით და მათი განცალკევება შესაძლებელია მექანიკური გადარჩევით.

2) *ბიოქიმიური მეთოდი*. მიკროორგანიზმები მათი ცხოველმოქმედების პროცესში იკვებებიან ერთი რომელიმე ენანტიომერით და მეორე რჩება ხელუხლებელი. ასე მაგალითად, როგორც პასტერმა დაადგინა, ჩეულებრივი ობის სოკო (*Penicillium*

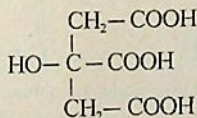
glaucum) იკვებება D ღვინის მქავით, ხოლო L ღვინის მქავა რჩება ხელუხლებელი.

3) **ქიმიური მეთოდი.** რაცემატების დაყოფის ქიმიური მეთოდი ემყარება იმ ფაქტს, რომ დიასტერეომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფიზიკური თვისებებით, მაგალითად, წყალში ხსნადობით. თუ რაცემატიდან მივიღებთ ნაერთს რომელიმე ოპტიკურად აქტიურ ნივთიერებასთან, მაშინ წარმოიქმნება დიასტერეომერები, რომლებიც ხსნადობით განსხვავდებიან და შესაძლებელია მათი განცალკევება. მაგალითად, ყურძნის მქავაზე ოპტიკურად აქტიური ორგანული ფუძის - D ცინქონინის მოქმედებით მიიღება მარილები:



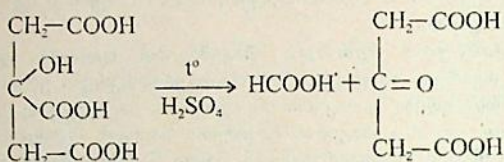
მიღებული მარილები დიასტერეომერებია და სხვადასხვა ხსნადობა ახასიათებთ წყალში: $L_{\text{მქ}} \cdot D_{\text{ფუძე}}$ ნაკლებად ხსნადია, ხოლო $D_{\text{მქ}} \cdot D_{\text{ფუძე}}$ - კარგად ხსნადი. რაცემატების დაყოფის სამივე მეთოდი მოგვაწოდა პასტერმა.

სამფუძიანი მონოპიდროქსიმქავეებიდან აღსანიშნავია ლიმონის მქავა:

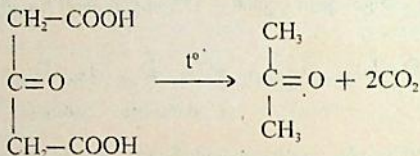


ლიმონის მქავა წყალში კარგად ხსნადი კრისტალური ნივთიერებაა. შედის ლიმონის შედგენილობაში 6-7%-ის რაოდენობით. გვხვდება ჯოლოსში, ალუბლის წვენიში, ყურძნის წვენიში. ტექნიკაში ღებულობენ წეკოდან, სადაც იგი შედის ნაერთის სახით - 10%-მდე. ლიმონის მქავა მიიღება აგრეთვე გლუკოზის ლიმონმქავეური დულით.

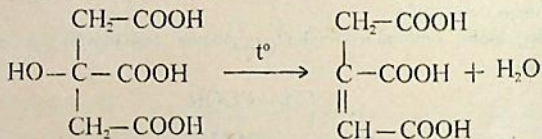
ლიმონის მქავა, როგორც α -პიდროქსიმქავა, H_2SO_4 -თან გაცხელებით გამოყოფს ჭიანჭველმქავეს და წარმოქმნის აცეტონდიკარბონმქავეს:



აცეტონდიკარბონმჟავა ვაცხელებით განიცდის დეკარბოქსილირებას და მიიღება აცეტონი:



როგორც β-ჰიდროქსიმჟავა, განიცდის დეჰიდრატაციას და წარმოქმნის ცის-აკონიგის მჟავას:



ცის-აკონიგის მჟავა მონაწილეობს კრებსის ციკლში.

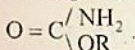
23.5 ნახშირმჟავას ნაწარმები

ნახშირმჟავა წარმოადგენს ჰიდროქსიმჟავების პირველ წარმომადგენელს, რომელიც თავისუფალი სახით არ არსებობს. იგი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ჰიანჭველმჟავაში ჰიდროქსილის ჩანაცვლების პროდუქტი $\text{O} = \text{C} \begin{array}{l} / \text{OH} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$.

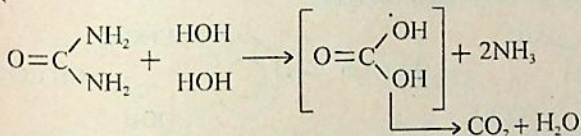
უფრო მდგრადია მისი ნაწარმები: ქლორ-ანჰიდრიდი $\text{O} = \text{C} \begin{array}{l} / \text{Cl} \\ \backslash \text{Cl} \end{array}$, რომელსაც ფოსგენი ეწოდება, სრული ამიდი

$O = C \begin{matrix} / NH_2 \\ \backslash NH_2 \end{matrix}$, რომელსაც შარლოვანა ეწოდება და არასრული

ამიდი $O = C \begin{matrix} / NH_2 \\ \backslash OH \end{matrix}$, რომელსაც კარბამინის მკავე ეწოდება. კარბამინის მკავე არამდგრადი ნაერთია, არსებობს მხოლოდ მისი შარილები და რთული ეთერები, რომლებსაც ურეთანები ეწოდება



შარლოვანა ამოგის დეზასიმილაციის ძირითადი პროდუქტია ტუტუწოვრებში (80%). აღამიანი დლე-ღამეში გამოყოფს საშუალოდ 20ვ შარლოვანას. გუტე და მკავე არეში შარლოვანა განიცდის ძიდროლის და იშლება ნახშირბადის დიოქსიდად და ამიაკად:

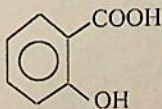


ანალოგიურად იშლება შარლოვანა *in vivo* ფერმენტ ურეამას ვაველით.

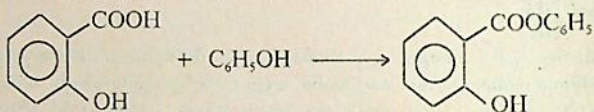
23.6 არომატული ჰიდროქსიგუანინი

არომატულ ძიდროქსიმკავეებში კარბოქსილისა და ძიდროქსილის ჯგუფები დაკავშირებული არიან ან ბენზოლის ბირთვთან, ან გვერდით ჯაჭვში.

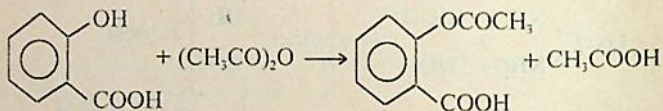
ბენზოლის ბირთვთან დაკავშირებული ძიდროქსიმკავეებიდან აღსანიშნავია ორთო-ძიდროქსიბენზოის მკავე, ანუ სალიცილის მკავე



სალიცილის მჟავა კრისტალური ნივთიერებაა (დნ. ტ. 159°C). მისი ქიმიური თვისებები განპირობებულია კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფების თვისებებით. როგორც მჟავა, იგი უფრო ძლიერია, ვიდრე ბენზოის მჟავა. სალიცილის მჟავა კარბოქსილის ჯგუფის საშუალებით შედის რეაქციაში ფენოლთან და წარმოქმნის რთულ ეთერს, რომელსაც სალოლი ეწოდება:

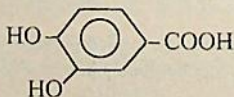


როგორც ფენოლი, იგი შედის რეაქციაში ძმარმჟავას ანჰიდრიდთან და წარმოქმნის ასპირინს:

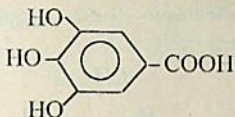


სალოლი ანგისეპტიკია და გამოყენებულია კუჭნაწლავის ინფექციის საწინააღმდეგოდ. ასპირინი ტკივილგამაყუჩებელია. სალიცილის მჟავა ძლიერი ანგისეპტიკია და მისი ნაგრიუმის მარილი გამოყენებულია რევმატიზმის სამკურნალოდ.

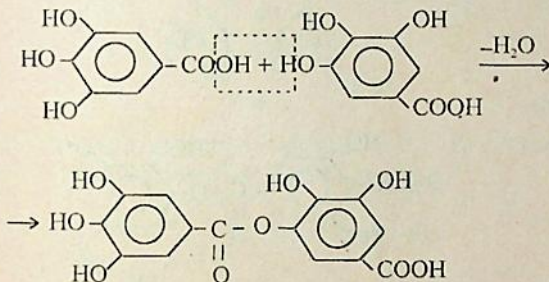
არომატულ ჰიდროქსიმჟავებს, სადაც ჰიდროქსილი ჩანაცვლებულია ბენზოლის ბირთვში, ფენოლკარბონმჟავები ეწოდება. ფენოლკარბონმჟავებიდან ბუნებაში გავრცელებულია პროტოკატექინის მჟავა:



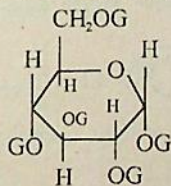
და გალის მჟავა (დნ. ტ. 253°C):



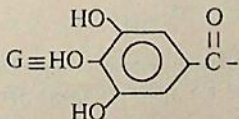
გალის შეკვას კონდენსაციით მიიღება დიგალის შეკვა:



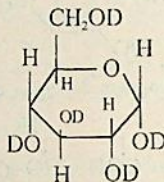
გალისა და დიგალის შეკვების ნაწარმებიდან ფრიად მნიშვნელოვანია ტანინი. განსაკუთრებით გავრცელებულია თურქული და ჩინური ტანინი. თურქული ტანინი ძირითადად წარმოადგენს გლუკოზისა და გალის შეკვას რთულ ეთერს:



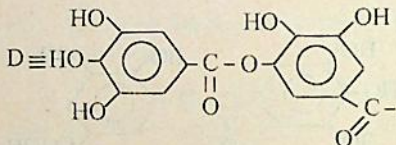
სადაც



ჩინური განინი ძირითადად წარმოადგენს გლუკოზისა და ღვიპლის მკავეს როულ ეთერს:

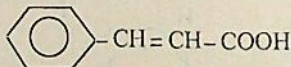


სადაც

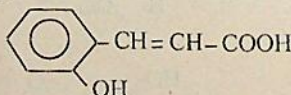


განინი შედის ჩაის (6-19%), ყავის (8%) და სხვა მცენარეთა შემადგენლობაში. დიდი რაოდენობითაა (50-60%) „მელნის კაკალში“, რომელიც მუხის ფოთლებზე წამონაზარდის სახით ვეხედება.

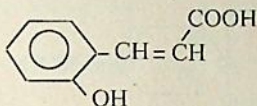
ფენოლკარბონმკაეებიდან, რომლებიც გვერდით ჯაჭვში ჩანაცვლებულ კარბოქსილის ჯგუფს შეიცავს, აღსანიშნავია დარიჩინის მკავე



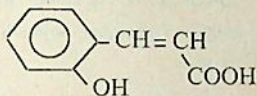
და მისი ჰიდროქსინაწარმები, განსაკუთრებით ორო-ჰიდროქსიდარიჩინის მკავე,



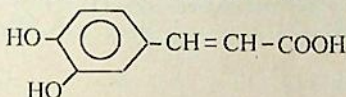
რომელიც ორი იზომერის სახით არსებობს: ერთი გრანს-დარიჩინის მკავეს ნაწარმია და კუმარის მკავე ეწოდება:



მორე ცის-დარიჩინის შეავას ნაწარმია და კუმარინის შეავა ეწოდება:

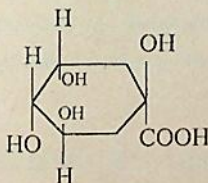


ბუნებაში გავრცელებულია აგრეთვე 3,4-დიჰიდროქსიდარიჩინის შეავა, რომელსაც კოფეინის შეავა ეწოდება:

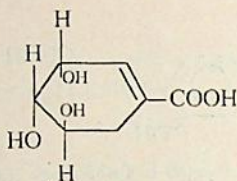


კოფეინის შეავა შედის მცენარე ციკუტას ნაყენში, წიწვოვანი ხეების ფისში, კოფეინის მარცვლებში და სხვ.

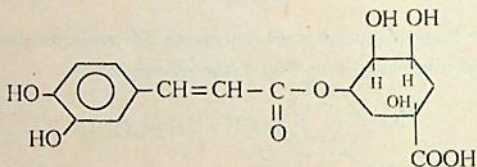
მცენარეებში ფართოდ გავრცელებულია ჰიდროარომატული რივის ჰიდროქსიმეავა - ქინის შეავა:



იგი შედის თამბაქოს, ქინაქინის ხის ქერქში (9%), ქლიავის, ვაშლის, ყურძნის, ხურგუმელის ნაყოფში, მაცვალში, მოცეში, ყავის მარცვლებში, კომშში, ნაძვის ყლორტებში (13%) და სხვ. ქინის შეავას ხშირად თან ახლავს შიკიმის შეავაც:



მცენარეებში გავრცელებულია აგრეთვე კოფეინის მჟავისა და ქინის მჟავას რთული ეთერი (კოფეილ-ჰ-ქინის მჟავა), რომელსაც ქლოროგენის მჟავა ეწოდება:

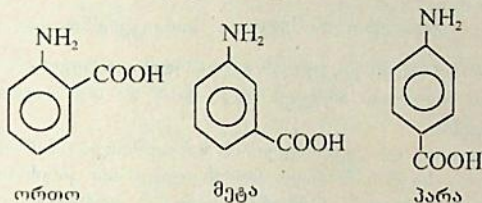


ქლოროგენის მჟავა აუქსინების სტიმულატორია.

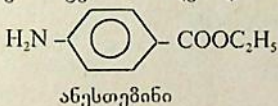
იმ არომატულ ჰიდროქსიმჟავებიდან, რომლებშიც ფუნქციონალური ჯგუფები გვერდით ჯაჭვშია მოთავსებული, აღსანიშნავია ნუშის მჟავა - $C_6H_5-C^*HOH-COOH$. ნუშის მჟავა შეიცავს ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადის ატომს და არსებობს ორი D და L- იზომერის სახით. ნუშიდან გამოყოფილი ნუშის მჟავა L-იზომერია.

24. არომატული ამინომჟავები

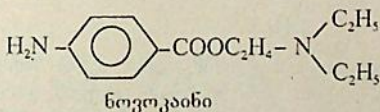
არომატული ამინომჟავები არსებობს სამი იზომერის სახით:



ორთო-იზომერს ანტრანილის მჟავა ეწოდება. პარა-იზომერს – პარაამინობენზოის მჟავა. ანტრანილის მჟავა გამოყენებულია საღებრების წარმოებაში, ხოლო პარაამინობენზოის მჟავა – მედიცინაში ანესთეზიური პრეპარატების მისაღებად, როგორცაა:



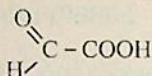
და



25. ალდეჰიდ და კეტონმჟავები

ალდეჰიდ და კეტონმჟავების მოლეკულები შეიცავენ, როგორც კარბონილის, ისე კარბოქსილის ფუნქციონალურ ჯგუფს.

ალდეჰიდმჟავების პირველი წარმომადგენელია გლიოქსალის მჟავა, ხოლო კეტონმჟავების პირველი წარმომადგენელია პირო-ყურძნის მჟავა:



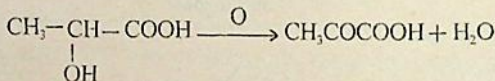
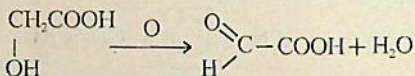
გლიოქსალის მჟავა

პიროუკრმის მჟავა

კარბოქსილის ჯგუფიდან ალდეჰიდის, ან კეტონის ჯგუფის დაცილების მიხედვით არჩევენ α , β , და γ და ა. შ. ალდეჰიდ და კეტონმჟავებს.

ალდეჰიდ და კეტონმჟავების სახელწოდება ძირითადად გრძელწრიანია. საერთაშორისო ნომენკლატურით კი ისინი იკითხებიან. როგორც მჟავები წინსართ „ოქსო“-ს დამატებით, მაგალითად $\text{CH}_3\overset{4}{\text{C}}\overset{3}{\text{C}}\overset{2}{\text{O}}\overset{1}{\text{C}}\text{COOH}$ 3-ოქსობუტანმჟავა.

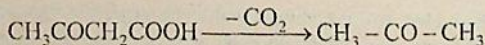
ალდეჰიდ და კეტონმჟავები მიიღებიან ჰიდროქსიმჟავების დაჟანგვით



ალდეჰიდ და კეტონმჟავები უფრო ძლიერი მჟავებია, ვიდრე კარბონმჟავები, კარბოქსილის ჯგუფის უარყოფითი ინდუქციური ეფექტის გამო. კეტონმჟავებიდან განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს აცეტომჟავას

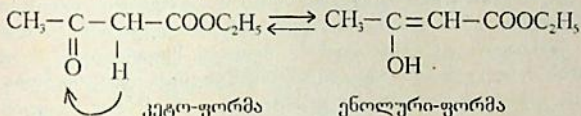


იგი არამდგრადი ნაერთია და მცირე გაცხელებითაც კი განიცდის დეკარბოქსილირებას



აცეტომჟავას ნაწარმებიდან დიდი გამოყენება აქვს მის ეთილის ეთერს, რომელსაც აცეტომჟავას ეთერი ეწოდება.

$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$, იგი სასიამოვნო სუნის მქონე სითხეა. აცეტომარმეკავასაგან განსხვავებით, იგი მდგრადია და ფართოდ არის გამოყენებული ორგანულ სინთეზში, რაც განპირობებულია ორ კარბონილის ჯგუფს შორის მოთავსებული მეთილენური ჯგუფის (CH_2) აქტიური წყალბადატომებით, რომელთა საშუალებითაც აცეტონმეკავას ეთერი გადადის იზომერულ ფორმაში, რომელშიც ორმაგი ბმა და ჰიდროქსილის ჯგუფი შედის.



ამ იზომერულ ფორმას ენოლური ფორმა ეწოდება. ენოლური ფორმა იმის გამო, რომ უჯერ ბმასთან ჰიდროქსილის ჯგუფს შეიცავს, უმდგრადია და ადვილად გადადის კეტონურ ფორმაში. კეტო და ენოლურ ფორმებს შორის მყარდება დინამიკური წონასწორობა, სადაც ჩვეულებრივ პირობებში ენოლური ფორმა 7%-ია და კეტონური ფორმა - 93%. წონასწორობი ნარევიდან შესაძლებელია ორივე ფორმის გამოყოფა თავისუფალი სახით.

იზომერებს, რომლებიც ერთმანეთში თავისუფლად გადადიან და არსებობენ ორი იზომერული ფორმის სახით, გაუტომერული ფორმები, ანუ გაუტომერები ეწოდებათ, მოვლენას კი - გაუტომერია.

გაუტომერია ორგანულ ქიმიაში ფართოდ არის გავრცელებული. გაუტომერიის აქ განხილულ სახეს, როცა ერთმანეთში გადადიან კეტონური და ენოლური ფორმები, კეტო-ენოლური გაუტომერია ეწოდება.

აცეტომარმეკავას ეთერი ქიმიურ რეაქციებში რეაგირებს ორივე გაუტომერული ფორმით.

26. ნახშირწყლები

ბუნებრივ შაქროვან ნიუთიერებებს, რომელთა შედგენილობაში შედის ნახშირბადის, წყალბადისა და ენგბადის ატომები, ნახშირწყლები ეწოდება. ნახშირწყლების მოლეკულაში წყალბადისა და ენგბადის ატომებს შორის ისეთივე შეფარდებაა, როგორც წყლის მოლეკულაში, ამიტომ ნახშირწყლების შედგენილობა შეიძლება გამოვსახოთ ზოგადი ფორმულით - $C_m(H_2O)_n$ აქედან წარმოვღვა სახელწოდება - ნახშირწყლები, რომელიც არ გამოსახავს არც შაქროვან ნიუთიერებათა აღნაგობას და არც მათ ქიმიურ თვისებებს, მაგრამ ისტორიულად შემორჩა ღღემდე, რადგან ზოგადი ფორმულა $C_mH_{2n}O_n$ სამართლიანია ნახშირწყლების უმრავლესობისათვის.

ნახშირწყლებს ჰიდროლიზის უნარის მიხედვით ყოფენ:

1) მარტივ ნახშირწყლებად, ანუ მონოსაქარილებად, რომლებსაც ჰიდროლიზის უნარი არა აქვს და ნახშირბად და ენგბადატომთა ერთნაირ რაოდენობას შეიცავს. მათი ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n}O_n$.

2) რთული ნახშირწყლები, ანუ პოლისაქარიდები, რომლებიც ჰიდროლიზს განიცდიან და შედეგად რამდენიმე მოლეკულა მონოსაქარიდს წარმოქმნის. პოლისაქარიდები ნახშირბად და ენგბადატომთა სხვადასხვა რაოდენობას შეიცავს და მათი ზოგადი ფორმულაა $C_mH_{2n}O_n$.

რთული ნახშირწყლები თავის მხრივ იყოფა ორ ჯგუფად:

1) შაქარმაგვარი პოლისაქარიდები, ანუ ოლიგოსაქარიდები, რომლებიც წყალში კარგად იხსნებიან და ტკბილი გემო აქვთ.

2) არაშაქარმაგვარი პოლისაქარიდები, რომლებიც წყალში არ იხსნებიან და ტკბილი გემო არა აქვთ.

არაშაქარმაგვარი პოლისაქარიდები შედგებიან მონოსაქარიდის უამრავი ნაშთისაგან. არაშაქარმაგვარ პოლისაქარიდებს ეკუთვნის სახამებელი და ცელულოზა. ოლიგოსაქარიდები შედგება მონოსაქარიდის 2-დან 10-მდე ნაშთისაგან („ოლიგოს“ - მცირეს ნიშნავს).

26.1 მონოსაქარიდები, ანუ მარტივი ნახშირწყლები

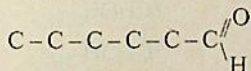
მონოსაქარიდების ზოგადი ფორმულაა $C_nH_{2n}O_n$. ნახშირბადატომთა რაოდენობის მიხედვით მონოსაქარიდები იყოფა ტეტროზებად (C_4), პენტოზებად (C_5), ჰექსოზებად (C_6) და ა. შ.

მონოსაქარიდებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს პენტოზებს და ჰექსოზებს.

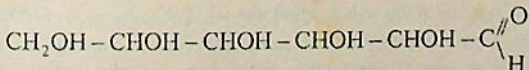
ჰექსოზების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია გლუკოზა და ფრუქტოზა, რომელთა მოლეკულური ფორმულაა $C_6H_{12}O_6$. მონოსაქარიდების აღნაგობა დადგენილ იქნა გლუკოზისა და ფრუქტოზის ქიმიური თვისებების შესწავლის საფუძველზე.

გლუკოზა HI-ით აღდგენისას წარმოქმნის ნორმალური ჰექსანის იოდნაწარმს – 2-იოდჰექსანს, რაც მის ხაზოვან აღნაგობას ასაბუთებს $C-C-C-C-C-C$.

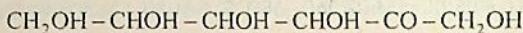
დადგენილ იქნა, რომ გლუკოზას ახასიათებს ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელი ვერცხლის სარკის რეაქცია და ფელდინგის ხსნარის აღდგენა, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ გლუკოზის მოლეკულა ალდეჰიდის ჯგუფს შეიცავს, რომელსაც მოლეკულაში განაპირა მდებარეობა უკავია:



ალდეჰიდის ჯგუფის გარდა, გლუკოზის მოლეკულაში აღმოჩნდა 5 ჰიდროქსილის ჯგუფი. თუ გავითვალისწინებთ, რომ თითო ნახშირბადატომთან ერთზე მეტი ჰიდროქსილის ჯგუფის დაკავშირება არ შეიძლება, ხუთი ჰიდროქსილის ჯგუფი ხუთ ნახშირბადატომს შორის თანაბრად უნდა იყოს განაწილებული და გლუკოზის სტრუქტურული ფორმულა ასე გამოისახება:



ფრუქტოზის მოლეკულაშიც აღმოჩენილია 5 ჰიდროქსილის ჯგუფი, მაგრამ მას ალდეჰიდის დამახასიათებელი თვისებები არ გააჩნია და შეიცავს კეტონის ჯგუფს. ფრუქტოზის სტრუქტურული ფორმულა ასე გამოისახება:

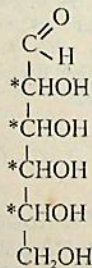


გლუკოზის და ფრუქტოზის სტრუქტურული ფორმულებიდან ჩანს, რომ მონოსაქარიდები მრავალატომიანი ალდეჰიდ ან კეტონსპირტებია.

გლუკოზისა და ფრუქტოზის აქ განხილულ ფორმულებს შესაბამისად ალდეჰიდური და კეტონური, ანუ ოქსო-ფორმულები ეწოდება.

მონოსაქარიდებს, რომლებიც ალდეჰიდის ჯგუფს შეიცავს, ალდოზები ეწოდება, ხოლო მონოსაქარიდებს, რომლებიც კეტონის ჯგუფს შეიცავს — კეტოზები. ალდოზების წარმომადგენელია გლუკოზა, კეტოზებისა კი — ფრუქტოზა.

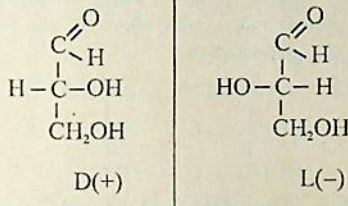
გლუკოზის მოლეკულაში შედის ნახშირბადის ოთხი ასიმეტრიული ატომი და, როგორც მოსალოდნელია, ახასიათებს ოპტიკური იზომერია:



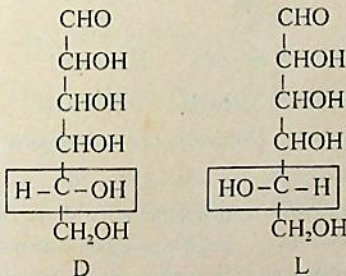
ფორმულის თანახმად, აქტიურ იზომერთა რიცხვი უდრის $a = 2^4 = 16$. აქედან 8 იქნება D და 8 L კონფიგურაციის, ე. ი. არსებობს ენანტიომერების 8 წყვილი.

ამერიკელი ქიმიკოსის როზანოვის წინადადებით (1906) მონოსაქარიდების კონფიგურაციის დადგენა მოხდა გლიცერინის ალდეჰიდის მიხედვით. გლიცერინის ალდეჰიდი თავისი აღნაგობით ალდოზების მსგავსია და შეიცავს ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადის ატომს. გლიცერინის ალდეჰიდსა და ალდოზას შორის ის მსგავსებაა, რომ როგორც ერთი, ისე მეორე ნივთიერების პირველი ნახშირბადატომი ალდეჰიდის ჯგუფს წარმოადგენს, ხოლო ქვედა

ორი ნახშირბადატომი შედგენილობით ერთნაირია. გლიცერინის ალდეჰიდი, როგორც ცნობილია, არსებობს ორი ოპტიკური იზომერის სახით:



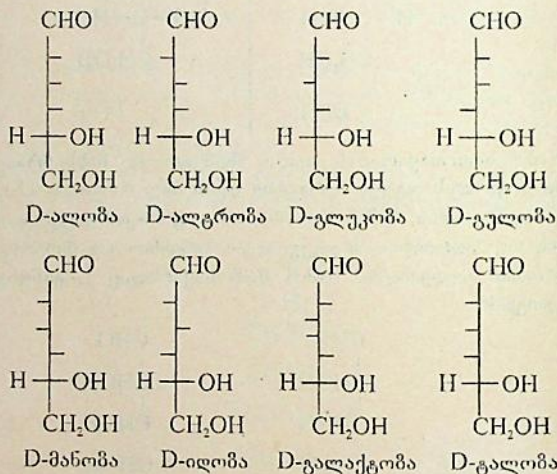
და თუ მონოსაქარიდის ბოლო ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთან ჰიდროქსილის ჯგუფი მარჯვნივ დგას ისე, როგორც D-გლიცერინის ალდეჰიდში, მაშინ მონოსაქარიდიც D-კონფიგურაციას ეკუთვნის. თუ ჰიდროქსილის ჯგუფი დგას მარცხნივ ისე, როგორც L-გლიცერინის ალდეჰიდში, მაშინ მონოსაქარიდიც L-კონფიგურაციას ეკუთვნის:



დანარჩენ სამ ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთან ჰიდროქსილის ჯგუფის სხვადასხვა კონფიგურაცია განაპირობებს ჰექსოზების 8 სხვადასხვა ოპტიკური იზომერის არსებობას.

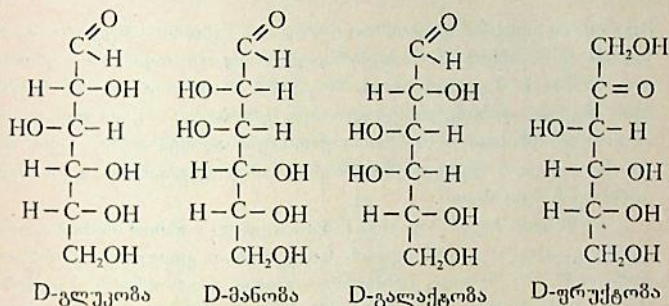
D-კონფიგურაციის 8 სხვადასხვა ოპტიკური იზომერის ფორმულის გამოსაყვანად უნდა დავწეროთ სამი ჰიდროქსილის ჯგუფის ყველა შესაძლო მდებარეობა ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთან

(მეოთხე პირობის დროს ვარა, რომლის მდებარეობის შეცვლა მესამე ნახშირბადატომთან გამოიწვევდა კონფიგურაციის შეცვლას). თუ პირობის დროს პირობითად აღნიშნავთ ხაზით (-), მაშინ ოპტიკური იზომერების სივრცითი აღწერა სქემატურად ასე გამოისახება:



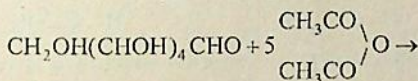
ყოველ D-კონფიგურაციის იზომერს გააჩნია L-კონფიგურაციის ენანტიომერი. ბუნებაში გავრცელებულია მხოლოდ D-კონფიგურაციის მონოსაქარიდები. L-კონფიგურაციის მონოსაქარიდები მიღებულია სინთეზურად. D-კონფიგურაციის მონოსაქარიდები წარმოადგენენ საკვებ ნივთიერებებს, L-კონფიგურაციის მონოსაქარიდებს კი საკვები ღირებულება არა აქვთ.

ბუნებაში გავრცელებულ D-კონფიგურაციის ჰექსოზებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს D-გლუკოზას, D-მანოზას, D-გალაქტოზას და კეტონების ერთ-ერთ წარმომადგენელს D-ფრუქტოზას:

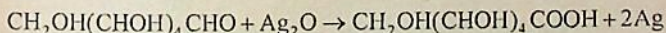


ამ ფორმულებს ფიშერის პროექციული ფორმულები ეწოდება.

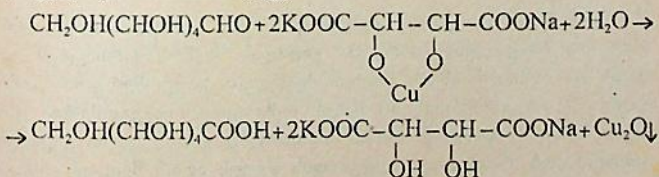
ჰექსოზებს, ალდეჰიდსპირტული ფორმულიდან გამომდინარე, გააჩნიათ როგორც სპირტის, ისე ალდეჰიდის დამახასიათებელი თვისებები. ასე, მაგალითად, როგორც სპირტები, ჰექსოზები ძმარ-მევა ანჰიდრიდთან წარმოქმნიან როულ ეთერებს:



სოლო როგორც ალდეჰიდებს, ახასიათებთ ვერცხლის სარკის რეაქცია:

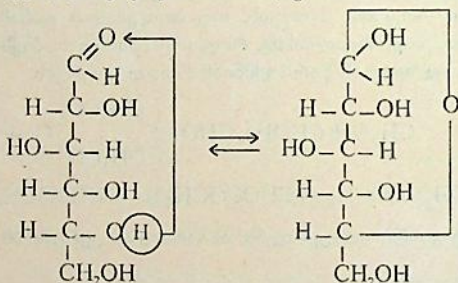


და ფელინგის ხსნარის აღდგენა:



მაგრამ მონოსაქარიდების ალდეჰიდ და კეტონსპირტულმა ფორმულამ ვერ ახსნა მონოსაქარიდების ყველა თვისება, კერძოდ, ვერ ახსნა: 1) მუგაროგაციის მოვლენა, 2) ერთ-ერთი ჰიდროქსილის ჯგუფის განსაკუთრებული აქტიურობა და 3) ის ფაქტი, თუ რაგომ არ ახასიათებთ მონოსაქარიდებს ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელი რეაქცია ნაგრიუმის ბისულფიტთან და ფუქსინგოგირდოვან მკავასთან.

ამ წინააღმდეგობის ახსნა შესაძლებელი გახდა მონოსაქარიდების ციკლური ფორმულების საშუალებით. ციკლური ფორმულა წარმოიქმნება მებუთე ნახშირბადატომის ჰიდროქსილის წყალბადის დაკავშირებით პირველი ნახშირბადატომის კარბონილის ჯგუფის ეანგბადთან. მებუთე ნახშირბადის ეანგბადატომი კი დააკავშირებს პირველ და მებუთე ნახშირბადატომს:

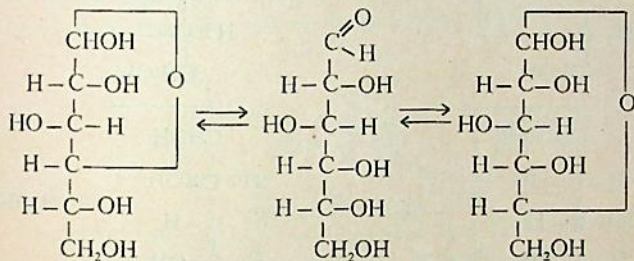


ალდეჰიდური ფორმულა,
ანუ ოქსოფორმა

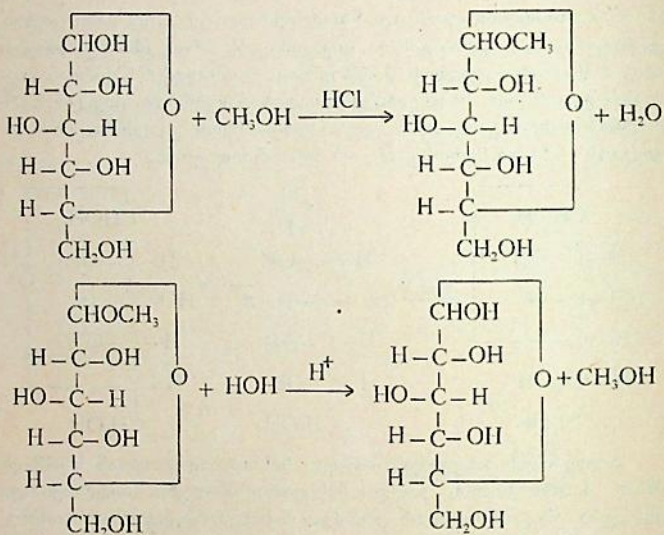
ციკლური ფორმულა

მონოსაქარიდების ციკლური ფორმულა განიცდის დეციკლიზაციას და ისევ ოქსო-ფორმაში გადადის. მონოსაქარიდების ციკლურ და ოქსოფორმებს შორის მყარდება გაუტომერული წონასწორობა. გაუტომერიის ამ სახეს ოქსო-ციკლოგაუტომერია ეწოდება. ხსნარში წონასწორობა ძირითადად გადაწეულია ციკლური ფორმისაკენ, რომელიც ალდეჰიდის ჯგუფს აღარ შეიცავს. ამიტომ, რომ მონოსაქარიდებს არ ახასიათებთ რეაქცია ნაგრიუმის ბისულფიტთან და ფუქსინგოგირდოვან მკავასთან.

მონოსაქარილების ოქსო-ფორმის ციკლიზაციის დროს კანგბადის ხილით ერთმანეთს უკავშირდება პირველი (C - 1) და მეხუთე (C - 5) ნახშირბადატომი და წარმოიქმნება ექვსწევრიანი ციკლი. ექვსწევრიანი ციკლის გარდა, ციკლიზაციის პროცესში შესაძლებელია 5 წევრიანი ციკლის წარმოქმნაც, რომელიც 6 წევრიან ციკლთან შედარებით ნაკლებად მდგრადია. 5 წევრიანი ციკლის წარმოქმნის დროს კანგბადის ხილით ერთმანეთს უკავშირდება პირველი (C - 1) და მეოთხე (C - 4) ნახშირბადატომი:



აღლევილის ჯგუფიდან პირველ ნახშირბადატომთან წარმოქმნილ პიდროქსილის ჯგუფს ნახევარაცეტალური პიდროქსილი ეწოდება, ამიტომ ციკლურ ფორმულას ნახევარაცეტალურ ფორმულასაც უწოდებენ. ნახევარაცეტალური პიდროქსილი თავისი ქიმიური თვისებებით განსხვავდება სპირტული პიდროქსილისაგან, კერძოდ, იგი აღვილად შედის სპირტებთან რეაქციაში (მშრალი HCl-ის ვაგარების პირობებში) და წარმოქმნის ნაერთს, რომელსაც გლიკოზიდი ეწოდება. ამის გამო, ნახევარაცეტალურ პიდროქსილს გლიკოზიდურ პიდროქსილსაც უწოდებენ. გლიკოზიდის მთლეკულაში ნახშირწყალბადის რადიკალი (R) მარტივეთერული ბმით არის დაკავშირებული მონოსაქარილის ნაშთთან, მაგრამ მარტივი ეთერისაგან განსხვავებით, გლიკოზიდი აღვილად პიდროლიზდება შეკვე არეში (გუტეებისაღმი კი მდგრადია) ისევე ვლუკომბსა და სპირტის წარმოქმნით. ამრიგად, მონოსაქარილის მთლეკულაში არსებული აქტიური პიდროქსილის ჯგუფი გლიკოზიდური პიდროქსილია:

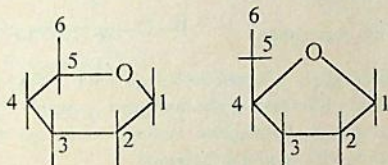


მონოსაქარიდების ციკლურ ფორმულაში პირველი ნახშირბადატომი ასიმეტრიული ხდება და მასთან დაკავშირებული ჰიდროქსილის ჯგუფის სხვადასხვა მდებარეობა განაპირობებს α - და β -იზომერის წარმოქმნას. D-კონფიგურაციის მონოსაქარიდებში პირველ ნახშირბადატომთან გლიკომიდური ჰიდროქსილი თუ მოთავსებულია მარჯვნივ, ასეთ იზომერს α -იზომერი ეწოდება, ხოლო თუ მოთავსებულია მარცხნივ – β -იზომერი. α და β იზომერებს ანომერებს უწოდებენ.

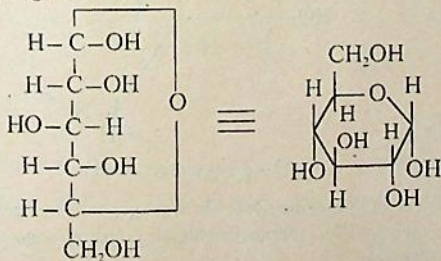
ანომერები დიასტერეომერებია და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიკური თვისებებით. α -D-გლუკოზის ხსნარი პოლარიზაციის სიბრტყეს აბრუნებს $+119^\circ$, ხოლო β -D-გლუკოზის ხსნარი აბრუნებს $+19^\circ$. ხსნარში α და β იზომერებს შორის მყარდება ტაუტომერული წონასწორობა და ნარევის ბრუნვის კუთხე $+52,5^\circ$ -ის ტოლი ხდება. მოვლენას, როდესაც მონოსაქარიდის ახლად დამ-

ზადებული ხსნარის ბრუნვის კუთხე თანდათანობით იცვლება და გარკვეული დროის შემდეგ მუდმივ სიდიდეს აღწევს, მუგაროტაცია ეწოდება. მუგაროტაცია გამოწვეულია α და β ფორმების იზომერიზაციით.

მონოსაქარიდების ციკლურ ფორმულებს ინგლისელი ქიმიკოსის პეუორსის მიხედვით გამოსახავენ პერსპექტიული ფორმულების სახით. ექვსწევრიან ციკლებს გამოსახავენ პირანოზული და ხუთწევრიან ციკლებს – ფურანოზული ციკლის სახით:

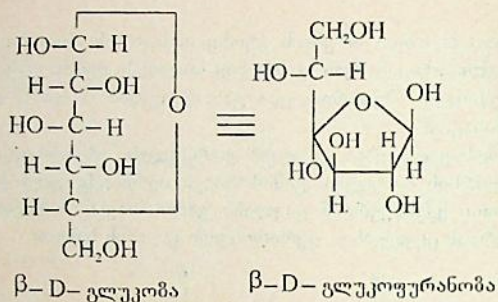


ფიშერის პროექციული ფორმულიდან პეუორსის პერსპექტიული ფორმულის შესადგენად საჭიროა ის აგომთა ჯგუფი, რომელიც პროექციულ ფორმულაში დგას მარჯვნივ, პერსპექტიულ ფორმულაში დაეწერთ ქვევით, ხოლო პროექციულ ფორმულაში მარცხნივ მოთავსებული ჯგუფები დაეწერთ ზევით. ეს წესი არ ეხება იმ ნახშირბადატომს, სადაც იკვრება ციკლი (მე-4 ან მე-5 ნახშირბადატომს):

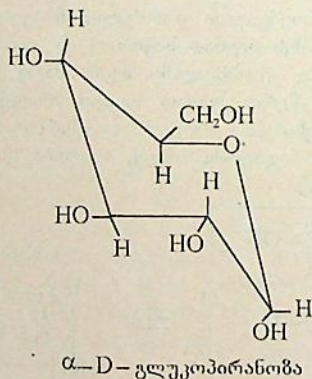


α -D-გლუკოზა

α -D-გლუკოპირანოზა



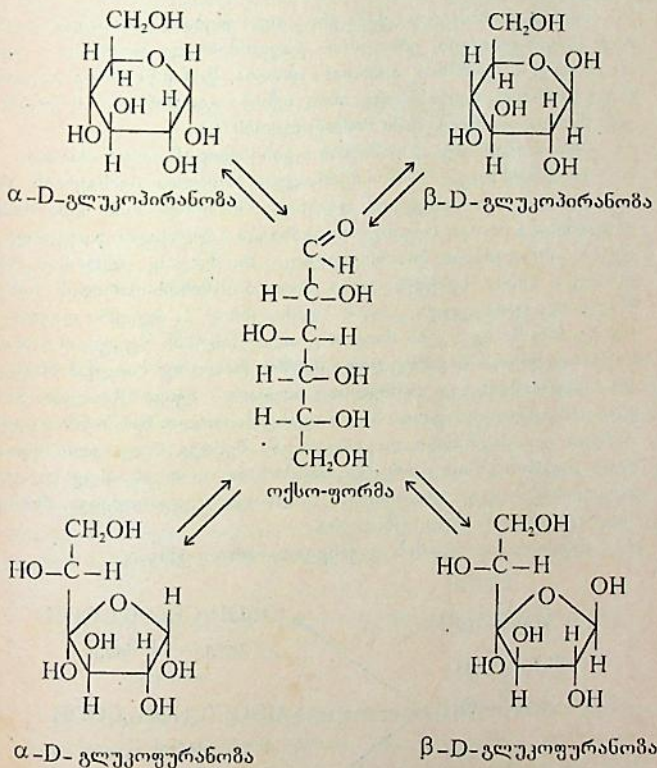
პეუორსის ფორმულა გულისხმობს ციკლის ბრტყელ აღნაგობას, რაც ნაწილობრივ სწორია ფურანოზული ციკლის შემთხვევაში. პირანოზული ციკლი კი სიერციითი აღნაგობისაა და ძირითადად არსებობს „სავარძლის“ ფორმის სახით:



ამრიგად, მონოსაქარიდების ის თვისებები, რომლებიც ოქსო-ფორმულით ვერ აიხსნა, კარგად იხსნება ციკლური და ოქსო-ფორმების გაუტომერით.

მაშასადამე, მონოსაქარიდები მრავალაგომიანი ალდეჰიდ- ან კეტონსპირტების ციკლური ნახევარაცეტალებია, რომლებიც ხსნარში ოქსო-ფორმასთან გაუტომერულ წონასწორობაში იმყოფებიან.

გლუკოზის წყალხსნარი ოთახის ტემპერატურაზე შეიცავს 64% β-D-გლუკოპირანოზს, 36% α-D-გლუკოპირანოზს და დაახლოებით 0,02% ოქსო-ფორმას:



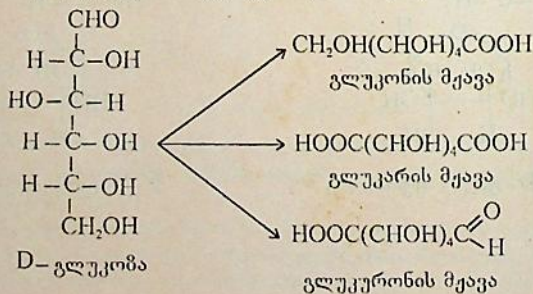
26.2 მონოსაქარიდების ქიმიური თვისებები

მონოსაქარიდების ქიმიური თვისებების განხილვის დროს ჩვენ ვისარგებლებთ ერთ-ერთი გაუგომერული ფორმით – ოქსო-ან ციკლური ფორმით. ამასთან, ცხადია, წონასწორობა გაუგომერულ ფორმებს შორის მთლიანად იქნება გადახრილი იმ ფორმისაკენ, რომელიც რეაქციაში მონაწილეობს.

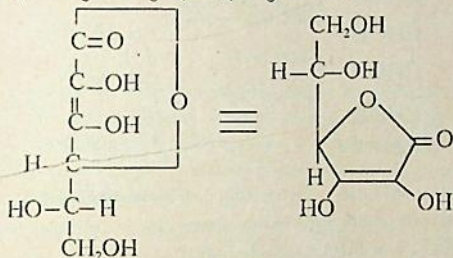
მონოსაქარიდების ქიმიური თვისებებიდან აღსანიშნავია:

1) **დაქანგვა.** მონოსაქარიდები ადვილად იქანგებიან. ამასთან, პირობების მიხედვით დაქანგვა მიმდინარეობს სამი მიმართულებით: 1. სუსტი დაქანგვით იქანგება ალდეჰიდის ჯგუფი და მიიღება ერთფუძიანი ჰიდროქსიმევა, რომელსაც ალდონის მევა ეწოდება (მისი სახელწოდება მიიღება მონოსაქარიდის სახელწოდებაზე დაბოლოება „ონის“ დამატებით). 2. ძლიერი დაქანგვით (მევე არეში) იქანგება როგორც ალდეჰიდების ჯგუფი, ისე ბოლო ნახშირბადატომის პირველადი ჰიდროქსილი და მიიღება ორფუძიანი ჰიდროქსიმევა, რომელსაც ალდარის მევა ეწოდება. 3. თუ ვლიკომიდს დაქანგავთ, მაშინ იქანგება ბოლო ნახშირბადატომის პირველადი ჰიდროქსილი. დაქანგვის შემდეგ მიღებული პროდუქტის ჰიდროლიზით პირველ ნახშირბადატომთან ისევ აღდგება ალდეჰიდის ჯგუფი და მიიღება ჰიდროქსიალდეჰიმევა, რომელსაც ალდურონის მევა ეწოდება.

ამრიგად, გლუკოზის დაქანგვით წარმოიქმნება:



ბიოლოგიური თვალსაზრისით, ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს „ურონის“ შეკვებს, რომელთა წარმოქმნა მიმდინარეობს ცხოველურ ორგანიზმში. „ონის“ შეკვებიდან აღსანიშნავია ასკორბინის შეკვა (ვიტამინი C), რომელიც „ონის“ შეკვას ლაქტონს წარმოადგენს და არსებობს ენდოელის ფორმით.

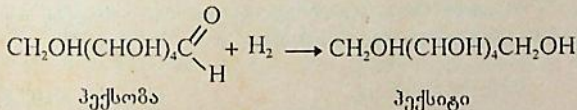


ლაქტონი

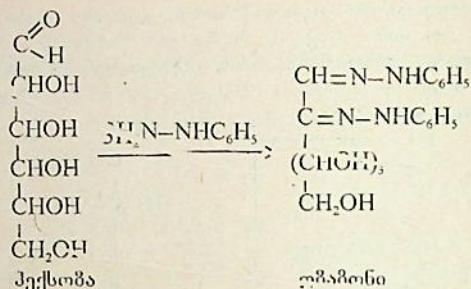
L-ასკორბინის შეკვა

ვიტამინ C-ს ნაკლებობა ორგანიზმში იწვევს სკორბუტით დაავადებას. ასკორბინის შეკვას დღე-ღამური მოთხოვნილებაა 50 მგ. ვიტამინი C ერთადერთი ვიტამინია, რომლის ჭარბი რაოდენობა ადამიანის ორგანიზმზე უარყოფითად არ მოქმედებს.

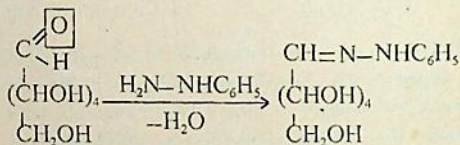
2) **აღდგენა.** მონოსაქარიდები ატომური წყალბადით ან მოლეკულური წყალბადითა და კატალიზატორის თანდასწრებით აღდგებიან მრავალატომიანი სპირტების წარმოქმნით. პენტოზები აღდგენით პენტიტებს წარმოქმნიან, ხოლო პექსოზები – პექსიტებს:



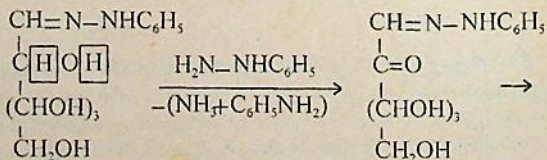
3) **რეაქცია ფენილჰიდრაზინთან.** მონოსაქარიდები ფენილჰიდრაზინთან წარმოქმნიან წყალში უხსნად, ყვითელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებებს, რომლებსაც ოზაზონები ეწოდებათ. ოზაზონის წარმოქმნა გამოყენებულია მონოსაქარიდების იდენტიფიკაციისათვის – სხვადასხვა მონოსაქარიდის ოზაზონის სხვადასხვა ლლობის გემპერატურა აქვს:

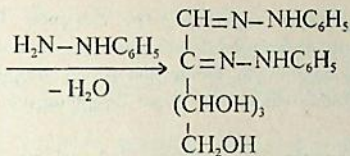


რეაქციის პირველ სტადიაზე მონოსაქარიდები, ალდეჰიდების მსგავსად, რეაგირებენ ერთ მოლეკულა ფენილჰიდრაზონთან და წარმოქმნიან ფენილჰიდრაზონებს:



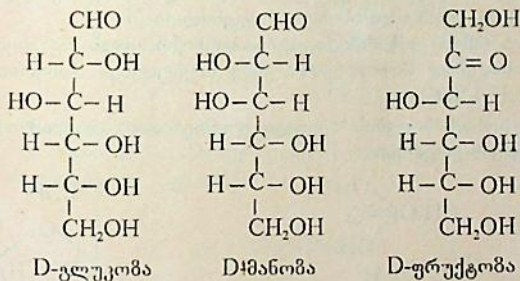
რეაქციის შემდეგ საფეხურზე ფენილჰიდრაზონზე მეორე მოლეკულა ფენილჰიდრაზონის მოქმედებით მეორე ნახშირბადატომის პიდროქსილი გადადის კეგონის ჯგუფში. რეაქციის მესამე საფეხურზე C-2-ის კეგონის ჯგუფთან კვლავ ურთიერთქმედებს ფენილჰიდრაზონი და წარმოიქმნება ობაზონი:





ოზაზონი

ისეთ დიასტერეოქომერებს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი ნახშირბადატომის (ჩვეულებრივად მეორე ნახშირბადის) კონფიგურაციით, ეპიმერები ეწოდება. ეპიმერები ერთნაირ ოზაზონებს წარმოქმნიან. ეპიმერებია D-გლუკოზა, D-მანოზა და D-ფრუქტოზა:



4) გუტეების მოქმედება. მონოსაქარიდები განზავებული გუტის ხსნარის მოქმედებით განიცდიან ეპიმერიზაციას. D-გლუკოზიდან წარმოიქმნება D-მანოზა, D-ფრუქტოზა და პირიქით. ეპიმერიზაცია მიმდინარეობს შუალედური, ენდიოლური ფორმის წარმოქმნით:



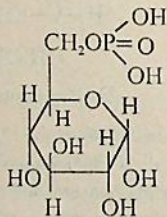
ეპიმერიზაცია მიმდინარეობს ცხოველთა ორგანიზმშიც ფერმენტების საშუალებით. ეპიმერიზაციის გამო D-გლუკოზა, D-მანოზა და D-ფრუქტოზა საკვებში ერთმანეთის შემცველი მონოსაქარიდებია.

5) **სპირტული თვისებები.** როგორც მრავალაგომიანი სპირტები, მონოსაქარიდები ჰიდროქსიდებთან წარმოქმნის ალკოჰოლატის ტიპის ნაერთებს, რომლებსაც საქარატები ეწოდება. მაგ., $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -თან წარმოქმნიან ლურჯი შეფერილობის სპილენძის საქარატს.

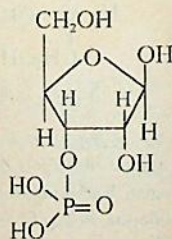
მონოსაქარიდები წარმოქმნის მარტივ და რთულ ეთერებს. ყველაზე ადვილად მარტივი და რთული ეთერების წარმოქმნაში მონაწილეობს ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილის ჯგუფი. ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილის ჩანაცვლების პროდუქტებს გლიკოზიდები ეწოდებათ, ხოლო მონოსაქარიდთან დაკავშირებულ რადიკალს – აგლიკონი. გლიკოზიდები ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. ისინი შედიან სხვადასხვა ეთერზეთების, ყვავილებისა და ხილის ნაყოფის საღებრების, მთრიმლაკე ნივთიერებების, ნუკლეინის მჟავებისა და სხვათა შედგენილობაში.

დანარჩენი ე. წ. სპირტული ჰიდროქსილიდან მარტივი ეთერების მისაღებად მონოსაქარიდებზე მოქმედებენ დიმეთილსულფატით $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$.

მონოსაქარიდების რთული ეთერებიდან აღსანიშნავია ფოსფორმეავს ეთერები:



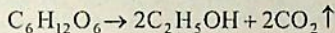
α -D-გლუკოზას-6-ფოსფატი



β -D-რიბოზას-3-ფოსფატი

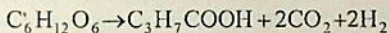
6) **მონოსაქარიდების დუღილი.** მონოსაქარიდების გახლეჩას მიკროორგანიზმების საშუალებით დუღილი ეწოდება. დუღილი ფერმენტული პროცესია და სხვადასხვა მიკროორგანიზმის გავლენით სხვადასხვა პროდუქტის წარმოქმნით მიმდინარეობს. არსებობს დუღილის რამდენიმე სახე, რომელითა სახელწოდება გახლეჩის საბოლოო პროდუქტის მიხედვით აღინიშნება:

1) სპირტული დულილი. სპირტულ დულილს განიცდის ისეთი



მონოსაქარიდები, რომელთა შედგენილობაში შედის სამის ჯერადი ნახშირბადატომები.

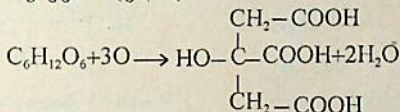
2) ერბოშეკაური დულილი მიმდინარეობს სხვადასხვა ანაერობული ბაქტერიებით:



3) რძეშეკაური დულილი:



4) ლიმონშეკაური დულილი:

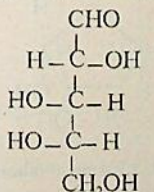


არსებობს დულილის სხვა სახეებიც.

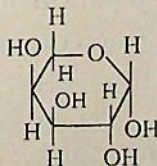
ცალკეული წარმომადგენლებიდან განვიხილავთ მნიშვნელოვან პენტოზებსა და ჰექსოზებს.

26.3 კენტიოზები

L-არაბინოზა ბუნებაში გავრცელებულია L(+) არაბინოზას სახით. გვხვდება ალუბლის წებოში, გუმიარაბიკში, ჭარხალში, კრისტალურ მდგომარეობაში მას პირანოზული აღნაგობა აქვს:



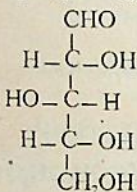
L-არაბინოზა



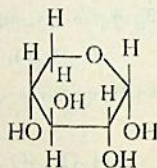
α -L-არაბოპირანოზა

არაბინოზა ფერმენტულ დუღილს არ განიცდის და ცხოველის ორგანიზმში მას ვერ ითვისებს. არაბინოზას დაქანგვით მიიღება არაბონის მკაეა, ხოლო ალდგენით – ხუთაგომიანი სპირტი – არაბიტი.

D-ქსილოზა, ანუ ხის შაქარი, ბუნებაში გავრცელებულია ქსილანების სახით, რომელიც შედის ჩალის, ხის ნახერხის, მშესუმზირას ჩენჩოს, სიმინდის გაროს შედგენილობაში. იგი ფერმენტულ დუღილს არ განიცდის და ცხოველის ორგანიზმში მას ვერ ითვისებს. კრისტალურ მდგომარეობაში აქვს პირანოზული აღნაგობა:



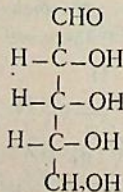
D-ქსილოზა



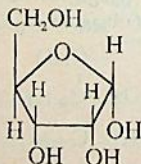
α -D(+) ქსილოპირანოზა

ქსილოზა დაქანგვით წარმოქმნის ქსილონის მკაევას, ხოლო ალდგენით – ხუთაგომიანი სპირტს – ქსილიტს. ქსილიტი საქაროზაზე ორჯერ უფრო ტკბილია, მაგრამ ადამიანის ორგანიზმში მას ვერ ითვისებს. ქსილიტი გამოყენებულია შაქრის ნაცვლად ღიაბეგით დაავადების შემთხვევაში.

D-რიბოზა. რიბოზას დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს. შედის ნუკლეინის მკაევების შედგენილობაში. არსებობს ფურანოზული ციკლის სახით:



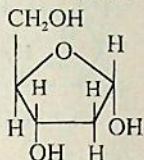
D-რიბოზა



α -D-რიბოფურანოზა

რიბოზა იქანგება და წარმოქმნის რიბონის მკაევას, ალდგენით კი – რიბიტს. ბუნებაში გავრცელებულია აგრეთვე დეზოქსირიბოფურა-

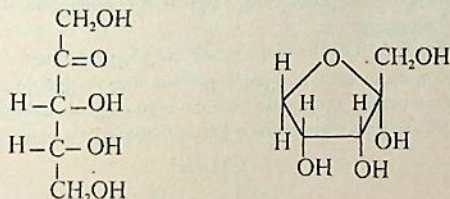
ნობა, რომელიც რიბოზას ისეთი ნაწარმია, რომელშიც მეორე ნახშირბადატომის ჰიდროქსილი ჩანაცვლებულია წყალბადატომით:



α -D-დემოქსირიბოფურანოზა

დემოქსირიბოფურანოზა შედის ნუკლეინის მკავების შედგენილობაში.

D-რიბულოზა. რიბულოზა ყველაზე გავრცელებული კეტოპენტოზაა. კრისტალურ მდგომარეობაში აქვს ფურანოზული აღნაგობა:

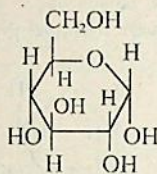


α -D-რიბულოფურანოზა

ბუნებაში რიბულოზა თავისუფალი სახით არ გვხვდება, მაგრამ ფოსფორმეკავა ეთერის სახით მონაწილეობს ნახშირწყლების მეტაბოლიზმის პროცესში, როგორც შუალედური პროდუქტი.

26.4 ჰემსოზები

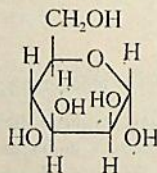
D-გლუკოზა. გლუკოზა ფართოდ გავრცელებული პექსოზაა. თავისუფალი სახით შედის მცენარეთა მწვანე ნაწილში, ხილში, ყურძნის წვენში, თაფლში. გლუკოზა ოლიგო და პოლისაქარიდების ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. კრისტალურ მდგომარეობაში იმყოფება გლუკოპირანოზული ფორმით:



α-D-გლუკოპირანოზა

იგი აღვილად განიცდის ყველა სახეობის დუღილს. დაჯანგვის შედეგად წარმოქმნის გლუკონის მჟავას, ხოლო აღდგენით – ექვსატომიან სპირტს – სორბიტს. სორბიტი ფართოდ არის გავრცელებული მცენარეებში. შედის ქლიავის, აგმის, ვაშლის, ალუბლის, მსხლისა და სხვა ხილის შედგენილობაში. სორბიტი გამოყენებულია შაქრიანი დიაბეტით დაავადების შემთხვევაში (როგორც საქაროზის შემცველი).

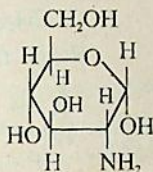
D-მანოზა. მანოზა ნაკლებად გავრცელებული მონოსაქარიანია. თავისუფალი სახით შედის ფორთოხლის ქერქში. მცენარეებში იგი ძირითადად გვხვდება პოლისაქარიდების სახით (მანანაში). კრისტალურ მდგომარეობაში აქვს პირანოზული აღნაგობა:



α-D-მანოპირანოზა

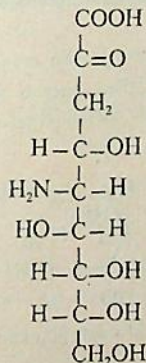
აღსანიშნავია, რომ α-D-მანოპირანოზა ტკბილია, ხოლო β-D-მანოპირანოზას მწარე გემო აქვს. მანოზა დაჯანგვით წარმოქმნის მანონის მჟავას, ხოლო აღდგენის შედეგად წარმოქმნის მანიტს. მანიტი ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. შედის მცენარეთა შედგენილობაში და ხშირად გამოიყოფა მცენარის ფესვებზე მყარი გამონაყოფის სახით. მანიტი შედის წყალმცენარეებში და სოკოებში. განსაკუთრებით ბევრია ზღვის კომბოსტოში (5-დან 20%-მდე).

ბუნებაში გავრცელებულია აგრეთვე ამინოშაქრები – მონოსაქარიდების ნაწარმები, სადაც მეორე ნახშირბადატომის პიკროქსილი ჩანაცვლებულია ამინის ჯგუფით. ამინოშაქრებიდან ვანსაკუთრებით აღსანიშნავია α -D-მანოზამინი – α -D-მანოპირანოზში ამინის ჯგუფის ჩანაცვლებით მიღებული ამინოშაქარი:



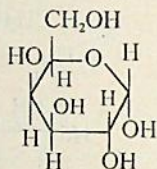
α -D-მანოზამინი

α -D-მანოზამინი შედის ბიოლოგიური თვალსაზრისით ღიდი მნიშვნელობის მქონე ნეირამინის მკაეაში, რომელიც თავისი სტრუქტურით მანოზამინისა და პიროყურძნის მკაეას კონდენსაციის პროდუქტია:



ნეირამინის მკაეა შედის მრავალ გლიკოპროტეიდში და სისხლის შედგენილობაში (0,62-0,73 გ/ლ).

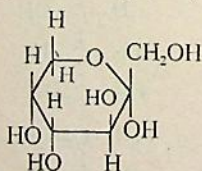
D-გალაქტოზა. გალაქტოზა თავისუფალი სახით იშვიათად ვხვდება ბუნებაში. ძირითადად იგი შედის რძის შაქრის შედგენილობაში. კრისტალურ მდგომარეობაში აქვს პირანოზული აღნაგობა:



α -D-გალაქტოპირანოზა

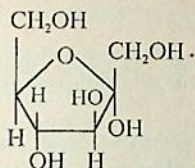
გალაქტოზა განიცდის მხოლოდ რქემკეაურ დუღილს. დაქანგვით წარმოქმნის გალაქტონის შეკვას, აღდგენით კი - დუღციგს. დუღციგი შედის მცენარეთა მშრალი გამონაყოფის შედგენილობაში. მაგალითად, ე. წ. „მადაგასკარის მანა“, რომელიც ზოგიერთი მცენარის ფესვებზე გამოიყოფა გამომშრალი გამონაყოფის სახით, სუფთა დუღციგია.

D-ფრუქტოზა. ფრუქტოზა თავისუფალი სახით შედის თაფლის შედგენილობაში (50%), ხილის წვენში, კამიდორში და სხვა. თავისუფალი სახით აქვს პირანოზული აღნაგობა:



α -D-ფრუქტოპირანოზა

ფრუქტოზა შედის საქაროზის, ოლიგოსაქარიდ-რაფინოზის, რომელიც გალაქტოზილ-გლუკოზილ-ფრუქტოზილია და პოლისაქარიდ-ინულინის შედგენილობაში. ფრუქტოზა საქაროზას, რაფინოზასა და ინულინის შედგენილობაში შედის ფურანოზული ციკლის სახით:

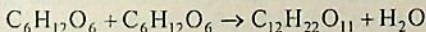


α - D - ფრუქტოფურანოზა

β -D-ფრუქტოპირანოზა უფრო გავრცელებულია, ვიდრე α -D-ფრუქტოპირანოზა. ფრუქტოზა ყველაზე გავრცელებულია ნახშირწყლებს შორის.

26.5 ოლიგოსაქარიდები. დისაქარიდები

ოლიგოსაქარიდებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა დისაქარიდებს აქვთ. დისაქარიდები ორი მოლეკულა მონოსაქარიდის ნაშთისაგან შედგება. მონოსაქარიდების ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება ორი მოლეკულა მონოსაქარიდიდან ერთი მოლეკულა წყლის გამოყოფის შედეგად:



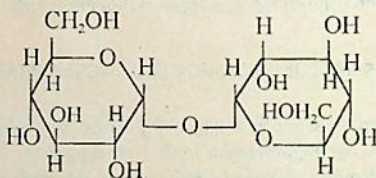
დისაქარიდების ზოგადი ფორმულაა $C_{12}H_{22}O_{11}$. ორი მოლეკულა მონოსაქარიდიდან წყლის გამოყოფის ორი რეალური გზა არსებობს:

1) ორი ნახევარაქეტალური პიდროქსილიდან და 2) ერთი ნახევარაქეტალური და ერთი, ჩვეულებრივ, მეოთხე ნახშირბადის სპირტული პიდროქსილიდან.

ორი ნახევარაქეტალური პიდროქსილიდან წყლის მოლეკულის გამოყოფით დამყარებულ ბმას გლიკოზიდურ-გლიკოზიდური ბმა ეწოდება, ხოლო ერთი ნახევარაქეტალური პიდროქსილიდან და ერთი სპირტული პიდროქსილიდან წყლის მოლეკულის გამოყოფით დამყარებულ ბმას - გლიკოზიდურ-გლიკოზური ბმა. გლიკოზიდურ-გლიკოზური ბმით დაკავშირებული დისაქარიდები შეიცავენ ერთ თავისუფალ ნახევარაქეტალურ პიდროქსილს და გააჩნიათ მონოსაქარიდების ყველა თვისება, სახელობრ: ა) ახასია-

ათებით მუტაროტაცია, ბ) ვერცხლის სარკის რეაქცია და ფელინგის ხსნარის აღდგენა, ამიტომ ამ გიპის დისაქარილებს აღმდგენი დისაქარილები ეწოდება.

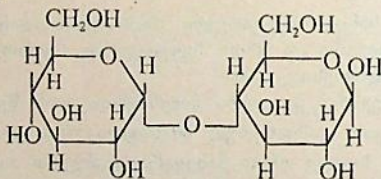
გლიკომიდურ-გლიკომიდური ბმით დაკავშირებული დისაქარილები თავისუფალ ნახევარაქცეზალურ ჰიდროქსილს არ შეიცავენ და ეს თვისებები არა აქვთ, ამიტომ მათ არააღმდგენი დისაქარილები ეწოდება. არააღმდგენი დისაქარილების უმარტივესი წარმომადგენელია გრეპალოზა, ანუ სოკოს შაქარი:



გრეპალოზა

ამიტომ არააღმდგენ დისაქარილებს გრეპალოზის გიპის დისაქარილებს უწოდებენ. არააღმდგენი დისაქარილებია გრეპალოზა და საქაროზა:

აღმდგენი დისაქარილების უმარტივესი წარმომადგენელია მალტოზა, ანუ ალაოს შაქარი:



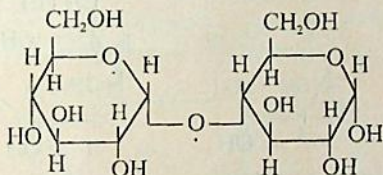
მალტოზა

ამიტომ აღმდგენ დისაქარილებს მალტოზის გიპის დისაქარილებს უწოდებენ.

მალტოზის გიპის, ანუ აღმდგენი დისაქარილების წარმომადგენელია მალტოზა, ცელობიოზა და რძის შაქარი.

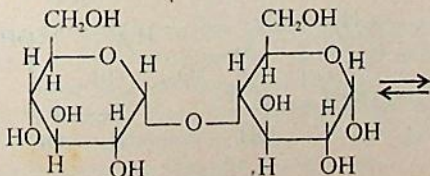
26.6 აღმღებნი დისაქარიდები

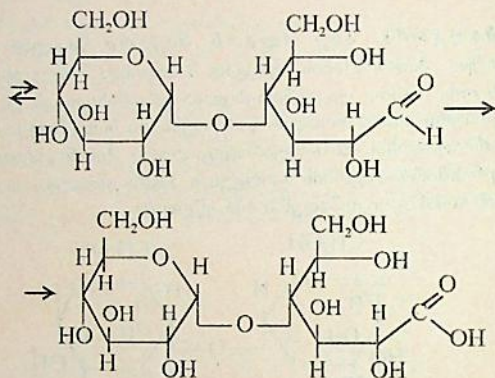
მალტოზა, ანუ ალათს შაქარი მიიღება სახამებლის არასრული ჰიდროლიზის შედეგად. მალტოზის მოლეკულაში D-გლუკოზის ორი ნაშთი დაკავშირებულია ერთმანეთთან გლიკოზიდურ-გლიკოზური ბმით, რომლის წარმოქმნაში მონაწილეობს პირველი ნახშირბადატომის α -ნახევარაყვადიური ჰიდროქსილისა და მეორე ნახშირბადატომის სპირტული ჰიდროქსილის ჯგუფი, ამიტომ ამ ბმას α -1,4 გლიკოზიდური ბმა ეწოდება:



მალტოზა

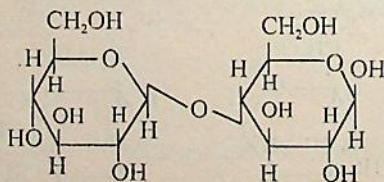
საერთაშორისო ნომენკლატურით აღმღენი დისაქარიდები იკითხება როგორც გლიკოზიდ-გლიკოზა. მალტოზა საერთაშორისო ნომენკლატურით წაიკითხება როგორც გლუკოზა, სადაც ჩანაცვლებულია მეორე მოლეკულა გლუკოზის რადიკალი. მალტოზას 4(α -D-გლუკოპირანოზიდ)-D-გლუკოზა ეწოდება. მალტოზის მოლეკულაში შედის ერთი ნახევარაყვადიური ჰიდროქსილი და გააჩნია მონოსაქარიდების ყველა თვისება; იყანგება და წარმოქმნის მალტოზოზის მჟავას. დაეანგვას წინ უსწრებს D-გლუკოზის იმ ნაშთის დეციკლიზაცია, სადაც ნახევარაყვადიური ჰიდროქსილია შენარჩუნებული.





მაღლობა განიცდის ფერმენტულ დუღილს.

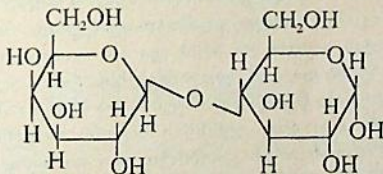
ცელობიოზა მიიღება ცელულოზის ნაწილობრივი ჰიდროლიზით. ცელობიოზის მოლეკულა შედგება D-გლუკოზის ორი ნაშთისაგან. მაღლობისაგან განსხვავებით, ცელობიოზის მოლეკულაში D-გლუკოზის ორი მოლეკულის ნაშთი დაკავშირებულია ერთმანეთთან გლიკოზიდურ-გლიკოზური ბმით, რომლის წარმოქმნაში მონაწილეობს ერთი მოლეკულა გლუკოზის, β-ნახევარაქეცეალური ჰიდროქსილისა და მეორე მოლეკულა გლუკოზის მეოთხე ნახშირბადის სპირტული ჰიდროქსილის ჯგუფები, ამიტომ ამ ბმას β-1,4-გლიკოზიდური ბმა ეწოდება:



ცელობიოზა

საერთაშორისო ნომენკლატურით ცელობიოზა 4(β-D-გლუკოპირანოზილ)-D-გლუკოზაა. ცელობიოზა თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა. ტკბილი გემო არა აქვს და მალგოზისაგან განსხვავებით დუღილს არ განიცდის. ადამიანის ორგანიზმში მას ვერ ითვისებს.

ლაქტოზა, ანუ რძის შაქარი შედის რძის შედგენილობაში. ძროხის რძე შეიცავს 4-5,5%, ხოლო ქალის რძე 5,5-8,4% ლაქტოზას. ლაქტოზის მოლეკულა შედგება D-გლუკოზისა და D-გალაქტოზის ნაშთისაგან. ბმა მათ შორის მყარდება β-D-გალაქტოზის ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილისა და D-გლუკოზის მე-4 ნახშირბადის სპირტული ჰიდროქსილის ჯგუფებიდან წყლის გამოყოფით:



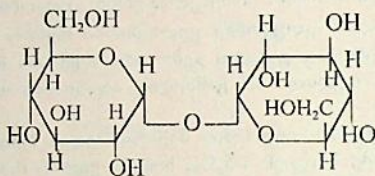
ლაქტოზა

საერთაშორისო ნომენკლატურით ლაქტოზა 4(β-D-გალაქტოპირანოზილ)-D-გლუკოზაა.

ლაქტოზა საქაროზაზე ნაკლებად ტკბილია. გამოყენებულია ჩვილი ბავშვების საკვებად. სპირტულ დუღილს არ განიცდის, მაგრამ ახასიათებს რძემჟავური დუღილი.

26.7 არააღმდგენი დისაქარიდები

არააღმდგენი დისაქარიდების წარმომადგენელია ტრეჰალოზა, ანუ სოკოს შაქარი. ტრეჰალოზა შედგება D-გლუკოზის ორი ნაშთისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია გლიკოზიდურ-გლიკოზიდური ბმით, რომლის წარმოქმნაში მონაწილეობს გლუკოზის ორივე ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილი. ამ ბმას α,α-1,1 გლიკოზიდურ-გლიკოზიდური ბმა ეწოდება:



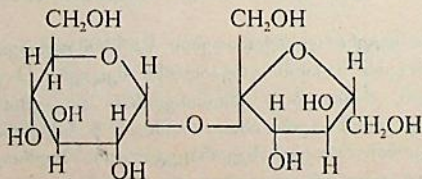
გრეპალოზა

საერთაშორისო ნომენკლატურით არააღმღგენი დისაქარიდები იკითხება როგორც გლიკოზიდ-გლიკოზიდი. გრეპალოზის სახელწოდებაა 1(α-D-გლუკოპირანოზიდ)-α-D-გლუკოპირანოზიდი.

გრეპალოზის მოლეკულაში თავისუფალი ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილის ჯგუფი არ არის და არ ახასიათებს არც ვერცხლის სარკის რეაქცია და არც ფელისგის სხნარის აღდგენა. გრეპალოზა შედის სოკოების, წყალმცენარეების და სხვათა შედგენილობაში.

საქაროზა, ანუ ლერწმის შაქარი ან ჭარხლის შაქარი უძველესი დროიდან არის ცნობილი. იგი ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. შაქრის ლერწმისა და შაქრის ჭარხლის გარდა გვხვდება სხვა მცენარეთა შედგენილობაშიც. საქაროზას ლებულობენ შაქრის ლერწმისა და შაქრის ჭარხლიდან.

საქაროზას მოლეკულა შედგება α-D-გლუკოზისა და β-D-ფრუქტოზის ნაშთისაგან. α-D-გლუკოზა შედის პირანოზული ფორმით, ხოლო β-D-ფრუქტოზა – ფურანოზული ფორმით. ბმა მათ შორის მყარდება α-D-გლუკოპირანოზისა და β-D-ფრუქტოფურანოზის ნახევარაცეტალური ჰიდროქსილიდან წყლის გამოყოფით. ამ ბმას α,β-1,2 გლიკოზიდურ-გლიკოზიდური ბმა ეწოდება:



საქაროზა

საერთაშორისო ნომენკლატურით საქარომის სახელწოდებაა 2(α-D-გლუკოპირანოზილ)-β-D-ფრუქტოფურანოზიდი. სხვა დისაქარიდებისაგან განსხვავებით, საქაროზა ადვილად განიცდის პიდროლიზს ფრუქტოზის არამდგრადი, ხუთწევრიანი ფურანოზული ციკლის არსებობის გამო. პიდროლიზის შედეგად წარმოიქმნება D-გლუკოზისა და D-ფრუქტოზის ნარევი. საქაროზას წყალხსნარის კუთრი ბრუნვის კუთხე +66,5°-ია, პიდროლიზის შედეგად მიღებული D-გლუკოზის კუთრი ბრუნვის კუთხე ხსნარში +52,5°-ია, ხოლო D-ფრუქტოზის ბრუნვის კუთხე უდრის -92°. საქაროზის მარჯვნივ მბრუნავი ხსნარი (+66,5°) პიდროლიზის შემდეგ აბრუნებს მარცხნივ -39,5° (-92 + 52,5 = -39,5°). ამ ოპტიკურ მოვლენას (ბრუნვის კუთხის შეცვლას) ინვერსია ეწოდება. გლუკოზისა და ფრუქტოზის გოლი რაოდენობის ნარევის კი - ინვერტული შაქარი. ბუნებრივი ინვერტული შაქარია თაფლი.

26.8 პოლისაქარიდები

პოლისაქარიდები არაშაქარმაგვარი ნახშირწყლებია. წყალში ისინი არ იხსნება ან თუ იხსნება, წარმოქმნის კოლოიდურ ხსნარებს და აღარ აქვს ტკბილი გემო. ბუნებაში გავრცელებული პოლისაქარიდები წარმოადგენენ პენგოზების ან პექტოზების პოლიკონდენსაციის პროდუქტებს, რომლებსაც შესაბამისად პენგოზანები და პექსოზანები ეწოდება. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვთ პექსოზანებს: სახამებელს, გლიკოგენსა და ცელულოზას.

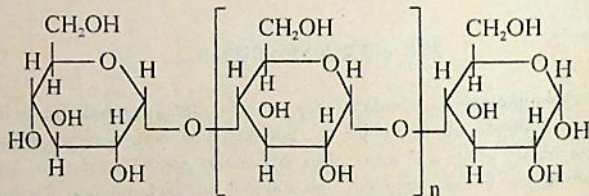
სახამებლის, გლიკოგენისა და ცელულოზის მოლეკულა შედგება D-გლუკოპირანოზის ნაშთებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდება 1,4-გლიკოზიდური ბმების საშუალებით. მათი ზოგადი ფორმულაა $(C_6H_{10}O_5)_n$.

26.8.1 სახამებელი

სახამებელი ყველაზე მნიშვნელოვანი და ყველაზე გავრცელებული პოლისაქარიდია. იგი ფოტოსინთეზის საბოლოო პროდუქტია

და გროვდება მცენარის მარცვლებში, ღეროში, გუბერებში და სხვ. იგი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკვები პროდუქტია. სახამებელი თეთრი, ამორფული ფხვნილია, ცივ წყალში არ იხსნება, ხოლო ცხელ წყალში წარმოქმნის წებოვან მასას. სახამებლის ხსნარი პოლარიზაციის სიბრტყეს აბრუნებს მარჯვნივ.

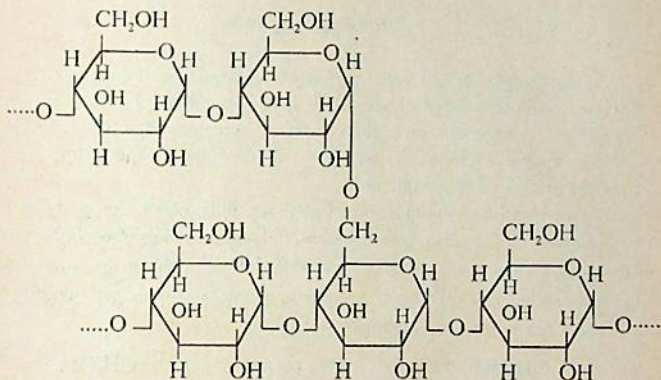
სახამებელი არაერთგვაროვანი ნივთიერებაა და შედგება ორი ნაწილისაგან: ამილოზისა და ამილოპექტინისაგან. ამილოზა სახამებლის 10-20% შეადგენს, ხოლო ამილოპექტინი – 80-90%. ამილოზა თბილ წყალში იხსნება, ხოლო ამილოპექტინს წყალში მხოლოდ გაჯირჯევის უნარი აქვს. ამილოზა იოლთან წარმოქმნის ღურჯ შეფერილობას; ხოლო ამილოპექტინი იოლთან წარმოქმნის სუსტ იისფერ შეფერილობას. ამილოზა შედგება α -1,4 გლიკოზიდური ბმებით ერთმანეთთან დაკავშირებულ D-გლუკოპირანოზის 300-1000 ნაშთისაგან და ხაზოვანი აღნაგობა აქვს:



ამილოზა

ამილოზა სპირალურად დახვეული მოლეკულაა. სპირალის შივნიტ რჩება არხი, რომლის დიამეტრია 0,5 ნმ. ამ არხში შესაძლებელია შესაბამისი ზომის მოლეკულის მოთავსება და წარმოქმნება ე. წ. კლაგრაგული, ანუ ჩართული ნაერთები. ასეთი ჩართული ნაერთია ამილოზის ნაერთი იოლთან.

ამილოპექტინს, ამილოზისაგან განსხვავებით, დატოცილი აღნაგობა აქვს და, გარდა α -1,4 გლიკოზიდური ბმებით დაკავშირებული D-გლუკოზის ნაშთებისა, შეიცავს α -1,6 ბმებით დაკავშირებულ D-გლუკოპირანოზის ნაშთებსაც. α -1,6 ბმების ადგილას ხდება ჯაჭვის განშტოება:



განშტოებიდან განშტოებამდე მოთავსებულია საშუალოდ 20-25 D-გლუკოპირანოზის ნაშთი. ამილოპექტინის მოლეკულაში D-გლუკოზის ნაშთის რაოდენობა გაცილებით მეტია და აღწევს 600-6000-მდე. განზავებულ შეკვებთან გაცხელებით ან ფერმენტების მოქმედებით სახამებელი განიცდის ჰიდროლიზს შემდეგი პროდუქტების წარმოქმნით:

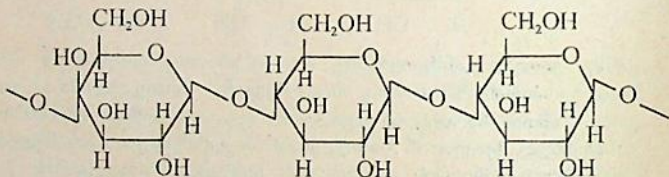
სახამებელი → ხსნადი სახამებელი → დექსტრინები →
→ მალტოზა → D-გლუკოზა

აღამიანის ორგანიზმში სახამებელი იშლება D-გლუკოზამდე, რომელიც შეიწოვება ორგანიზმის მიერ და ხმარდება მის ენერგეტიკულ მოთხოვნებს. ჭარბი გლუკოზა ორგანიზმში ინახება ე. წ. გლიკოგენის სახით. გლიკოგენი, ანუ ცხოველური სახამებელი სარეზერვო პოლისაქარიდია, გროვდება ღვიძლში და კუნთებში. მისი მოლეკულური მასა სახამებლის მასაზე მეტია და შეადგენს 5-15 მილიონს. თავისი აღნაგობით იგი კიდევ უფრო დატოტვილია, ვიდრე ამილოპექტინი. გლიკოგენის მოლეკულაში განშტოებიდან განშტოებამდე საშუალოდ 8-12 გლუკოპირანოზის ნაშთია მოთავსებული. გლიკოგენს აღნაგობით ჰგავს სიმინდის სახამებელი. გლიკოგენი იოდთან იძლევა წითელ შეფერილობას.

26.8.2 ცელულოზა

ცელულოზა მცენარის უჯრედის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია. დიდი რაოდენობით არის ხის ნახერხში (5-70%), ბამბა და ფილტვის ქაღალდი თითქმის სუფთა ცელულოზაა (95%). ცელულოზა შედის მრავალი საკვები პროდუქტის შედგენილობაშიც (კარტოფილში, ბოსტნეულში).

ცელულოზა, სახამებლის მსგავსად, შედგება D-გლუკოზის ნაშთებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან 1,4-გლიკოზიდური ბმებით არიან დაკავშირებულნი, მაგრამ სახამებლისგან განსხვავებით, D-გლუკოზის ნაშთები ერთმანეთს უკავშირდებიან β -1,4-გლიკოზიდური ბმებით და მას ხაზოვანი აღნაგობა აქვს:



ცელულოზის მოლეკულაში D-გლუკოპირანოზის ნაშთის რაოდენობა იცვლება 2500-12000-მდე.

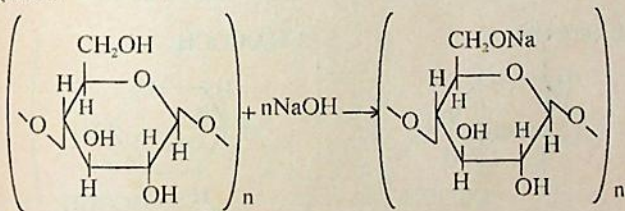
ცელულოზის ძაფისებრი მაკრომოლეკულები წყალბადური ბმების საშუალებით ერთიანდებიან და წარმოქმნიან ბოჭკოს. წყალბადური ბმების დიდი რაოდენობა განაპირობებს ბოჭკოს დიდ მექანიკურ მდგრადობას. ამიგომ მას ღნობის გემპერაგურა არა აქვს. პაერზე ვახურებით იშლება. წყალში და ორგანულ გამხსნელებში არ იხსნება, ქიმიური თვისებების მიხედვითაც იგი საკმაოდ მდგრადი ნაერთია. მინერალურ მკავებთან დუღილით განიცდის პიდროლიზს და წარმოქმნის შემდეგ პროდუქტებს:

ცელულოზა \rightarrow ამილოიდი \rightarrow ცელობიოზა \rightarrow D-გლუკოზა

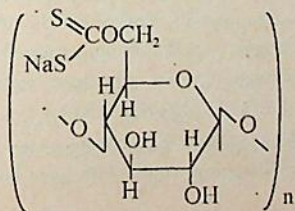
ამილოიდი ნაწილობრივ პიდროლიზებული ცელულოზაა და წარმოიქმნება პერგამენტის დამზადების დროს კონცენტრირებულ H_2SO_4 -ში ცელულოზის ხანმოკლე მოთავსებისას.

აღამიანის ორგანიზმში ცელულოზის ჰიდროლიზი არ მიმდინარეობს, ხოლო მცონხავე ცხოველების კუჭში ადგილი აქვს ცელულოზის გახლეჩას სპეციფიკური ბაქტერიების საშუალებით, რომლებიც გამოიმუშავენ ფერმენტ ცელულოზას.

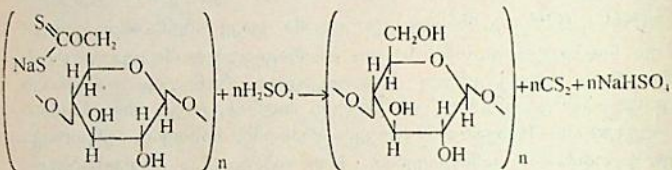
ცელულოზა იხსნება ე. წ. შვეიცერის რეაქტივში, რომელიც $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -ის ხსნარს წარმოადგენს ამიაკში. შვეიცერის რეაქტივში $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ გახსნილი ცელულოზა შეავე არეში ისევ გამოიყოფა ჰიდრატცელულოზის სახით. ჰიდრატცელულოზა ცელულოზის ერთ-ერთი სტრუქტურული მოდიფიკაციაა, რომელიც ბუნებრივი ცელულოზის გადამუშავებით მიიღება. ჰიდრატცელულოზის მაკრომოლეკულაში შემავალი D-გლუკოპირანოზის ნაშთები, ბუნებრივი ცელულოზისაგან განსხვავებით, ერთ სიბრტყეშია მოთავსებული. ცელულოზიდან გექნიკაში იღებენ აგრეთვე ვისკოზურ აბრეშუმს, რისთვისაც ცელულოზას ამუშავებენ ტუტით. ტუტე რეაქციაში შედის მეექვსე ნახშირბადატომის ჰიდროქსილის ჯგუფთან, რომელიც ყველაზე მკავეური ბუნებისაა და წარმოქმნის ალკალიცელულოზას:



ალკალიცელულოზაზე შემდეგ გოგირდნახშირბადის CS_2 მოქმედებით წარმოიქმნება ცელულოზის ქსანთოგენატი:

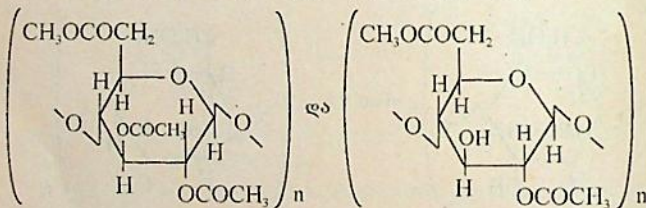


ქსანთოგენაგს სსნიან გუგის განზავებულ სსნარში და იღებენ ე. წ. ვისკომას. ვისკომის სსნარის წვრილი ნაკადი, ვიწრო ხერხელებში, ე. წ. ფილიერებში გატარების შემდეგ გაიელის განზავებულ მეკვას სსნარს, სადაც ქსანთოგენაგი იშლება და გამოიყოფა ჰიდრატცე-
ლულომა ძაფების სახით:



ვისკომის სსნარი გამოყენებულია ცელოფანის დასამზადებლად, რომელიც ფართოდ გამოიყენება პროდუქტების შესაფუთად.

ცელულოზის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ძმარმეკვას სრული და არასრული ეთერი – ტრიაცეტილ და დიაცეტილ ცელულოზა:



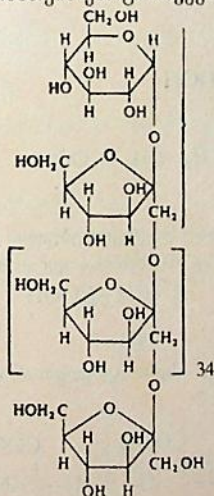
აეცეტილცელულოზა გამოყენებულია აცეგატური აბრეშუმის, უწვა-
ლი კინოფირების, პლასტმასებისა და სხვათა დასამზადებლად.

ცელულოზა ამოგმეკვასთან წარმოქმნის სრულ და არას-
რულ ამოგმეკვას ეთერებს. ტრინიტროცელულოზა-პიროქსილინი
[C₆H₇O₂(ONO₂)₃]_n გამოყენებულია უკვამლო ღენტის წარმოება-
ში. დინიტროცელულოზა [C₆H₇O₂(OH)(ONO₂)₂]_n – კოლოქსილინი
გამოყენებულია ნიტროლაქების დასამზადებლად. კოლოქსილინი-
სა და ქაფურისაგან დამზადებულ იქნა პირველი სინთეზური პლას-
ტმასა – ცელულოიდი.

26.9 ჰეტეროპოლისაქარიდები

ჰეტეროპოლისაქარიდებს ეკუთვნის სხვადასხვა მონოსაქარიდებისაგან წარმოქმნილი პოლისაქარიდები. ჰეტეროპოლისაქარიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ინულინი.

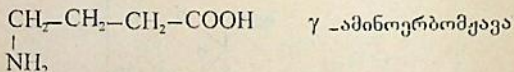
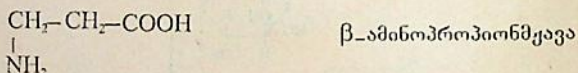
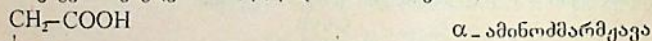
ინულინი ძირითადად ფრუქტოზის პოლიკონდენსაციის პროდუქტია, რომლის ფორმულაა $(C_6H_{10}O_5)_n$. იგი პირველად გამოიყოფილ იქნა მცენარე კოლმუხოდან (*Inula helenium*). გვხვდება გეორჯინას ბოლქვებში (10-12%), ციკორიუმის ფესვებში (10%) და სხვ. ინულინი შედგება β -1,2 ბმებით დაკავშირებულ D-ფრუქტოფურანოზის 34-42 ნაშთისაგან, რომლის ბოლოში დაკავშირებულია D-გლუკოპირანოზი. ინულინი არააღმდგენელი პოლისაქარიდია, ცივ წყალში ცუდად იხსნება, ცხელ წყალში კი - კარგად. იოლთანს არ იძლევა შეფერილობას. შემეყებულ წყალთან გაცხელებით ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს. ცხოველებისა და ადამიანის ორგანიზმში მას ადვილად ითვისებს და ამიგომ ინულინის შემცველი მცენარეები ცხოველებისათვის კარგი საკვებია.



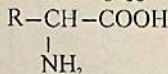
27. ამინომჟავები

ამინომჟავები კარბონმჟავათა ნაწარმებია, სადაც რადიკალის წყალბადი ჩანაცვლებულია ამინის (NH_2) ჯგუფით. ამინომჟავების ზოგადი ფორმულაა $\text{R}(\text{NH}_2)_n(\text{COOH})_m$. კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ – ერთ, ორ და მრავალჯგუფიან ამინომჟავებს ($m = 1, 2, 3, \dots$), ხოლო ამინის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით – მონოამინო, დიამინო და ა. შ. ამინომჟავებს ($n = 1, 2, 3, \dots$).

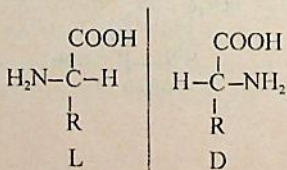
ამინის ჯგუფის მდებარეობის მიხედვით ერთჯგუფიან მონოამინომჟავებში ვხვდებით α , β , γ და ა. შ. იზომერებს.



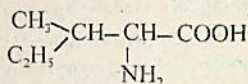
ბუნებაში ძირითადად გავრცელებულია α -ამინომჟავები (იმვითავე β -ამინომჟავები). α -ამინომჟავების ზოგადი ფორმულაა:



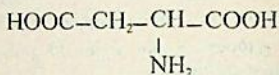
პირველი წევრის გარდა ისინი ვხვდებით ოპტიკური იზომერების სახით:



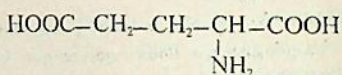
5) იზოლეიცინი



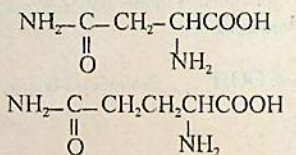
6) ასპარაგინის მჟავა



7) გლუტამინის მჟავა

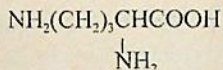


ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავები ბუნებაში გავრცელებულია ამილების სახით:

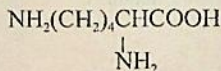


რომლებსაც შესაბამისად ასპარაგინი და გლუტამინი ეწოდებათ.

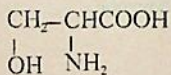
8) ორნითინი



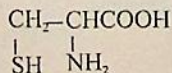
9) ლიზინი



10) სერინი



11) ცისტეინი

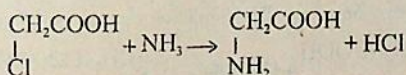


- 12) ცისტინი
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{S} - \text{S} - \text{CH}_2 \\ | \qquad \qquad | \\ \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \quad \text{H}_2\text{N} - \text{CH} - \text{COOH} \end{array}$$
- 13) თრეონინი
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CHCOOH} \\ | \qquad | \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$$
- 14) მეთიონინი
- $$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_2\text{CHCOOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$
- 15) ფენილანინი
- $$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CHCOOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$
- 16) ტიროზინი
- $$\begin{array}{c} \text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{CHCOOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

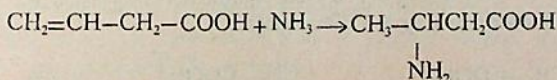
27.1 მიღების მეთოდები

ამინომჟაეები მიიღება:

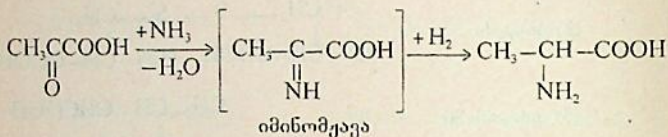
- 1) ცილოვან ნივთიერებათა პიდროლიზით,
- 2) პალტგენჩანაცვლებულ მჟაეებზე ამიაკის მოქმედებით:



- 3) უჯერ მჟაეებთან ამიაკის მიერთებით:



- 4) კეტონმჟაეების კატალიზური აღდგენით ამიაკის თანაობისას:



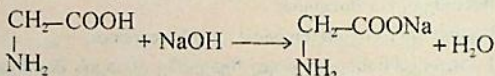
კეტონმჟავებზე ამიაკის მოქმედებით ჯერ მიიღება იმინომჟავა, რომელიც თავისუფალი სახით არ არსებობს. იმინომჟავას აღდგენით კი მიიღება ამინომჟავა.

α-ამინომჟავები უფრო, წყალში ხსნადი, კრისტალური ნივთიერებებია. გაცხელებით აღვილად იმლებიან.

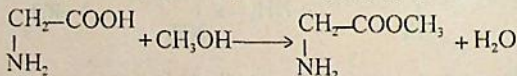
27.2 ზიმიური თვისებები

ამინომჟავების ქიმიური თვისებები განისაზღვრება მჟავე ბუნების კარბოქსილისა და ფუძე ხასიათის ამინოჯგუფის არსებობით, ამიტომ ამინომჟავებს გააჩნიათ როგორც მჟავას, ისე ფუძის დამახასიათებელი თვისებები.

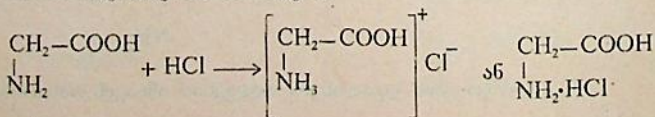
1. როგორც მჟავა, იგი შედის რეაქციაში: ა) ტუტეებთან და წარმოქმნის მარილებს:



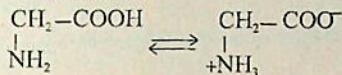
ბ) სპირტებთან და წარმოქმნის რთულ ეთერებს:



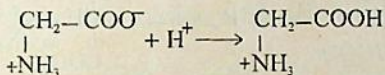
2. როგორც ფუძე, შედის რეაქციაში მჟავეებთან და წარმოქმნის ამონიუმის გიპის მარილებს:



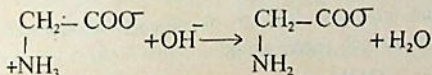
ამრიგად, ამინომჟავები ამჟოგერული ნივთიერებებია და ხსნარში არსებობენ ცვიტერ-იონის სახით:



სადაც კარბოქსილის პროტონი ამინის ჯგუფთან არის დაკავშირებული. ცვიტერ-იონი ხსნარის pH-ის მიხედვით დამუხტულია დადებითად ან უარყოფითად, მკავე არეში ცვიტერ-იონი დამუხტულია დადებითად:

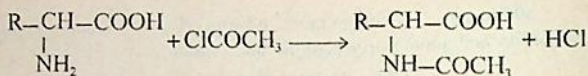


გუტე-არეში - უარყოფითად



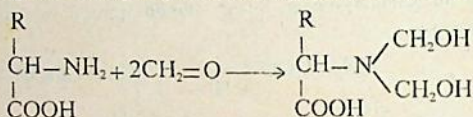
ამიგომ თუ ამინომჟავას გავხსნით ელექტროლიტის ხსნარში და დეხს გავატარებთ, მკავე არეში ამინომჟავა გადაადგილება კათოდისაკენ, ხოლო გუტე არეში - ანოდისაკენ. pH-ის რომელიღაც მნიშვნელობაზე ამინომჟავა არც კათოდისაკენ გადაადგილება და არც ანოდისაკენ, რადგან ამ დროს იგი იმყოფება ცვიტერ-იონის მდგომარეობაში. pH-ის იმ მნიშვნელობას, როცა ცვიტერ-იონი არ გადაადგილება ელექტროლებისაკენ, იზოელექტრული წერტილი ეწოდება და აღინიშნება pI. სხვადასხვა ამინომჟავას სხვადასხვა იზოელექტრული წერტილი აქვს. ამიგომ pH-ის მიხედვით ამინომჟავა სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილება ელექტროლებისაკენ. ამ პრინციპზე დამყარებულ ამინომჟავათა ნარევის დაყოფას ცალკეულ კომპონენტებად - ელექტროდენის გატარებისას - ელექტროფორეზი ეწოდება.

3. ამინის ჯგუფის აქტიური წყალბადის საშუალებით ამინომჟავები ურთიერთქმედებენ მკავეთა ქლორანჰიდრილებთან ან ანჰიდრილებთან და წარმოქმნიან N-აცილნაწარმებს:



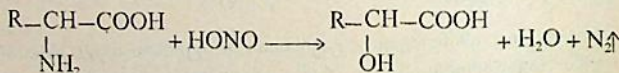
N-აცელნაწარმებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ პეპტიდების სინთეზის საქმეში.

4. ამინომჟავები ტუტე არეში შედიან რეაქციაში ფორმალდეჰიდთან და წარმოქმნიან ნაერთს, სადაც ამოგის ფუქე თვისებები ბლოკირებულია და იგი შეიძლება გაიტიტროს როგორც მჟავა:



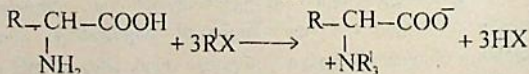
ამინომჟავების განსაზღვრის ამ მეთოდს მორენსენის მეთოდი ეწოდება.

5. ამინომჟავები შედიან რეაქციაში ამოგოვან მჟავასთან და გამოყოფენ თავისუფალ ამოგს:

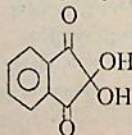


გამოყოფილი ამოგის მოცულობის მიხედვით რაოდენობრივად საზღვრავენ ამინომჟავას (ვან-სლაიკის მეთოდი).

6. ამინომჟავები ამინების მსგავსად ვანიცილიან ალკილირებას კალოგენალკილის მოქმედებით და წარმოქმნიან ბეგაინებს, რომლებსაც ცვიტერ-იონის აღნაგობა აქვთ:

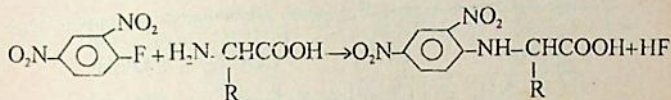


7. ამინომჟავები შედიან რეაქციაში ნინჰიდრინთან და წარმოქმნიან იისფრად შეღებილ ნაერთებს:



ნინჰიდრინის ამ თვისებით სარგებლობენ α -ამინომჟავების აღმო-
საჩენად.

8. ამინომჟავები შედიან რეაქციაში 2,4-დინიტროფთორბენ-
ზოლთან (სენგერის რეაქტივი) და ამინის აქტიური წყალბადი ინ-
აცვლება ბენზოლის დინიტრონაწარმით:

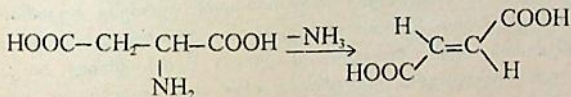


სენგერის რეაქტივი გამოყენებულია ცილის პირველადი სტრუქ-
ტურის დასადგენად.

9. ორგანიზმში (in vivo) α -ამინომჟავები განიცდიან: ა) ღება-
მინირებას; ბ) ვაღამინირებას და გ) დეკარბოქსილირებას.

ა) ღებამინირება პირობების მიხედვით არსებობს არაქანგვი-
თი, ქანგვითი და პიდროლიზური.

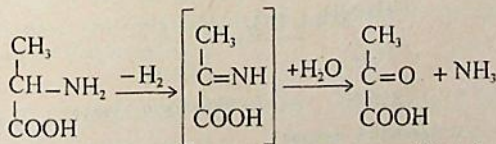
არაქანგვითი ღებამინირება მიმდინარეობს ბაქტერიებში:



ასპარაგინის მჟავა

ფუმარის მჟავა

ქანგვითი ღებამინირება მიმდინარეობს აერობულ პირობებში.
ჯერ მიიღება იმინომჟავა, რომელიც შემდეგ განიცდის პიდრო-
ლიზს:

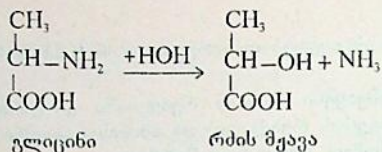


გლიცინი

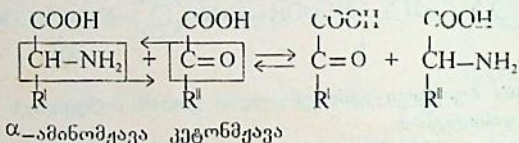
იმინომჟავა

პიროყურძნის მჟავა

პიდროლიზური ღებამინირება მიმდინარეობს ანაერობულ პი-
რობებში:

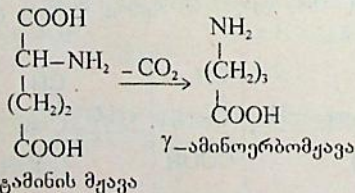


ბ) ცხდაა ამინოჰიდროლის მონაწილეობა ამინომჟავა და კეტონმჟავა:



დეამინირების შედეგად გამოყოფილი ამიაკი ორგანიზმიდან გამოიყოფა ან უშუალოდ (თევზების შემთხვევაში), ან შარდოვანას სახით (ძუძუმწოვრების შემთხვევაში), ან შარდის მჟავას სახით (ფრინველებისა და ქვეწარმავლების შემთხვევაში).

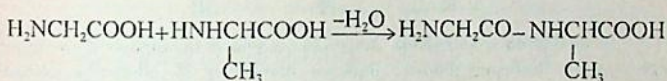
გ) დეკარბოქსილირება მიმდინარეობს ფერმენტ დეკარბოქსილაზას მეშვეობით. α -ამინომჟავების დეკარბოქსილირებას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ამ დროს წარმოქმნილ ზოგიერთ ამინს ფიზიოლოგიური აქტიურობა აქვს. ასე, მაგალითად, გლუტამინის მჟავა დეკარბოქსილირებით წარმოქმნის γ -ამინოვრომჟავას, რომელიც ბუნებრივი დაბამშვიდებელი ნივთიერებაა (გრან-ქელიზატორს):



γ -ამინოვრომჟავა შედის თავის გვინის შედეგნილობაში.

ლიზინისა და ორნიტინის დეკარბოქსილირებით წარმოიქმნება პეტომაინები - პეტრესცინი და კადავერინი ($H_2N(CH_2)_4NH_2$ და $NH_2(CH_2)_5NH_2$).

10. ამფოტერული ბუნების გამო α -ამინომჟავები შედიან ერთმანეთთან რეაქციაში და წარმოქმნიან პეპტიდებს:

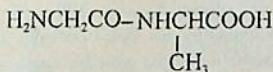


ორი ამინომჟავადან მიღებულ პეპტიდს დიპეპტიდი ეწოდება, მრავალი ამინომჟავადან მიღებულს - პოლიპეპტიდი. პეპტიდში ამინომჟავათა ნაშთები ერთმანეთთან დაკავშირებულია



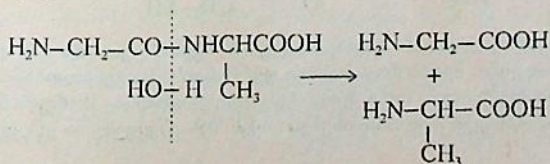
დაჯგუფებით, რომელსაც პეპტიდური, ანუ ამიდური ბმა ეწოდება.

პეპტიდების სახელწოდება იწარმოება ამინომჟავების სახელწოდებიდან. ის ამინომჟავა, რომელიც კარბოქსილის ჯგუფით შედის რეაქციაში, წაიკითხება როგორც რადიკალი, ხოლო ის ამინომჟავა, რომელიც ამინის ჯგუფით შედის რეაქციაში - როგორც ამინომჟავა. მაგალითად,



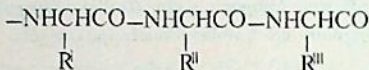
წაიკითხება როგორც გლიცინ-ალანინი.

პეპტიდური ბმა, რთულეთერული ბმის ანალოგიურად, ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს მჟავე ან ტუტე არეში და ისევ საწყისი ამინომჟავები წარმოიქმნება:



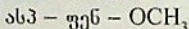
28. პოლიპეპტიდები

ე. ფიშერის (1902) თეორიის მიხედვით პოლიპეპტიდებს ხაზოვანი აღნაგობა აქვს, სადაც ამინომჟავები ერთმანეთს პეპტიდური ბმებით უერთდებიან. პოლიპეპტიდების აღნაგობა ზოგადად ასეთია:



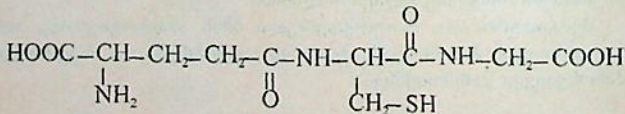
ე. ფიშერმა დაამუშავა პოლიპეპტიდების სინთეზის მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც შეძლო მხოლოდ 18 ამინომჟავასაგან შემდგარი პოლიპეპტიდის სინთეზი. უფრო მეტი ამინომჟავას დაკავშირება პოლიპეპტიდების ჯაჭვში მისი მეთოდით შეუძლებელი შეიქმნა. ამკამად პოლიპეპტიდების მიღებას ახორციელებენ მერი-ფილდის მეთოდით (1963). ამ მეთოდით მიღებულ იქნა ინსულინი და ფერმენტი რიბონუკლეაზა, რომელიც შედგება 124 ამინომჟავას ნაშთისაგან. მერიფილდის მეთოდი ავტომატიზებულია და რიბონუკლეაზას სინთეზი სამ კვირაში მთავრდება.

პეპტიდები გვხვდება ცოცხალ ორგანიზმში, სადაც ისინი ცილების დაშლის შუალედური პროდუქტებია. ზოგიერთ მათგანს დიდი მნიშვნელობა აქვს. მათ შორის აღსანიშნავია ასპარაგინის მჟავა და ფენილალანინის მეთილის ეთერის დიპეპტიდი,



რომელსაც ასპარტამი ეწოდება. იგი 200-ჯერ უფრო ტკბილია ჩვეულებრივ შაქართან შედარებით. მას სამრეწველო ხერხით იღებენ.

პეპტიდებიდან აღსანიშნავია გრიპეპტიდი გლუტატიონი (γ-გლუტამინილ-ცისტეინილ-გლიცინი):



იგი ფართოდ არის გავრცელებული მცენარეულ და ცხოველურ ქსოვილებში, შედის სხვადასხვა ფერმენტის შედგენილობაში.

აღმოჩენილია ორი პენტაპეპტიდი, რომელსაც მორფის მსგავსი ტკივილგამაყუჩებელი თვისებები აქვს. მას ენკეფალინი ეწოდება:

ტირ-გლუ-გლუ-ფენ-მეთიონინი

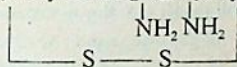
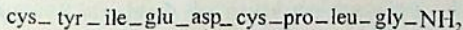
მეთ-ენკეფალინი

ტირ-გლუ-გლუ-ფენ-ლეიცინი

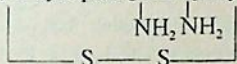
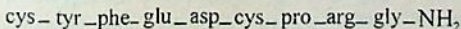
ლე-ენკეფალინი

ენკეფალინები წარმოიქმნება ორგანიზმში სხვადასხვა გამლი-
ზიანებლების მოქმედებით. ისინი ძალზე არამდგრადი ნაერთებია
და სწრაფად იშლებიან. ამჟამად მიღებულია მეთ-ენკეფალინის მო-
ლიფიცირებული ნაწარმი, რომელიც უფრო მეტი მდგრადობით გა-
მოირჩევა და მორფინთან შედარებით 20 ათასჯერ უფრო აქტიურია.

ოქსიგოცინი და ვაზოპრესინი პიპოფიზის პორმონებია. ოქსი-
გოცინი იწვევს საშვილოსნოს შეკუმშვას და რძის გამოყოფას, ვა-
ზოპრესინი კი განაპირობებს წყლის ბალანსის შენარჩუნებას ორ-
განიზმში. ოქსიგოცინი და ვაზოპრესინი შედგება 9 ამინომჟავას
ნაშთისაგან. აქედან 7 ამინომჟავა და დისულფიდური ხიდი ორივე
მემთხვევაში ერთნაირია:



ოქსიგოცინი

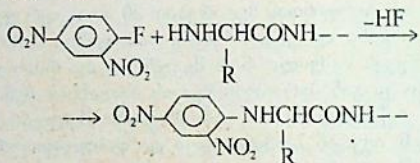


ვაზოპრესინი

1953 წ. დუ ვინიომ სინთეზურად მიიღო ჯერ ოქსიგოცინი და შემ-
დეგ - ვაზოპრესინი, რისთვისაც 1955 წ. ნობელის პრემია დაიმ-
სახურა.

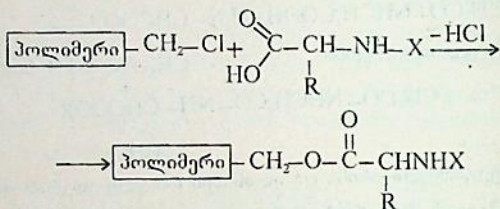
ინსულინი კუჭქვეშა ჯირკვლის პორმონია, რომელიც აკონ-
გროლებს გლუკოზის მეტაბოლიზმს ორგანიზმში. მისი ნაკლებობა
იწვევს შაქრიან დიაბეტს. ინსულინი შედგება A და B პოლიპეპტი-
დის ჯაჭვისაგან. A ჯაჭვი შედგება 21 ამინომჟავას ნაშთისაგან, B
კი - 30 ნაშთისაგან. ორი პოლიპეპტიდის ჯაჭვი ერთმანეთთან
დაკავშირებულია ორი დისულფიდური ხიდით. ინსულინში ამინომ-
ჟავათა თანამიმდევრობა, ანუ პირველადი სტრუქტურა პირველად
დაადგინა სენგერმა (1954). სენგერმა პოლიპეპტიდის ჯაჭვში ამი-

ნომკავათა ნაშთების თანამიმდევრობის დასადგენად გამოიყენა ქიმიური დესტრუქციის (გასლენის) მეთოდი, მან პოლიპეპტიდების დესტრუქცია ჩაატარა 2,4-დინიტროფთორბენზოლით, რომელსაც სენგერის რეაქტივი ეწოდება. ამინის ჯგუფი, რომელიც პოლიპეპტიდის თავშია მოთავსებული, შედის რეაქციაში სენგერის რეაქტივთან და აკავშირებს მას:

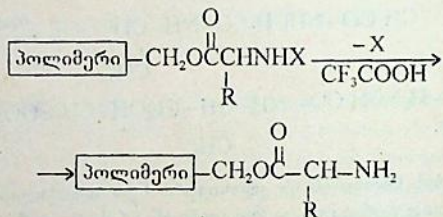


შემდგომი პიღროლიზით სენგერის რეაქტივი მოხლენს პოლიპეპტიდის თავში არსებულ ამინომკავას და ასე თანდათანობით ხდება ამინომკავების მოხლენა და იღენტიფიკაცია. ამ მეთოდის გამოყენებით შეიქმნა ავტომატური ანალიზატორი (სიქვენატორი), რომელიც რამდენიმე საათის განმავლობაში დაადგენს პოლიპეპტიდის მოლეკულაში ამინომკავათა ნაშთების თანამიმდევრობას. ასე იქნა დადგენილი სენგერის მიერ ინსულინის პირველადი სტრუქტურა. პირველადი სტრუქტურის დადგენის შემდეგ 1963 წ. დუ ვინიომ სინთეზურად მიიღო ინსულინი. ქიმიურ ლაბორატორიაში განხორციელდა 51 α-ამინომკავას ნაშთის დაკავშირება პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში ისე, როგორც ეს ბუნებრივ ინსულინშია.

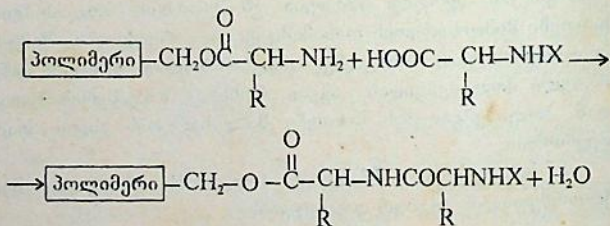
სხვადასხვა α-ამინომკავას ერთმანეთთან თანამიმდევრობით დაკავშირების უამრავი ვარიანტი არსებობს. იმისათვის, რომ ორი ამინომკავა ერთმანეთს დაუკავშიროთ სასურველი თანამიმდევრობით, საჭიროა: 1) ერთ-ერთი ამინომკავას ამინის ჯგუფის ბლოკირება აცილირების საშუალებით. 2) მეორე ამინომკავას კარბოქსილის ჯგუფის ბლოკირება ეთერიფიცირების საშუალებით. 3) დაუკავშიროთ ერთმანეთს ამინომკავას ნაწარმები პეპტიდური ბმებით და 4) შემდეგ „მოეხსნათ“ დამცავი ჯგუფები (დებლოკირება) პიღროლიზით. მაგალითად, გლიცინის დაკავშირება ალანინთან ასე ხორციელდება:



3. ახდენენ ამინის ჯგუფის დებლოკირებას CF_3COOH -ით:

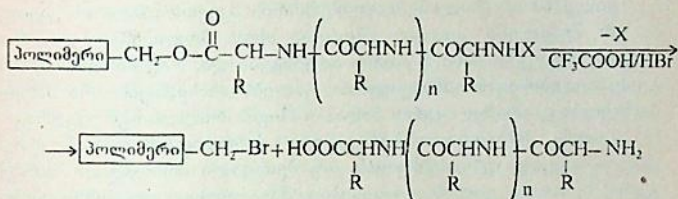


4. აგარებენ კონდენსაციას მეორე N-ბლოკირებულ ამინოშემკვასთან:



5. ახდენენ პოლიმუპტილის ჯაჭვის დაგრძელებას 3 და 4 სტადიების გაშეორებით.

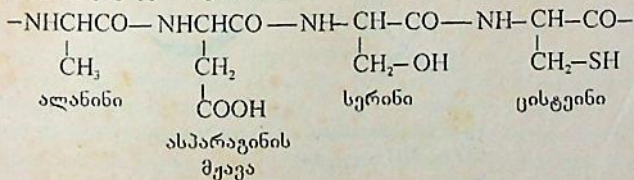
6. მიმართავენ პოლიმუპტილის ჯაჭვის მოხსნას პოლიმერის ზელაპირიდან და ამინის ჯგუფის დებლოკირებას CF_3COOH და HBr -ის მოქმედებით:



მერიფილდის მეთოდის საფუძველზე დაშვადებულია ავტომატური ხელსაწყო, რომელსაც სინთეზატორი ეწოდება. მერიფილდის მეთოდით სინთეზირებულ იქნა ინსულინი და რიბონუკლეაზა.

29. ცილები

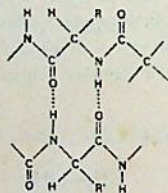
ცილები α -ამინომჟავების ბიოლოგიური პოლიმერია, რომლის მოლური მასა მერყეობს 10^4 - 10^7 -მდე. ცილები შედგება პოლიპეპტიდური ჯაჭვებისაგან, სადაც ამინომჟავები განსაზღვრული თანამიმდევრობით არიან დაკავშირებულნი. პოლიპეპტიდურ ჯაჭვს გააჩნია გვერდითი განშტოებები, რომლებიც სხვადასხვა ფუნქციურ ჯგუფებს შეიცავენ. მაგალითად:



სხვადასხვა პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში შემავალი ფუნქციური ჯგუფები შედიან რეაქციაში და უკავშირდებიან ერთმანეთს სხვადასხვა ბმების საშუალებით, ამიგომ ცილის მოლეკულა შედგება რამდენიმე პოლიპეპტიდის ჯაჭვისაგან. ამინომჟავების უნიკალურ თანმიმდევრულ განლაგებას პოლიპეპტიდის ჯაჭვში ცილის პირველადი სტრუქტურა ეწოდება.

ცილებსა და პოლიმეპტიდებს შორის მკვეთრი ზღერის გავლენა არ შეიძლება. ცილები ეწოდება ისეთ პოლიმეპტიდებს, რომელთა მოლური მასა 5 ათასს აღემატება და, რაც მთავარია, პოლიმეპტიდებისაგან განსხვავებით, ცილებს ახასიათებს არა მარტო პირველადი, არამედ უფრო მაღალი რივის რთული სტრუქტურაც.

ცილის პირველადი სტრუქტურა ძირითადად განსაზღვრავს ცილის სპეციფიკურ თვისებებს. თუ შეიცვალა პირველადი სტრუქტურა, იცვლება ცილის თვისებებიც. მაგალითად, თუ ჰემოგლობინის β -ჯაჭვში მენ აღვილას გლუტამინის შეაყას ნაშთი შეიცვალა ვალინის ნაშთით, ჰემოგლობინი კარგავს ენგბადთან დაკავშირების უნარს და ვითარდება დაავადება, რომელსაც ნამგლისებური ანემია ეწოდება. ცილის პირველადი სტრუქტურა, მართალია, ძირითადად განსაზღვრავს მის ფუნქციას, მაგრამ იგი მაინც ვერ ხსნის ცილის ყველა თვისებას. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ცილების მეორეულ სტრუქტურას. პოლიმეპტიდური ჯაჭვის სპირალურად დახვეულ სტრუქტურას ცილის მეორეული სტრუქტურა ეწოდება.

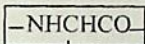


წყალბადური ბმები
CO და NH ჯგუფებს
შორის



α -სპირალი

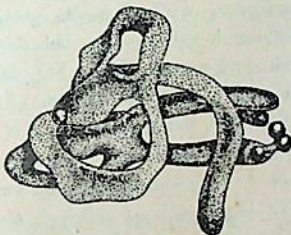
ცილის მეორეული სტრუქტურა დაადგინა პოლინგმა (1952). პოლინგის თანახმად ცილებისათვის დამახასიათებელია α -სპირალი „მარჯვენა“ სელით. α -სპირალის პარამეტრები ყველა ცილისათვის ერთნაირია, რადგან პოლიმეპტიდური ჯაჭვი შედგება ერთი და იმავე



|
R

დაჯგუფებისაგან, ხოლო ვვერდითი ჯაჭვები კი განლაგებულია სპირალის ვარეთ. ყოველი ამინომჟავას ნაშთის სიგრძე, ანუ სპირალის სიმაღლე, შეადგენს 0,156 ნმ-ს, ხოლო ერთი ხეის სიმაღლე, ანუ სპირალის „ბიჯი“, უდრის 0,54 ნმ-ს. ამრიგად, ერთ ხეიაზე თავსდება 3,6 ამინომჟავას ნაშთი. α -სპირალის სტაბილურობას აპირობებს წყალბადური ბმები: ყოველი ამინომჟავას CO ჯგუფი წყალბადური ბმით უკავშირდება მეოთხე ამინომჟავას NH ჯგუფს. სხვადასხვა ცილა ერთმანეთისაგან განსხვავდება სპირალიზაციის ხარისხით, რომელიც მერყეობს 10%-დან 100%-მდე.

α -სპირალის ხეიები ვვერდით რადიკალებს შორის დისულფიდური ან წყალბადური ბმების მეშვეობით ივრავნებიან. ცილის ასეთ დაჯგრაგნილ სტრუქტურას ცილის შესამეული სტრუქტურა ეწოდება:



ცილის ბიოლოგიური აქტიურობა დიდად არის დამოკიდებული ცილის მეოთხეულ სტრუქტურაზე, რომელიც რამდენიმე ცილის მაკროკომპლექსია, სადაც ყოველი ცილა „მონომერის“ (სუბერთეულის) როლში გამოდის. ცილის მეოთხეულ სტრუქტურაში „მონომერებს“ შორის კოვალენტური ბმები არ მყარდება. ცალკეული სუბერთეულები ერთმანეთთან შეკავშირებულია წყალბადური, ელექტროსტატიკური, ვან-დერ-ვაალსის და ჰიდროფობური ურთიერთქმედებით.

ცილების მაკროსტრუქტურა განპირობებულია სხვადასხვა ძალებით. ეს ძალები დიდი მდგრადობით არ გამოირჩევიან და პირ-

ველადი სტრუქტურის გარდა აღვილად შეიძლება მათი დარღვევა. ცილის მესამეული და მეორეული სტრუქტურების დარღვევას დენატურაცია ეწოდება. დენატურაცია ცილის ბუნებისა და დენატურაციის პირობების მიხედვით შეიძლება იყოს შექცევადი და შეუქცევადი.

ცილები იყოფა ორ ღიდ ჯგუფად: მარტივი ცილები, ანუ პროტეინები და რთული ცილები, ანუ პროტეიდები.

პროტეინები შედგება მხოლოდ ამინომჟავებისაგან, ხოლო პროტეიდები კი ამინომჟავების გარდა შეიცავენ არაცილოვან ნივთიერებებსაც.

მარტივი ცილებიდან აღსანიშნავია:

1) **ალბუმინები**, რომლებიც წყალში ხსნადი ცილებია. მათი გამოლექვა ნარევიდან ხდება ამონიუმის სულფატის $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 65%-იანი ხსნარით. გაცხელებით ალბუმინები იკვრებიან. ასე, მაგალითად, რძის ადუღებისას ალბუმინი კანივით გადაეკვრება რძეს.

2) **გლობულინები**. ისინი წყალში უხსნადი ცილებია. იხსნებიან მხოლოდ მარილის განზავებულ ხსნარში. მათი გამოლექვა ხდება ამონიუმის სულფატის $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 50%-იანი ხსნარით. გლობულინები შედიან რძეში, სისხლის შრატში და სხვ. შრატის გლობულინი მოლური მასის მიხედვით იყოფა α , β , γ ფრაქციებად. აქედან γ - გლობულინის მოლური მასა აღემატება α და β გლობულინების მასას. γ - გლობულინი განაპირობებს ინფექციური დაავადებებისადმი იმუნიტეტს და გამოყენებულია მედიცინაში.

3) **კერატინები** თმების, ფრჩხილების, ჩლიქების, რქების ძირითადი შემადგენელი ნაწილია.

რთული ცილებიდან აღსანიშნავია:

1) **ფოსფოპროტეიდები**, რომლებიც ცილების გარდა შეიცავენ ფოსფორმჟავას (H_3PO_4). ფოსფოპროტეიდების მაგალითია კაზეინი.

2) **ნუკლეოპროტეიდები**, რომლებიც ცილების გარდა შეიცავენ ნუკლეინის მჟავებს.

3) **ქრომოპროტეიდები**, რომლებიც ცილების გარდა შეიცავენ პიგმენტებს. ქრომოპროტეიდების მაგალითია ჰემოგლობინი.

4) **გლიკოპროტეიდები**, რომლებიც ცილების გარდა შეიცავენ ნახშირწყლებს.

5) **ლიპოპროტეიდები**, რომლებიც ცილების გარდა შეიცავენ ცხიმებს, ლეციტინებს, კეფალინებს.

ცილები ამინომჟავების მსგავსად ამორფული ნივთიერებებია. ზოგიერთი მათგანი იხსნება წყალში და წარმოქმნის კოლოიდურ ხსნარს, რომელიც ოპტიკურად აქტიურია და აბრუნებს პოლარიზებული სხივის სიბრტყეს მარცხნივ (-).

ცილებს ახასიათებს რამდენიმე ფერადი რეაქცია:

1) ცილები ტუტე ხსნარში სპილენძის მარილებთან წარმოქმნიან იისფერ. შეფერილობას. ამ რეაქციას ბიურეგის რეაქცია ეწოდება.

2) ცილები ამოგმეავას მოქმედებით იღებენ ყვითელ ფერს, რომელიც ამიაკის დამატებით ნარინჯისფერში გადადის. ამ რეაქციას ქსანტოპროტეინის რეაქცია ეწოდება.

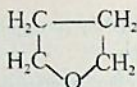
3) ვერცხლისწყლის ნიგრაგის ამოგმეავას ხსნარში ცილების გაცხელებით წარმოიქმნება წითელი ნალექი. ამ რეაქციას მილონის რეაქცია ეწოდება.

4) ნინჰიდრინის სუსტ ტუტე ხსნარში ცილები იფერებიან იისფრად.

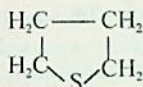
30. ჰეტეროციკლური ნაერთები

ციკლური აღნაგობის ისეთ ორგანულ ნაერთებს, სადაც ციკლის შედგენილობაში ნახშირბადატომების გარდა შედის სხვა ელემენტების ატომებიც, ჰეტეროციკლური ნაერთები ეწოდება. ჰეტეროციკლური ნაერთების შედგენაში მონაწილეობს სხვადასხვა მრავალატომიანი ელემენტი, მაგრამ განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სამი ელემენტის - ენგბადის, გოგირდისა და აზოტის შემცველ ჰეტეროციკლურ ნაერთებს.

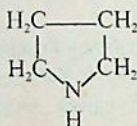
ქიმიური ბუნების მიხედვით არჩევენ: ნაჯერ, უჯერ და არომატულ ჰეტეროციკლებს. ნაჯერი ჰეტეროციკლური ნაერთებია:



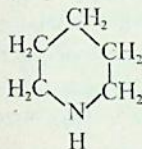
ტეტრაჰიდროფურანი



ტეტრაჰიდროთიოფენი



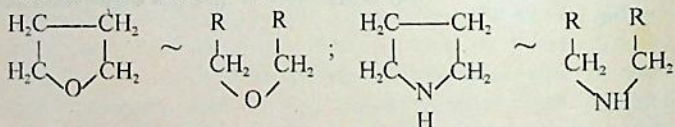
პიროლიდინი



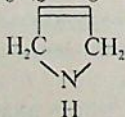
პიპერიდინი

და სხვ.

ნაჯერი პეტეროციკლური ნაერთები შეიცავენ მარტივ (σ) ბმებს და როგორც წესი, ქიმიური თვისებებით ემსგავსებიან შესაბამის აციკლურ ნაერთებს. ასე, მაგალითად, ტეტრაჰიდროფურანი თვისებებით ემსგავსება მარტივ ეთერებს, ხოლო პიროლიდინი – აციკლურ მეთრეულ ამინებს:



უჯერი პეტეროციკლური ნაერთები წარმოადგენენ ნაწილობრივ პიდრირებულ არომატულ პეტეროციკლებს, რომლებიც შეიცავენ π-ბმის ნაკლებ რაოდენობას. უჯერი პეტეროციკლური ნაერთების ქიმიური თვისებები ძირითადად ალკენების მსგავსია, მაგრამ გააჩნია სპეციფიკური თვისებებიც π-ბმისა და პეტეროატომის ურთიერთგავლენის გამო. უჯერი პეტეროციკლური ნაერთებია:



პიროლიდინი



1,4-დიჰიდროპირიდინი

არომატული პეტეროციკლები არომატული ბირთვების შემცველი ნაერთებია. მათი ქიმიური თვისებები არომატული ნაერთების მსგავსია, მაგრამ პეტეროატომისა და არომატული ბირთვის ურთიერთგავლენის გამო პრინციპულად განსხვავებული თვისებები აქვთ.

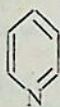
30.1 არომატული ჰეტეროციკლური ნაერთები

როგორც ცნობილია, ციკლური ნაერთის არომატული ბუნება განისაზღვრება ჰიუკელის წესის მიხედვით, რომლის თანახმადაც ციკლური სისტემა არომატულია, თუ იგი შეიცავს $(4n + 2)\pi$ -ელექტრონს შეუღლებულ მდგომარეობაში და აქვს ბრტყელი აღნაგობა. კლასიკური არომატული ნაერთია ბენზოლი, რომელიც შეიცავს $4 \cdot 1 + 2 = 6\pi$ -ელექტრონს შეუღლებულ მდგომარეობაში. ბენზოლის ბირთვში არსებული 6π -ელექტრონს არომატული სექსტეტი ეწოდება.

ინგლისელმა ქიმიკოსმა რობინსონმა არომატული სექსტეტის იდეა დაუღო საფუძვლად არომატული პეტეროციკლური ნაერთების კლასიფიკაციას. რობინსონის თანახმად, არომატული პეტეროციკლები შეიძლება განვიხილოთ როგორც ბენზოლის ბირთვის ნაწარმები, სადაც $=CH-$ და $-CH=CH-$ ჯგუფები შეცვლილია პეტეროატომებით. ბენზოლის ბირთვის არომატული სექსტეტი არ დაირღვევა, თუ ბირთვის ერთ-ერთ $=CH-$ ჯგუფს შევცვლით ამოგის ატომით, სადაც იგი sp^2 ჰიბრიდიზაციაშია და გააჩნია ერთი π -ბმა ($=N-$). $=CH-$ და $=N-$ ჯგუფები π -ელექტრონების ერთნაირ რაოდენობას შეიცავენ და, როგორც ამბობენ, იზოელექტრონული ჯგუფებია. ბენზოლის არომატული სექსტეტი არც მაშინ დაირღვევა, თუ ბენზოლის ციკლიდან ამოვიღებთ $-CH=CH-$ ატომთა დაჯგუფებას და მის ნაცვლად ციკლში შევიტანოთ $-\ddot{N}H-$ ჯგუფს, სადაც ამოგი sp^3 ჰიბრიდიზაციაშია და გააჩნია ერთი თავისუფალი ელექტრონული წყვილი (n ელექტრონები), რამდენადაც $-CH=CH-$ და $-\ddot{N}H-$ ჯგუფები იზოელექტრონული ჯგუფებია. ციკლიდან ორი ატომის ნაცვლად ერთი ატომის შეტანა, ცხადია,

გამოიწვევს ციკლის სიდიდის შემცირებას ერთი ატომით და ექვსწევრიანი ციკლიდან წარმოიქმნება ხუთწევრიანი ციკლი, სადაც ოთხი π ელექტრონი და ამოგის ერთი თავისუფალი ელექტრონული წყვილი (n) წარმოქმნის არომატულ სექსტეტს. თავისუფალი ელექტრონული წყვილი გააჩნია აგრეთვე გოვირდისა ($-\ddot{S}-$) და ქანგბადის ($-\ddot{O}-$) ატომებსაც და, მაშასადამე, ისინიც $-\text{CH}=\text{CH}-$ ჯგუფების იზოელექტრონული ანალოგებია.

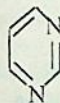
ამრიგად, თუ ბენზოლის ბირთვში $=\text{CH}-$ და $-\text{CH}=\text{CH}-$ ჯგუფების ნაცვლად ჩავენაცვლებთ იზოელექტრონულ ჯგუფებს $=\text{N}-$, $-\ddot{\text{N}}\text{H}-$, $-\ddot{\text{O}}-$ და $-\ddot{\text{S}}-$, მივიღებთ არომატული ჰეტეროციკლების სხვადასხვა სტრუქტურას:



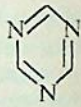
პირიდინი



პირაზინი



პირიმიდინი



ტრიაზინი



პიროლი



ფურანი



თიოფენი



პირაზოლი



იმიდაზოლი



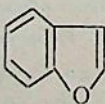
ტრიაზოლი



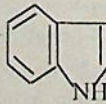
ოქსაზოლი



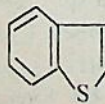
თიაზოლი



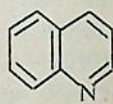
ბენზფურანი



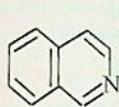
ინდოლი



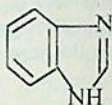
ბენზთიოფენი



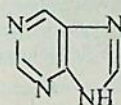
ქინოლინი



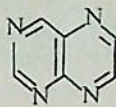
იმოქინოლინი



ბენზიმიდაზოლი



პურინი



პეტერიდინი

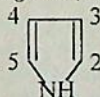
პეტეროციკლის წარმოქმნაში მონაწილე ატომთა რაოდენობა იცვლება 3-დან 10-მდე და მათი მდგრადობა განისაზღვრება დაჭიმულობის თეორიით. ყველაზე მდგრადია ხუთ და ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები.

30.1.1 პეტეროციკლური ნაერთების ნომენკლატურა

პეტეროციკლური ნაერთების ნომენკლატურა ძირითადად გრივიალურია. პანჩ-ვიდმანის სისგემური ნომენკლატურის მიხედვით პეტეროაგომის არსებობა ციკლში აღინიშნება პრეფიქსებით. ეანგბადის ატომი – ოქსა, გოვირდისა – თია და ამოგის – აზა. ციკლში ატომთა რაოდენობა აღინიშნება სუფიქსებით. ხუთწევრიანი პეტეროციკლების დაბოლოებაა – ოლი (პიროლის სახელწოდების მიხედვით) და ექვსწევრიანებისა – ინი (პირიდინის სახელწოდების მიხედვით). პეტეროციკლში ატომების დანომვრა იწყება ყველაზე ელექტროუარყოფითი ატომიდან. მაგალითად,

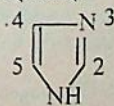


1
ფურანი



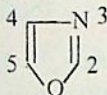
1
პიროლი

თუ ციკლში შედის რამდენიმე ერთნაირი პეტეროაგომი, მაშინ დანომვრა იწყება წყალბადთან ან რადიკალთან დაკავშირებული პეტეროაგომიდან. მაგალითად,



1 იმიდაზოლი

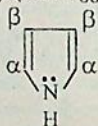
თუ ციკლში შედის რამდენიმე ერთნაირი ჰეტეროატომი, მაშინ დანომვრა დაიწყება პერიოდულ სისტემაში ჰეტეროატომის ჯგუფის ნომრის შემცირების მიმართულებით. მაგალითად,



1 ოქსაზოლი

30.2 ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები

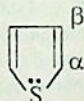
ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს პიროლს, ფურანსა და თიოფენს:



პიროლი



ფურანი



თიოფენი

ერთნადაცვლელ ხუთწევრიან ჰეტეროციკლებს გააჩნიათ ორი α და β იზომერი.

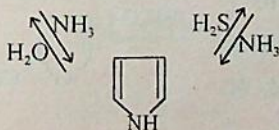
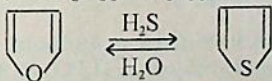
ბენზოლის მსგავსად, ხუთწევრიან ჰეტეროციკლებს ახასიათებთ არომატული ბუნება, რადგან ციკლის შედგენილობაში შედის არომატული სექსტეტი, რომლის წარმოქმნაში მონაწილეობს ციკლის 4π ელექტრონი და ჰეტეროატომის ორი თავისუფალი ელექტრონი (n ელექტრონი). არომატული სექსტეტი დელოკალიზებულია ციკლის ატომებს შორის, მაგრამ ბენზოლისაგან განსხვავებით, დელოკალიზაცია აქ არათანაბარია ჰეტეროატომის გვერდის ვამო. ჰეტეროატომის ელექტროუარყოფითობის შესაბამისად, ჰეტეროციკლის არომატული ბუნება იცვლება შემდეგი თანამიმდევრობით: თიოფენი > პიროლი > ფურანი. ყველაზე მეტად არომატული ნაერთია თიოფენი, ყველაზე ნაკლებად არომატული – ფურანი.

რადგან ჰეტეროატომის (S, N, O) თავისუფალი ელექტრონული წყვილი (n) მონაწილეობს არომატული სექსტეტის წარმოქ-

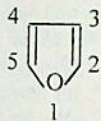
მნაში და შეუღლებულია ციკლის π ელექტრონთან, ამიგომ ციკლის საერთო ელექტრონული სიმკვრივე ხუთწევრიან პეტეროციკლებში მაღალია და ამის გამო ისინი დიდი ქიმიური აქტიურობით გამოირჩევიან. არომატული სექსტეტის არათანაბარი განაწილების გამო ელექტრონული სიმკვრივე ყველაზე მეტია α მდებარეობაში, რაც ძირითადად განაპირობებს ელექტროფილური ჩანაცვლების (S_E) რეაქციებს α ნახშირბადატომთან. თუ გავატარებთ ანალოგიას არომატულ ნაერთებთან, ხუთწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები ქიმიური თვისებების მიხედვით ემსგავსებიან ფენოლს, სადაც ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები (S_E) ადვილად მიმდინარეობს ორთო და პარა-მდებარეობაში. ფენოლის ორთომდებარეობა ხუთწევრიანი პეტეროციკლის α მდებარეობის ანალოგიურია, ხოლო პარა-მდებარეობა ხუთწევრიან პეტეროციკლებში არ არსებობს.

ორთო-პარა ორიენტაციების არსებობა ხუთწევრიან პეტეროციკლებში კიდევ უფრო ააქტიურებს ისედაც აქტიურ პეტეროციკლებს და, ცხადია, ასეთი ნაწარმები ძალზე არამღვრადი ნაერთებია. მეტა-ორიენტაციების ჩანაცვლება პირიქით, ამცირებს მათ აქტიურობას და ასეთი ნაწარმები უფრო მღვრადი ნაერთებია, ვიდრე ჩაუნაცვლებელი პეტეროციკლები. ამის გამო ხუთწევრიანი პეტეროციკლური ალდეჰიდები, კეტონები და მეჟეები დიდი მღვრადობით გამოირჩევიან.

ხუთწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები მაღალ ტემპურატურაზე (350°C) ალუმინის ოქსიდის კატალიზატორის თანაობისას გოვირდწყალბადის, ამიაკისა და წყლის ორთქლის მოქმედებით ერთმანეთში გადადიან (იურევის რეაქცია):

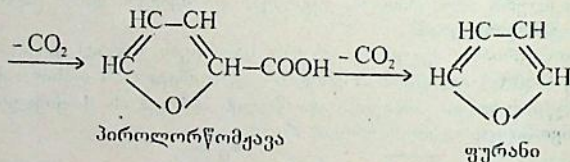
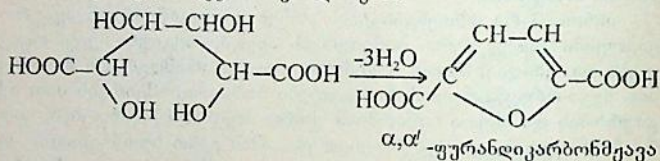


30.2.1 ფურანი და მისი ნაწარმები

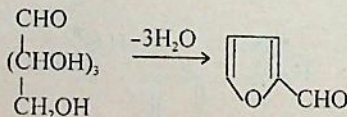


ერთიანაცვლებულ ფურანს აქვს ორი იზომერი - α (2,5) და β (3,4). C_4H_3O რადიკალს ფურილის რადიკალი ეწოდება. ფურანი უფრო სითხეა. დულ. ტემპ. $31^{\circ}C$. აქვს ქლოროფორმის დამახასიათებელი სუნი.

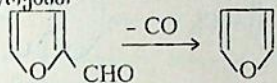
ფურანი მიიღება გლუკარის მკეავს მშრალი გამოხდით. ჯერ მიიღება α, α' -ფურანდიკარბონმკეავა, რომელიც შემდგომი გახურებისას განიცდის დეკარბოქსილირებას:



ფურანის მიღების სამრეწველო მეთოდია პენგომების დეჰიდრაგაცია განზავებული H_2SO_4 -ის ან H_3PO_4 -ის მოქმედებით:

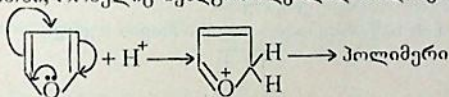


ჯერ მიიღება ფურფუროლი, შემდეგ კი ფურფუროლის დეკარბონილირებას ახდენენ 440-460°C-ზე, თუთიის ქრომიტის და რკინის ქრომიტის თანდასწრებით



ფურფუროლი ფურანი

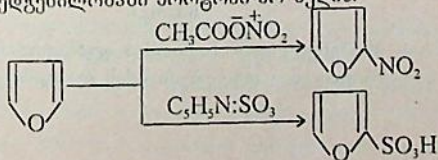
ქანგბადის დიდი ელექტროუარყოფითობის გამო არომატული სექსტეტი ნაკლებად დელოკალიზებულია ციკლში, ამიტომ ფურანი ბენზოლთან შედარებით ნაკლებად არომატულია და, მაშასადამე, მისი ციკლი ნაკლებად მდგრადია. მეავე არეში ფურანი ადვილად იერთებს პროტონს არომატული სექსტეტის ერთ-ერთი ელექტრონული წყვილის საშუალებით α ნახშირბადატომთან და წარმოქმნის არამდგრად ციკლურ კატიონს, რომელიც თავისთავად (სპონტანურად) იშლება ციკლის გახსნით და გადადის შეუღლებულ დიენურ ნაერთში, რომელიც შემდგომ ადვილად პოლიმერიზდება:



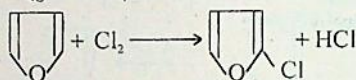
ციკლური კატიონი (σ -კომპლექსი)

მეავე არეში პროტონირების გამო ფურანი ამოცისა და გოგირდ-მეავეების მოქმედებით ადვილად პოლიმერიზდება, ამიტომ ნიტრირებისა და სულფირების რეაქციებს ატარებენ არა უმუშალოდ მეავეების მოქმედებით, არამედ მათი ნაწარმების მოქმედებით. ფურანის ნიტრირებას ახდენენ აცეტილნიტრატით - $\text{CH}_3\text{COONO}_2$, რო-

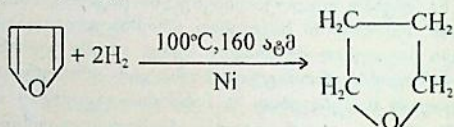
მელიც CH_3COO^- -ს ანიონსა და NO_2^+ -ის კატიონს შეიცავს, ხოლო სულფირებას - პირიდინსულფოტრიოქსიდით - $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}:\text{SO}_3$, რომლის შედგენილობაში პროტონი არ შედის:



ფურანის პალოგენირება მიმდინარეობს ან ელექტროფილური ჩანაცვლების მექანიზმით, ან რადიკალური მექანიზმით და ორივე შემთხვევაში მიიღება α ნაწარმი:

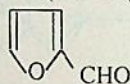


მაღალი წნევისა და გემპერატურის პირობებში ფურანი იერთებს წყალბადს ნიკელის კატალიზატორის თანდასწრებით და მიიღება გეტრაჰიდროფურანი:

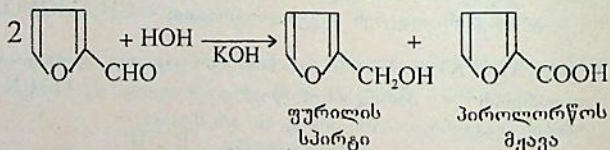


გეტრაჰიდროფურანი კარგი გამხსნელია და თავისი ქიმიური თვისებებით ჰგავს მარტივ ეთერებს.

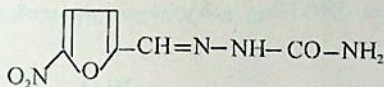
ფურანის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ფურფურალი,



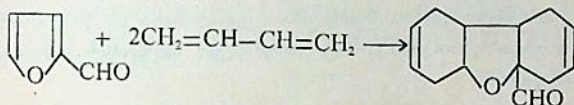
რომელიც უფრო სითხეა (დუღ. ტ. 162°C), აქვს დამახასიათებელი სუნი. როგორც კარბონილის ჯგუფის შემცველ ნაერთს, ახასიათებს არომატული ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელი თვისებები და მათ მსგავსად ახასიათებს კანიცაროს რეაქცია:



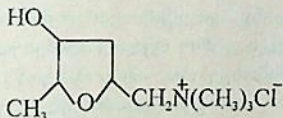
ფურანის მნიშვნელოვანი ნაწარმია ფურაცელინი, რომელსაც ძლიერი ბაქტერიციდული თვისებები აქვს და გამოყენებულია მედიცინაში:



ფურფუროლის მიერთების პროლუქტი ბუტადიენთან წარმოადგენს ეფექტურ რეპელენტს:

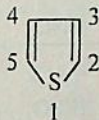


ფურანის ნაწარმს წარმოადგენს შხამა სოკოს (*Amanita muscaria*) შეღვენილობაში შემავალი ნაერთი მუსკარინი:



მუსკარინი ძლიერ ტოქსიკური ნივთიერებაა. 5 მგ მუსკარინი ადამიანისათვის სასიკვდილოა. მუსკარინის ანტაგონისტია ატროპინი.

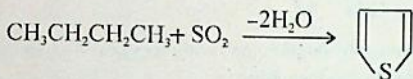
30.2.2 თიოფენი და მისი ნაწარმები



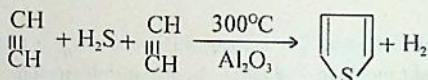
ერთიანაცვლებულ თიოფენს გააჩნია ორი იზომერი: $\alpha(2,5)$ და $\beta(3,4)$. C_4H_3S რადიკალს თიენილი ეწოდება.

თიოფენი თან ახლავს ქვანახშირის კუპრიდან გამოხდილ ბენზოლს, რადგან მისი დუღილის ტემპერატურა ($84^{\circ}C$) დიდად არ განსხვავდება ბენზოლის დუღილის ტემპერატურისაგან ($80,4^{\circ}C$).

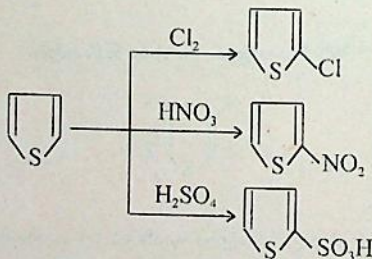
მრეწველობაში თიოფენს იღებენ ბუტანისა და SO₂-ის ნარევის გატარებით 550°C-მდე გახურებულ კატალიზატორზე (Cr₂O₃, V₂O₅):



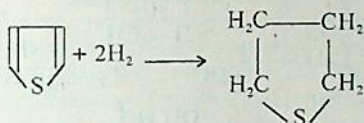
თიოფენის მიღება შეიძლება აცეტილენისა და გოვირდწყალბადის გატარებით 300°C-მდე გახურებულ ალუმინის ოქსიდის კატალიზატორზე:



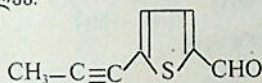
გოვირდის მცირე ელექტროუარყოფითობის გამო ციკლის არომატული სექსტეტი უფრო დელოკალიზებულია, ვიდრე ფურანისა და პიროლის შემთხვევაში, ამიტომ ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან თიოფენი არომატული ბუნებით ყველაზე მეტად ემსგავსება ბენზოლს. თიოფენი უფრო სითხეა (დუღ. ტ. 84°C). ბენზოლის მსგავსად შედის ელექტროფილურ ჩანაცვლების რეაქციებში (S_E) და წარმოქმნის α ნაწარმებს:



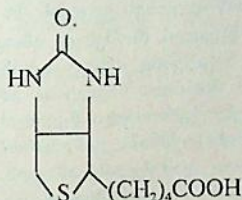
პლატინის კატალიზატორის თანდასწრებით თიოფენი იერთებს წყალბადს და წარმოქმნის თიოფანს:



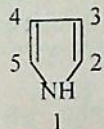
თიოფენი და მისი ნაწარმები ცოცხალ სამყაროში შედარებით იშვიათად გვხვდება. ზოგიერთ მცენარეში აღმოჩენილია სასიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერება, რომელსაც ჯუნიპელი ეწოდება. ჯუნიპელის ფორმულაა:



თიოფენის პიღირებული ბირთვი შედის ბიოგინის, ანუ ვიგამინ H-ის შედგენილობაში:



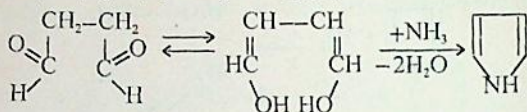
30.2.3 პიროლი და მისი ნაწარმები



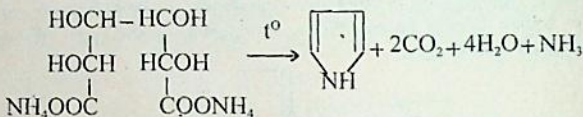
ერთიანაცვლებულ პიროლს ორი იზომერი გააჩნია - $\alpha(2,5)$ და $\beta(3,4)$. $\text{C}_4\text{H}_5\text{NH}$ რადიკალს პიროლილი ეწოდება.

პიროლი მიიღება:

1. 1,4-დიალდეჰიდზე ამიაკის მოქმედებით:

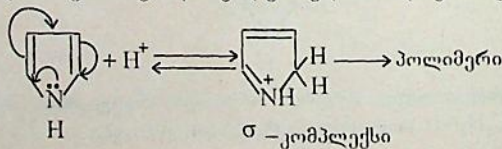


2. ლორწოს შეკვას ამონიუმის მარილის მშრალი გამოხდით:

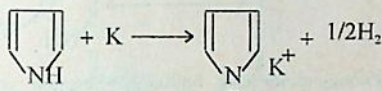


პიროლი უფრო სითხეა (დულ. ტ. 130°C), რომელიც წყალში არ იხსნება.

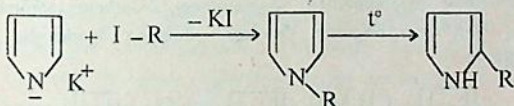
როგორც ცნობილია, პიროლის ბირთვის არომატული სექსტეტის წარმოქმნაში მონაწილეობენ ციკლის 4π და ამოგის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი, რომელიც ამოგის დიდი ელექტროუარყოფითობის გამო ნაკლებად დელოკალიზებულია თიოფენთან შედარებით. ამის გამო, პიროლი ნაკლებად არომატული სისტემაა. ამოგის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის მონაწილეობა არომატული სექსტეტის წარმოქმნაში განაპირობებს ამოგის ატომის ნაწილობრივ დადებითად დამუხტვას, ამიტომ იგი წყალბადის კატიონს კი არ იზიდავს, არამედ განიზიდავს და, ცხადია, ამის გამო მისი ფუძე თვისებები შესუსტებულია. იგი ამიაკზე უფრო სუსტი ფუძეა. შეკვე არეში პიროლი იერთებს წყალბადის კატიონს, მაგრამ არა ამოგის ატომთან, არამედ α მდებარეობაში და წარმოქმნის არამდგრად კატიონს - σ კომპლექსს, რომელსაც დაკარგული აქვს არომატული ბუნება. შეუღლებული დიენური სისტემის შემცველობის გამო იგი სწრაფად განიცდის პოლიმერიზაციას:



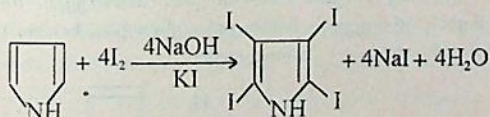
თუ პიროლის ფუქეთვისებები ძალზე შესუსტებულია, სამაგიეროდ, მისი მკავეური თვისებები საგრძნობლად გაზრდილია, რადგან წყალბადის კაციონის მოხლეჩა ხელს უწყობს ამოტის თავე-სუფალი ელექტრონული წყვილის დელოკალიზაციას არომატულ სექსტეტში. პიროლი მეთილის სპირტზე ოღნავ სუსტი მკავეა (შესაბამისად $pK_a = 16,5$ და $15,5$). მკავეური ბუნების გამო პიროლი შედის რეაქციაში გუგე ლითონებთან და წარმოქმნის მარილებს – პიროლატებს:



პიროლატებს ახასიათებთ ლითონის ჩანაცვლების რეაქციები. დაბალ ტემპერატურაზე (0°C -ის ქვევით) წარმოიქმნებიან N ნაწარმები, რომლებიც შემდგომ ვაცხელებისას განიცდიან იზომერიზაციას და ვალადიან α ნაწარმებში. მაგალითად:



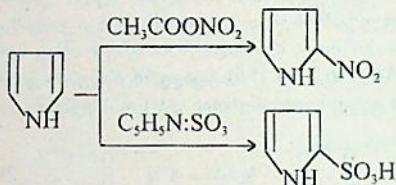
ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები პიროლის ბირთვში ძალიან ადვილად მიმდინარეობს. ასე, მაგალითად, კალოგენირება მიმდინარეობს გეტრაჩანაცვლებული პროლუქტების წარმოქმნით:



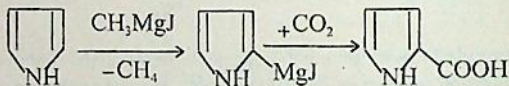
გეტრაიოდპიროლი ყვეთელი ფერის მღვრადი, კრისტალური ნიეთიერებაა, რომელიც იშლება მხოლოდ 140°C -ზე.

პიროლის ნიტრირება და სულფირება შესაბამისი მკავეების მოქმედებით არ იძლევა სასურველ შედეგს, რადგან, როგორც უკვე აღენიშნეთ, მკავე არეში იგი იფისება. ამიგომ ნიტრო და სულ-

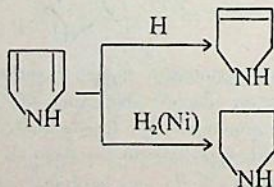
ფონაწარმების მისაღებად პიროლზე მოქმედებენ აცეტილნიტრატით ($\text{CH}_3\text{COONO}_2$) და პირიდინსულფოვოგრიოქსიდით ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N} : \text{SO}_3$):



ელექტრონდონორული ჩამნაცვლებლები (ორთო და პარა-ორიენტანტები) ძალზე ააქტიურებენ პიროლის ბირთვის და შესაბამისი ნაწარმები უმდგრადობის გამო არ არსებობენ. ელექტრონ-აქცეპტორული ჩამნაცვლებლები, ანუ მეტა-ორიენტანტები პირიქით, ამცირებენ ბირთვის რეაქციისუნარიანობას და ზრდიან ამ ნაწარმების მდგრადობას. მაგალითად, 2-პიროლკარბონმეჟავა საკმაოდ მდგრადი ნაეთია, რომლის მიღება შეიძლება გრინიარის რეაქციით:

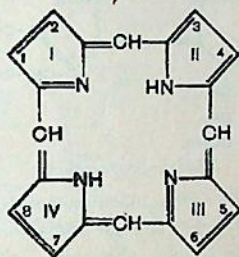


პიროლი კატალიზური ჰიდრირებით წარმოქმნის როგორც ნაწილობრივ, ისე სრული ჰიდრირების პროდუქტს. ნაწილობრივი ჰიდრირების პროდუქტს პიროლინი ეწოდება, ხოლო სრული ჰიდრირების პროდუქტს – პიროლიდინი:



პიროლინის და პიროლიდინის ფუძე თვისებები აციკლური ამინების მსგავსია და ძლიერ ფუძეებს წარმოადგენენ. ისინი შედიან ქემოგლობინისა და ქლოროფილის შედგენილობაში.

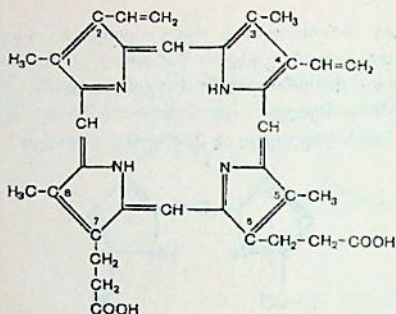
ქემოგლობინი შედგება ცილა-გლობინისა და პიგმენტ-ჰემისაგან. პიგმენტ ჰემის საფუძველია პორფინის ბირთვი:



პორფინი

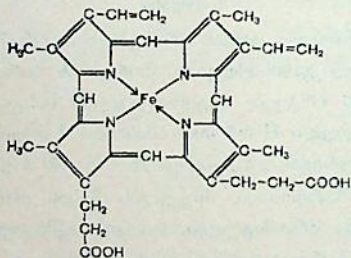
პორფინი მუქი წითელი ფერის კრისტალებია, რომელიც ძნელად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში. პორფინის ბირთვი წარმოადგენს 16 წევრიან ბრტყელ ჰეტეროციკლურ სისტემას, რომელიც შედგება შეუღლებული 11 ორმაგი ბმისა და 4 თავისუფალი ელექტრონული წყვილისაგან და შეიცავს $28 + 2 = 30 \pi$ ელექტრონს შეუღლებულ მდგომარეობაში. ჰიუკელის წესის თანახმად, ასეთი ციკლური სისტემა არომატულია, რადგან აკმაყოფილებს ზოგად ფორმულას $4n + 2$, როცა $n = 7$ ($7 \cdot 4 + 2 = 30$).

პორფინის ნაწარმებს პორფირინები ეწოდებათ. ბუნებრივი პიგმენტებიდან პორფირინი შეიცავს სხვადასხვა რადიკალს β მდგომარეობაში. ჩანაცვლებული რადიკალების მიხედვით არჩევენ: ეთიოპორფირინს, მეზოპორფირინს, პროტოპორფირინსა და სხვ. პორფირინებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია პროტოპორფირინი, რომელიც პორფინის ბირთვის β მდგომარეობაში შეიცავს CH_3 -ის, $\text{CH}_2=\text{CH}$ -ის და $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ -ის რადიკალებს:



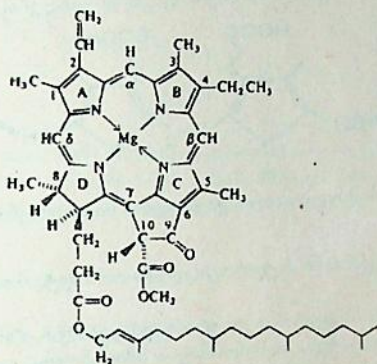
პროტოპორფირინი

სისხლის პიგმენტი ჰემი პროტოპორფირინის კომპლექსია ორვა-
ლენტიან რკინასთან, ხოლო პროტოპორფირინის კომპლექსს სამ-
ვალენტიან რკინასთან ჰემინი ეწოდება. ჰემინში რკინის მესამე
ვალენტობა გაჯერებულია ქლორის ანიონით:

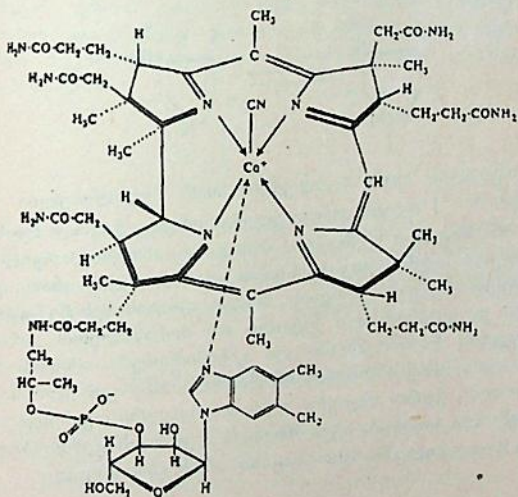


ჰემი

პორფინის ბირთვი შედის აგრეთვე ქლოროფილისა და ვიტამინ-
B₁₂-ის შედგენილობაში. ქლოროფილი პორფინის კომპლექსია მაგ-
ნიუმთან, ხოლო ვიტამინი B₁₂ - კობალტთან. ქემოთ მოყვანილია
ერთ-ერთი ქლოროფილის (ე. წ. ქლოროფილი a) და ერთ-ერთი
ვიტამინ B₁₂-ის ე. წ. ციანკობალამინის სტრუქტურული ფორმუ-
ლები:

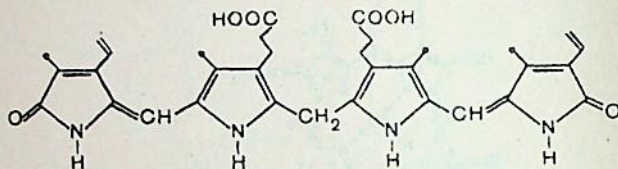


ქლოროფილი-ა



ვიტამინი B₁₂

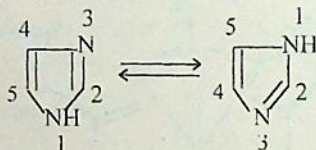
პიროლის ბირთვი შედის ნაღვლის პიგმენტებში, კერძოდ, ბილირუბინში. ბილირუბინი ჰემოგლობინის ღაშლის პროლუქტია და წარმოიქმნება პორფირინის მაკროციკლის გახლეჩის შედეგად:



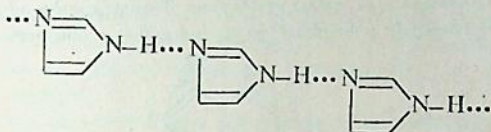
ბილირუბინი მოყვითალო ყაეისფერი ნივთიერებაა.

30.2.4 ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლები ორი ჰეტეროატომით

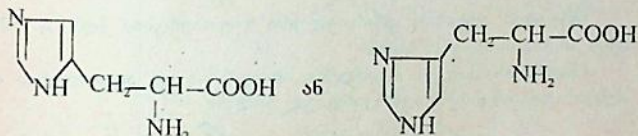
ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან, რომლებიც ორ ჰეტეროატომს შეიცავენ, აღსანიშნავია იმიდაზოლი. იგი არსებობს ორი ტაუტომერული ფორმით, რომლებიც ერთმანეთში სწრაფად (წუთში 10-ჯერ) გადადიან:



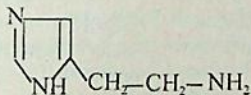
ჰეტეროციკლის ოთხ π ელექტრონთან შეუღლებულია პირველი აზოტის N - 1 თავისუფალი ელექტრონული წყვილი და წარმოიქმნება არომატული სექსტეტი. ამის გამო, აზოტის პირველ ატომს დაკარგული აქვს ფუძე-თვისებები და პიროლის ანალოგიურად ამჟღავნებს მკაფურ ბუნებას, ხოლო აზოტის მესამე ატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი არ მონაწილეობს არომატული სექსტეტის წარმოქმნაში და განაპირობებს იმიდაზოლის სუსტ ფუძე თვისებებს. ამრიგად, იმიდაზოლი ამფოტერული ნაერთია და პიროლზე უფრო ძლიერი ფუძე და მკაფური თვისებები გააჩნია. იმიდაზოლი სითხეა. აქვს მაღალი დუღილის ტემპერატურა (256°C), რაც მოლეკულების ასოციაციით არის გამოწვეული:



იმიდაზოლის ნაწარმებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ამინომ-
ეაუა-პისტიდისს. რადგან 4 და 5 ნაწარმების ერთმანეთისაგან გა-
მოყოფა შეუძლებელია, ამიტომ პისტიდინი ორი ფორმით ჩაიწე-
რება:



იგი შედის კუნთის ცილების შედგენილობაში. პისტიდინი ცილა-
გლობინისა და პიგმენტ-ჰემინის დამაკავშირებელი რგოლია. პის-
ტიდინის დეკარბოქსილირებით წარმოიქმნება ჰეტეროციკლური
ამინი-პისტამინი:

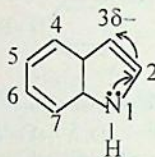


იგი მცირე რაოდენობით შედის ფილგვებში, ღვიძლში, კუჭის
ლორწოვან გარსში და არეგულირებს კუჭის მოქმედებას. მისი
ჭარბი რაოდენობა ორგანიზმში იწვევს ნივთიერებათა ცვლის
პროცესის მოშლას (მაგალითად, ალერგიას).

30.2.5 ინდოლი და მისი ნაწარმები

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან განსაკუთრე-
ბული მნიშვნელობა აქვს მათ კონდენსირებულ ნაერთებს ბენ-
ზოლის ბირთვიან. ბენზოლის ბირთვი კონდენსირებულ სისტემაში
ამცირებს ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ბირთვების რეაქციის-
უნარიანობას ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში. ხუთ-

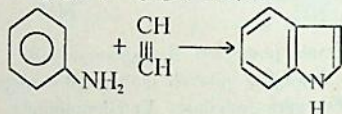
წვერიანი ჰეტეროციკლური ბირთვების ბენზოლთან კონდენსირებული ნაერთებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელობა აქვს პიროლი-სა და ბენზოლის კონდენსირებულ სისტემას - ინდოლს:



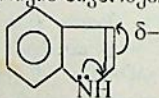
ინდოლი

ინდოლი უფრო, კრისტალური ნივთიერებაა (დნ. ტ. 52°C), აქვს არასასიამოვნო სუნი.

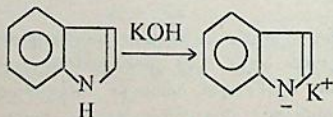
ინდოლის მიღება შეიძლება ანილინისა და აცეტილენის ორ-თქლის გაგარებით გაფარვარებულ მილში:



პიროლის ერთ-ერთი π ბმა მონაწილეობს ბენზოლის ბირთ-ვის არომატული სექსტეტის წარმოქმნაში, ხოლო მეორე შეუღლე-ბულია ამოგის თავისუფალ ელექტრონულ წყვილთან და განაპი-რობებს მესამე ნახშირბადის ატომთან (C - 3), ანუ β მდებარეობა-ში ელექტრონული სიმკვრივის სიჭარბეს:

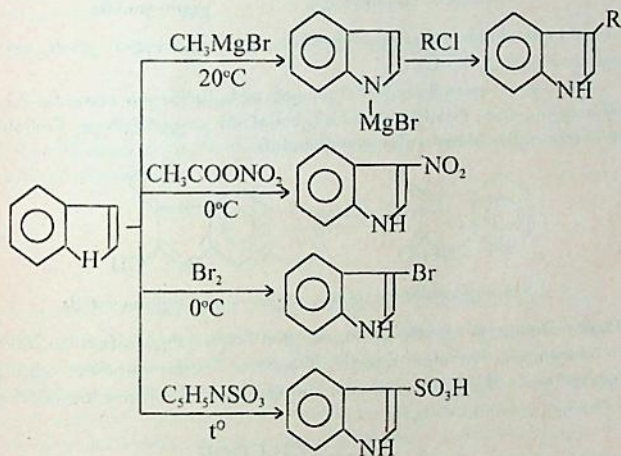


ქიმიური თვისებებით ინდოლი პიროლის მსგავსია. ახასია-თებს სუსტი მჟავური თვისებები და რეაქციაში შედის კალიუმის ტუტესთან:

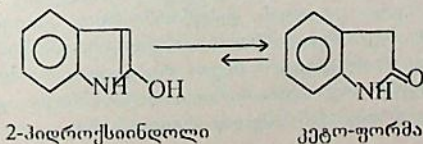


პიროლისაგან განსხვავებით, მისი უძვე თვისებები კიდევ უფრო შესუსტებულია და მკავებთან მარილებს აღარ წარმოქმნის, ძლიერ მკავებთან ურთიერთქმედების შემთხვევაში კი პიროლის მსგავსად იფისება.

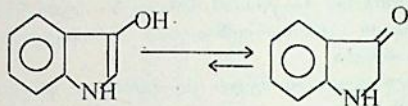
ინდოლი ადვილად შედის ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში (S_E):



ინდოლი წარმოქმნის სხვადასხვა ნაწარმს, მათ შორის აღსანიშნავია ჰიდროქსინაწარმები, რომლებსაც ჰიდროქსინდოლები ეწოდებათ. 2-ჰიდროქსინდოლი (α -ჰიდროქსინდოლი) და 3-ჰიდროქსინდოლი (β -ჰიდროქსინდოლი) ადვილად განიცდიან ტაუტომერულ გარდაქმნას და ძირითადად არსებობენ კეტო-ფორმების სახით:



2-ჰიდროქსინდოლის კეტო-ფორმა უფერო კრისტალური ნაერთია (ღნ. ტ. 127°C):

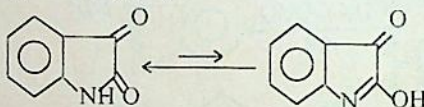


3-ჰიდროქსინდოლი

კეტო-ფორმა

3-ჰიდროქსინდოლის კეტო-ფორმა ღია ყვიციელი კრისტალური ნაერთია (ღნ. ტ. 85°C).

ინდოლის დიოქსინაწარმებიდან აღსანიშნავია იზაგინი-2,3-დიოქსინდოლინი, რომელიც სპირტსნარში ტაუტომერულ წონასწორობაშია ოქსო-ჰიდროქსიფორმასთან:

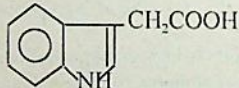


2,3-დიოქსინდოლინი

ოქსო-ჰიდროქსი-ფორმა

იზაგინი წითელი ფერის კრისტალური ნივთიერებაა (ღნ. ტ. 200°C).

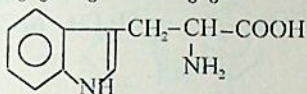
ინდოლის ბირთვი შედის მრავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების შედგენილობაში, როგორცაა β-ინდოლილქმარმეა (3-ინდოლილქმარმეა):



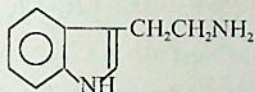
იგი უფერო კრისტალური ნაერთია (ღნ. ტ. 164°C). 3-ინდოლილქმარმეა შედის მცენარეთა შედგენილობაში და აუქსინების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია. აუქსინები ეწოდება ბუნებრივ ორგანულ ნივთიერებებს, რომლებიც მცენარეებში იწვევენ უკრელის დაყოფას, ფესვწარმოქმნას, ცილების სინთეზს და, ამგვარად, მცენარეთა ზრდის სტიმულატორებს წარმოადგენენ.

ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებიდან, რომელთა შედგენილობაში შედის ინდოლის ბირთვი, აღსანიშნავია: გრიპტოფანი, სეროტონინი, გრიპტამინი, მელაგონინი და სხვ.

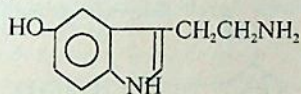
გრიპტოფანი ბუნებრივი ამინომჟეაა:



რომლის დეკარბოქსილირებით მიიღება ქეტეროციკლური ამინ-გრიპტამინი:

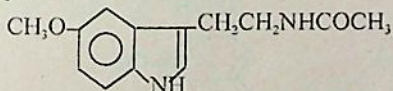


გრიპტამინიდან ორგანიზმში წარმოიქმნება სეროტონინი (5-ჰიდროქსიტრიპტამინი):



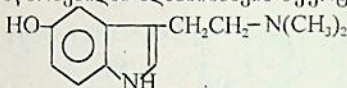
სეროტონინის წარმოქმნა მიმდინარეობს ეპიფიზში. იგი ჩვეულებრივი კონცენტრაციის შემთხვევაში ამშვილებს ნერვულ სისტემას, ხოლო დიდი კონცენტრაციის შემთხვევაში ალაგზნებს მას. სეროტონინის ბალანსის დარღვევა თავის გვინში იწვევს შიზოფრენიას. თავის გვინში სეროტონინის რაოდენობას ამცირებს რეზერპინი. სეროტონინი ხსნის კალუციონოგენების გამოყენების შედეგად გამოწვეულ ფსიქიკურ ალგზნებას. მისი ანტაგონისტებია ლიმბერგინის მჟეას დიეთილამიდი (LSD) და პსილოცინი.

სეროტონინიდან ფერმენტული გარდაქმნის შედეგად წარმოიქმნება მელაგონინი,

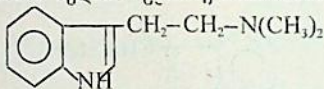


რომელიც ეპიფიზის პორმონს წარმოადგენს და განაპირობებს სადღეღამისო ბიოლოგიურ რიგმს. მელაგონინი არეგულირებს ელექტროლიტების ბალანსს ორგანიზმში და გავლენას ახდენს კანის პიგმენტაციაზე. მელაგონინი გამოიყენება მედიცინაში: რა-

ლიაციის, ენცეფალიტის და კიბოს საწინააღმდეგო საშუალებად. წარმოადგენს ანტიოქსიდანტს და აფერხებს დაბერების პროცესს. ინდოლის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ბუფოტენინი,

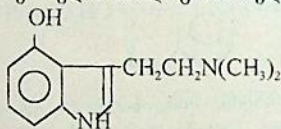


რომელიც შედის კომბეშოს შხამიან გამონაყოფში. ბუფოტენინი და ლამბილტრიპტამინი შედგანან ჰეცენარე *Mimosece piptadenja*,



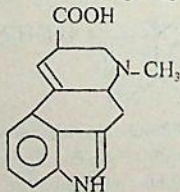
Peregrina-ს თესლებში, რომლებსაც აყენებდნენ იხდიელები ბრძოლაში წინ. ისინი უმწიკრი და ტკივილებისადმი უგრძობნი გამხდარიყვნენ.

ინდოლის ბირთვი შედის პსილოცინის შედგენილობაში:

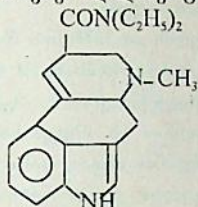


პსილოცინი შედის მექსიკური სოკოს *Psilocybe Mexicana*-ს შედგენილობაში. იგი ძლიერი მხედველობითი ჰალუციონოგენია და ახასიათებს ეიფორია (უმიზეზო ბედნიერებისა და მხიარული განწყობილების შეგრძნება).

ინდოლის ბირთვი საფუძვლად უდევს ერთ-ერთ ყველაზე ძლიერ ნარკოტიკულ ნივთიერებას – ლიზერგინის მკავეს ლიეთილამიდს (LSD). თვით ლიზერგინის მკავე შედის ჭკავის რქის სოკოში (*Claviceps purpurea*), საიდანაც ხდება მისი გამოყოფა:

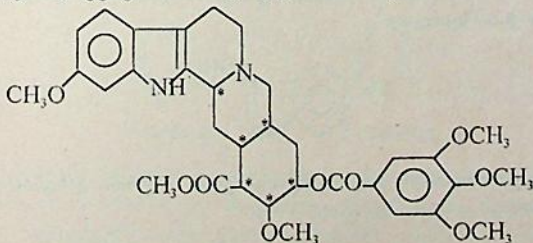


ლიბერგინის მკავეს ღიეთილამიდი ბუნებაში გავრცელებული არ არის და მას იღებენ სინთეზურად ლიბერგინის მკავადან:



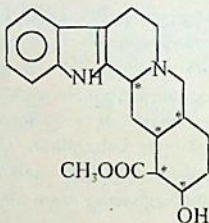
LSD იწვევს დროებით შიზოფრენიას თავის გვინში სეროტონინის ბალანსის დარღვევის გამო. LSD სეროტონინის ანტაგონისგია. სეროტონინი მონაწილეობს ნერვული იმპულსების გადაცემაში, მაგრამ LSD არ აძლევს მას ამ ფუნქციის შესრულების საშუალებას, რამდენადაც ამუხრუჭებს ფერმენტ ამინოოქსიდაზას, რის გამოც ფერხდება სეროტონინის დაშლა და იწყება მისი დაგროვება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. ეს უკანასკნელი კი იწვევს ფსიქიკურ აშლილობას. LSD-თი გამოწვეულ შიზოფრენიას თრგუნავს რეზერპინი, რამდენადაც იგი ამცირებს სეროტონინის რაოდენობას.

ინდოლის ბირთვის შემცველი ნაერთებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს რეზერპინს. იგი შედის მცენარეში *Rauwolfia Serpentina* – რაუვოლფია გველის (რაუვოლფია ექიმის გვარია, რომელმაც აღწერა ეს მცენარე). რეზერპინი შეიცავს 6 ასიმეტრიულ ნახშირბადის ატომს და არსებობს 64 იზომერის სახით. აქედან ბიოლოგიურად აქტიურია მხოლოდ ერთი იზომერი:

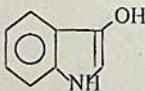


რემერპინი გამოყენებულია მედიცინაში როგორც დამამშვიდებელი და წნევის დამწვევი საშუალება.

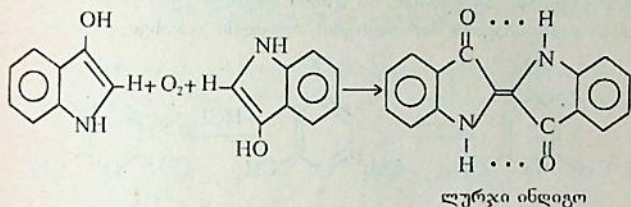
ინდოლის ბირთვი შედის იოპიმბინის შედგენილობაში. იოპიმბინი შედის აფრიკული ხის კორინანტის (*Corinante Johimbe*) ქერქისა და ფოთლების შედგენილობაში, მცირე დოზით იგი ალაგმნებს სუნთქვას, დიდი დოზით კი იწვევს სასუნთქი ცენტრის დამბლას. იოპიმბინი აღრენალისის ანტაგონისგია და აფართოებს სისხლძარღვებს. გამოყენებულია ვეგეტინარიამში, როგორც აფროდიამიკი. შეიცავს 5 ასიმეტრიულ ნახშირბადის ატომს:



ინდოლის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია საღებარი ლურჯი ინდიგო, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს. ინდიგო გლუკოზიდის სახით შედის მცენარეში – ინდოფერა, რომელსაც ინდიკანი ეწოდება. დაქუცმაცებული მცენარიდან ინდიკანს გამოწვლილავენ და ფერმენტის საშუალებით ხლეჩენ გლუკოზად და ინდოქსილად, ანუ 3-ჰიდროქსინდოლად:



3-ჰიდროქსინდოლი ადვილად იეანგება ჰაერის ეანგბადით და წარმოქმნის ლურჯ ინდიგოს:



30.3 ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები

ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან მნიშვნელოვანია ეანგბად და აზოტუმცველი ნაერთები.

ეანგბადუმცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებია α -პირანი და γ -პირანი:



α -პირანი

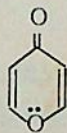


γ -პირანი

ისინი თავისუფალი სახით არ არსებობს და ცნობილია მხოლოდ მათი ნაწარმები α და γ -პირონები:



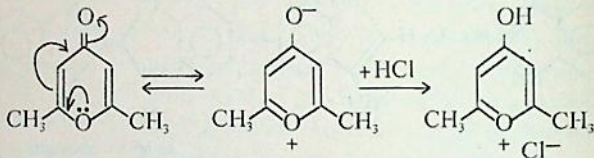
α -პირონი



γ -პირონი

α -პირონი არ არის სტაბილური ნაერთი და განიცდის პოლიმერიზაციას, γ -პირონი კი მდგრადი კრისტალური ნივთიერებაა. თავისი სტრუქტურით იგი კეგონია, მაგრამ კეგონების დამახასიათებელი თვისებები არ გააჩნია. γ -პირონი ძლიერი ფუქეა და შე-

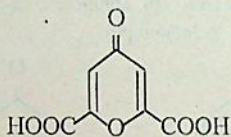
დის რეაქციაში შეაგებთან. ამ დროს აღვილი აქვს γ -პირონის ციკლის არომატიზაციას პიროლიუმის ოქსიდში გადასვლის გამო:



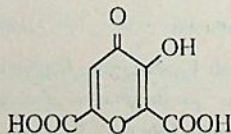
ენგბადის ჰეტეროატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი ჩაირთვება არომატიული სექსტეტის წარმოქმნაში და γ -პირონის ბირთვის კარბონილის ენგბადი დაიმუხტება უარყოფითად, ხოლო ჰეტეროციკლის ენგბადი – დადებითად. შეაგებთან ურთიქმედების დროს პროტონი მიუერთდება უარყოფითად და მუხტულ ენგბადის ატომს, ხოლო შეაგას ნაშთი – ჰეტეროციკლის ენგბადის ატომს და წარმოიქმნება პიროლიუმის მარილი. პიროლიუმის მარილში ციკლის არომატიული სექსტეტის წარმოქმნაში

მონაწილეობს $=\overset{+}{O}-$ ჯგუფი, რომელიც $=CH-$ ჯგუფის იზოელექტრონული ანალოგია.

γ -პირონის ბუნებრივი ნაერთებიდან მნიშვნელოვანია ქელიდონის შეაგა:



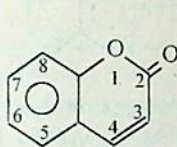
რომელსაც შეიცავს ქრისტესისხლას რძინა და მეკონის შეაგა,



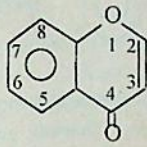
რომელიც ოპიუმში შედის.

30.3.1 კუმარინები და ქრომონები

α და γ -პირონის ბენზოლთან კონდენსირებულ ნაერთებს კუმარინები და ქრომონები ეწოდებათ. ისინი უარყოფითად არიან გაერელებულნი ბუნებაში:

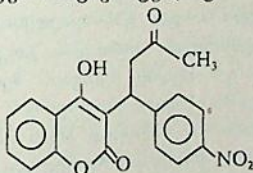


კუმარინი



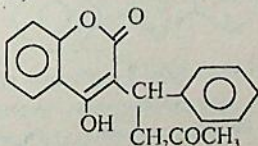
ქრომონი

კუმარინი მონაწილეობს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში, მაგრამ ჩანაცვლება ხდება მხოლოდ ბენზოლის ბირთვში. ამასთან, ბენზოლის ბირთვის რეაქციისუნარიანობა საგრძნობლად დაქვეითებულია ბენზოლთან შედარებით. კუმარინის ნაწარმები გამოყენებულია მედიცინაში. მაგალითად, სინკუმარი გამოყენებულია როგორც ეფექტური ანგიოპროტეინოლიტი:



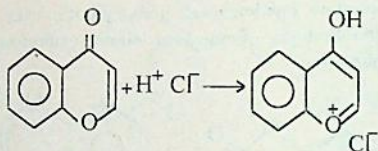
სინკუმარი

ვარფარინის ანგიოპროტეინოლიტი უნარი გამოყენებულია მღრღნელებთან საბრძოლველად (კანის გაკაწვრის შემთხვევაში სისხლისგან იცლებიან):

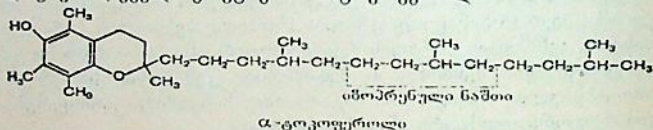


ვარფარინი

ქრომონი ფუძე თვისების მქონე ნივთიერებაა და γ -პირონის ანალოგიურად ძლიერ მკავებთან წარმოქმნის ოქსონიუმის გიბის მარილებს:

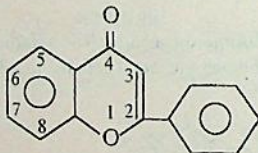


ქრომონის ბირთვი საფუძვლად უღევს მრავალ ბუნებრივ ნაერთს, რომელთა შორის აღსანიშნავია ვიგამინი E, რომელსაც გოკოფეროლი ეწოდება. ცნობილია α , β და γ -გოკოფეროლი. ბიოლოგიურად ყველაზე აქტიურია α -გოკოფეროლი:

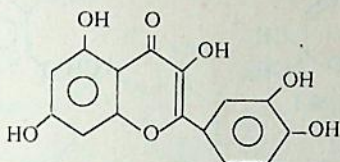


β და γ -გოკოფეროლები α -სგან განსხვავდებიან მეთილის ჯგუფების მდებარეობით ბენზოლის ბირთვში. გოკოფეროლი სინთეზირდება მცენარეებში და შედის ზეთების შედგენილობაში. მისი უკმარისობა ცხოველებში იწვევს უნაყოფობას.

მცენარეულ სამყაროში ფართოდ არის გავრცელებული ქრომონის ნაწარმი - 2-ფენილქრომონი, რომელსაც ფლაგონი ეწოდება:

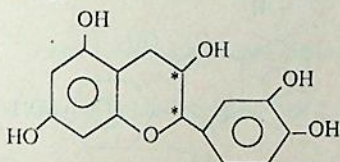


ფლაგონის ჰიდროქსინაწარმები შეღებილია ყვითლად და შედიან ყვითელი ყვავილების შედგენილობაში. ფლაგონის ჰიდროქსინაწარმებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია კვერცეგინი:



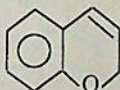
რომელიც მცენარეებში იმყოფება გლიკოზიდების სახით. ნახშირწყლებთან დაკავშირება ხორციელდება C - 3 ჰიდროქსილის საშუალებით. კვერცეგინის გლიკოზიდს P ვიგამინი, ანუ რუთინი ეწოდება.

რუთინის აქტიურობა ახასიათებს მცენარეებში გავრცელებულ მთრიმლაჟ ნიუთიერებებსაც, რომლებსაც კატექინები ეწოდებათ. კატექინები კატექინის ნაწარმებია. კატექინი კი - ფლავონის გიპის ჰიდროქსილნაწარმია და თავისი აღნაგობით ჰიდრირებულ ციანიდის წარმოადგენს:

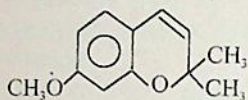


კატექინი შეიცავს ნახშირბადის ორ ასიმეტრიულ ატომს და არსებობს ოპტიკური იზომერების სახით. კატექინები შედიან ჩაის (25%), ყურძნის მგვენის (განსაკუთრებით ჩენჩოში), კაკოსა და სხვათა შედგენილობაში. კატექინები გამოყენებულია მედიცინაში P-ვიგამინთან ერთად კაპილარების დაავადებათა სამკურნალოდ.

ქრომენის

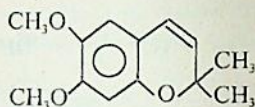


ნაწარმი პრეკოცენ I და პრეკოცენ II იწვევს მწერების საკვერცხეების დეგენერაციას და გამოყენებულია კოლორადოს ხოჭოს გასანადგურებლად. ისინი გამოყოფილ იქნა მცენარე აგერაგუმიდან, რომელიც ინდოეთში ხარობს:



პრეოკცენ I

და

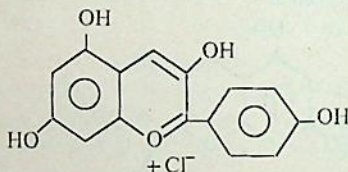


პრეოკცენ II

30.3.2 ანტოციანები

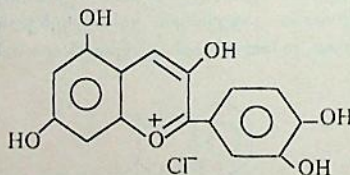
ანტოციანები ეწოდებათ ყვავილებისა და ნაყოფის მღებავ ნივთიერებებს (ბერძნულად ანტოციანი ნიშნავს ყვავილების საღებარს). ანტოციანები ბუნებრივი პიგმენტის – ანტოციანიდინების გლიკოზიდებია. ანტოციანიდინები წარმოადგენენ ოქსონიუმის მარილებს. ყვავილების ფერს განაპირობებს სამი ანტოციანიდინი:

1. პელარგონიდინი



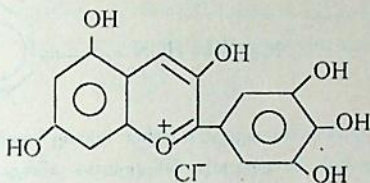
რომელიც წითელი ფერისაა.

2. ციანიდინი



რომელიც ეოლოსფერია.

3. დელფინიდინი



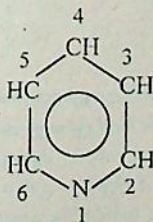
რომელიც მოვარდისფრო-იისფერია.

ყველა ანტოციანიდინი მკაფე-ფუტური ინდიკატორია და მათი ფერი დამოკიდებულია ხსნარის pH-ზე. ანტოციანიდინების სტრუქტურაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, რაც განაპირობებს ყუავილების მრავალფეროვნებას.

ციანიდინი გამოყენებულია მედიცინაში, კერძოდ, შარდში კაგექსინის აღმოსაჩენად.

30.3.3 პირიდინი და მისი ნაწარმები

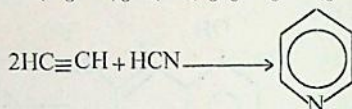
პირიდინი აზოტმცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთია:



ერიჩანაცვლებულ პირიდინს გააჩნია სამი იზომერი - $\alpha(2,6)$, $\beta(3,5)$ და $\gamma(4)$.

პირიდინი ღიდი რაოდენობით შედის ქვანახშირის კუპრის შედგენილობაში. მისი მიღების სინთეზური მეთოდებიდან აღსანიშნავია:

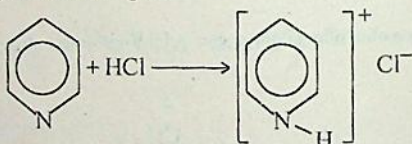
აცეტილენისა და ციანწყალბადმკავას კონდენსაცია:



პირიდინი დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეა (დულ. ტ. 115°C).

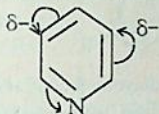
პირიდინის მოლეკულა ბრტყელია. აზოტი იმყოფება sp^2 -ჰიბრიდიზაციაში და მეზობელ ნახშირბადატომებს უკავშირდება ორი σ და ერთი π -ბმის საშუალებით, აზოტის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი კი რჩება ციკლის გარეთ და არომატული სექსტეტის წარმოქმნაში არ მონაწილეობს.

აზოტის ატომი sp^2 -ჰიბრიდიზაციაში მჭიდროდ იზიდავს თავისუფალ ელექტრონულ წყვილს და მისი ფუძე თვისებები შემცირებულია. წყალხსნარში პირიდინი ამიაკზე უფრო სუსტი ფუძეა და სიძლიერით ანილინს უგოლდება. ძლიერ მკავებთან პირიდინი წარმოქმნის მარილებს, რომლებიც შედგება პირიდინიუმის კატიონისა და მკავას ანიონისაგან:

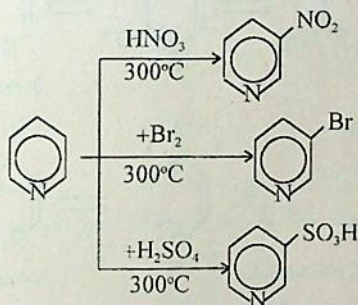


ბენზოლისაგან განსხვავებით, პირიდინის მოლეკულაში π -ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე თანაბრად არ არის განაწილებული ციკლის შედგენილობაში მყოფ ატომებს შორის. აზოტი ელექტროაქტიურობის ბუნების გამო დამუხტულია ნაწილობრივ უარყოფითად, ხოლო ნახშირბადატომები – ნაწილობრივ დადებითად. ბირთვის საერთო ელექტრონული სიმკვრივე შემცირებულია და ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიც (S_E) ძნელად მიმდინარეობს. ციკლის ნახშირბადატომებიდან რამდენიმე ჰარბი

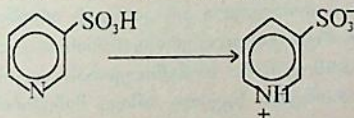
ელექტრონული სიმკერვე გააჩნია β -ნახშირბადატომს (C - 3) და ელექტროფილური ჩანაცვლებაც β -მდებარეობაში მიმდინარეობს:



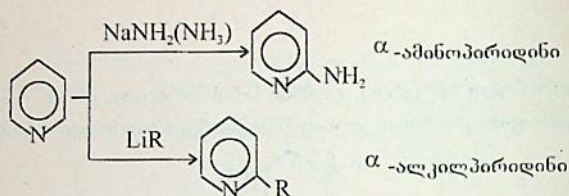
ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებით პირიდინი ემსგავსება ნიტრობენზოლს, სადაც ნიტროჯგუფის გავლენით ჩანაცვლების რეაქციები მიმდინარეობს მეტა-მდებარეობაში, რაც პირიდინში β -მდებარეობის ანალოგიურია:



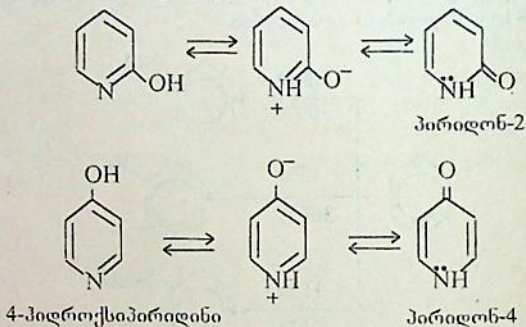
გოგირდმკვასთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნილი სულფომკვავა არსებობს შინაგანი მარილის - ცვიტერ-იონის სახით:



შედარებით ადვილად მიმდინარეობს პირიდინში ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები (S_N2) და მიიღება α -ნაწარმები. მაგალითად, ნაგრიუმის ამიდისა და ლითიუმორგანული ნაერთების მოქმედებით წარმოიქმნება α -ნაწარმები:



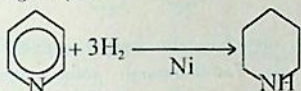
რაც შეეხება პირიდინის ჰიდროქსინაწარმებს, აღსანიშნავია 2 და 4-ჰიდროქსინაწარმები. ისინი თავისუფალი სახით არ არსებობენ, რადგან ჰიდროქსილის მკაფური წყალბადი ადვილად უერთდება ამოგის ატომს და წარმოქმნის ცვიტერიონს, რომელიც შემდეგ გადადის პირიდინის სტრუქტურაში:



გაუგომერული წონასწორობა ძირითადად გადაწეულია პირიდონის მხარეს, რამდენადაც ამოგი უფრო ძლიერად იკავშირებს წყალბადის ატომს, ვიდრე ეანგბადი. პირიდონის წარმოქმნას ისიც უწყობს ხელს, რომ მთლიანად არ კარგავს არომატულ ბუნებას, რადგან ციკლის გარეთ გასული ერთი π -ბმის ნაცვლად არომატული სექსაგეის წარმოქმნაში მონაწილეობას იღებს ამოგის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი. ამავე მიზეზების გამო პირიდონის ფუძე თვისებები ძალზე შესუსტებულია.

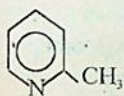
2 და 4-ჰიდროქსინაწარმებისაგან განსხვავებით, პირიდინის ანალოგიური ამინონაწარმები გაუტომერულ გარდაქმნას არ განიცდიან და მდგრად ნაერთებს წარმოადგენენ.

პირიდინი კატალიზატორის თანაობისას იერთებს წყალბადს და წარმოქმნის პიპერიდინს:

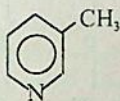


პიპერიდინის ფუძე თვისებები აციკლური ამინების თანაგოლია.

პირიდინის ჰომოლოგებს პიკოლინები ეწოდებათ. არსებობს α , β და γ პიკოლინები:



α -პიკოლინი

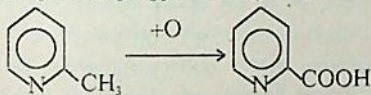


β -პიკოლინი

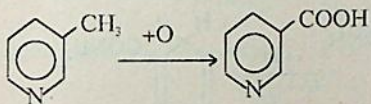


γ -პიკოლინი

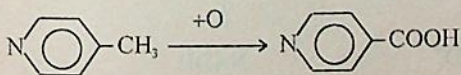
პიკოლინების დაქანგვით მიიღება შესაბამისი მჟავები:



პიკოლინის მჟავა

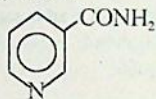


ნიკოტინის მჟავა

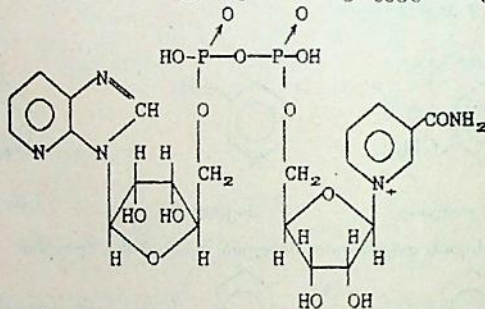


იზონიკოტინის მჟავა

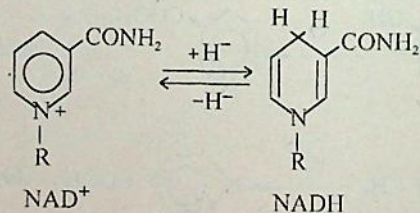
ნიკოტინის მევა და მისი ამიდი წარმოადგენს ვიტამინ PP-ს. ვიტამინი PP პელაგრის საწინააღმდეგო ვიტამინია. შედის მრავალი ფერმენტის შედგენილობაში:



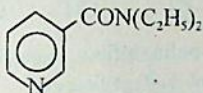
ვიტამინი PP, ანუ ნიციანი შედის ფერმენტ დეჰიდროგენაზას შედგენილობაში და წარმართავს ენგვა-ალდგენით პროცესებს ორგანიზმში. დეჰიდროგენაზას კოფერმენტს წარმოადგენს ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდი (NAD^+), რომელსაც დიფოსფორილინდინუკლეოტიდი (DPN^+) ეწოდება. მისი სტრუქტურა ასეთია:



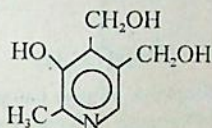
NAD^+ -ის ენგვა-ალდგენითი უნარი დამოკიდებულია პირიდინის ბირთვის უნარზე – მიიერთოს წყალბადის ანიონი და წარმოქმნას ალდგენილი ფორმა, რომელიც ადვილად გადადის ისევ NAD^+ -ში:



ნიკოტინის მექაეს დიეთილამიდი კარდიაშინის სახელწოლე-
ბით გამოყენებულია მედიცინაში:



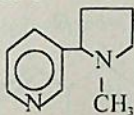
პირიდინის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ვიგამინი B₆-პირი-
ლოქსინი:



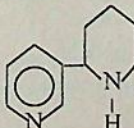
რომელიც მონაწილეობს გადაამინირების რეაქციაში.

პირიდინის ბირთვი შედის ალკალოიდების – ნიკოტინის, ანა-
ბაზინის, ლობელინის, კონიინის შედგენილობაში. ალკალოიდები
ეწოდებათ აზოტშემცველ უუძე ბუნების ჰეტეროციკლურ ნაერ-
თებს, რომლებიც შედიან მცენარეთა შედგენილობაში.

ნიკოტინი შედის თამბაქოს ფოთლების შედგენილობაში. წარ-
მოადგენს ძლიერ შხამს. 40 მგ ნიკოტინი ადამიანისათვის სასიკ-
ვდილოა. ნიკოტინი გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში:

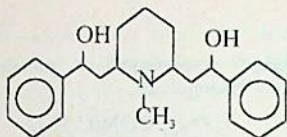


ნიკოტინის იზომერია ანაბაზინი:



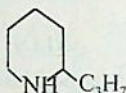
იგიც ძლიერი შხამია და გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში.

ლობელინი



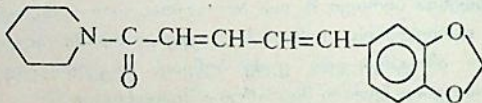
შელის მცენარეში *Lobelia inflata*. აღაგზნებს სუნთქვის ცენტრს. გამოყენებულია ასთმის სამკურნალოდ.

კონიინი შელის მცენარე კონიოს შეღვენილობაში (*Conium maculatum*):



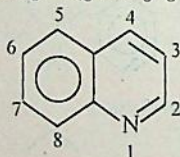
კონიინი ძლიერი საწამლაგია, იწვევს სასუნთქი ვზების დამბლას.

პირიდინის პილირებული ბირთვი შელის აგრეივე შავი წიწაკის (*Piperum nigrum*) შეღვენილობაში. ამ ნაერთს პიპერინი ეწოდება:



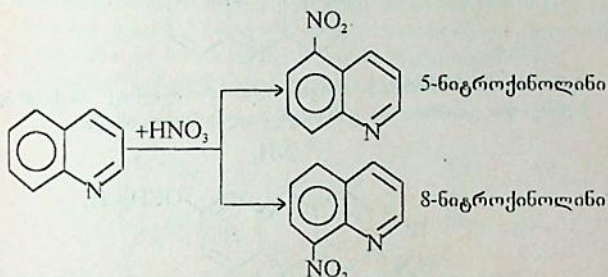
30.3.4 ქინოლინი და მისი ნაწარმები

ქინოლინი პირიდინის კონდენსირებული ნაერთია ბენზოლთან

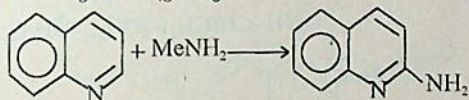


ქინოლინის მოლეკულაში შემაჯავლი ბენზოლის ბირთვი უფრო არომატული ბუნებისაა, ვიდრე პირიდინის ბირთვი, ამიტომ ელექ-

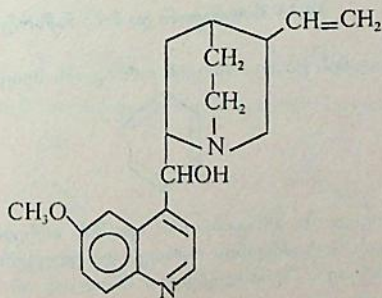
გროფილური ჩანაცვლების (S_E) რეაქციები მიმდინარეობს ბენ-ზოლის ბირთვში და წარმოქმნის 5 და 8-ჩანაცვლების პროდუქტებს:



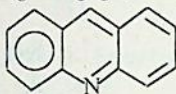
ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები (S_N) მიმდინარეობს პირიდინის ბირთვის 2-მდებარეობაში:



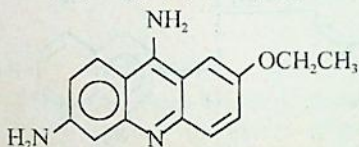
ქინოლინის ნაწარმებიდან მნიშვნელოვანია ქინაქინა. იგი შედის ქინაქინის ხის ქერქში და გამოიყენება მალარიის სამკურნალოდ:



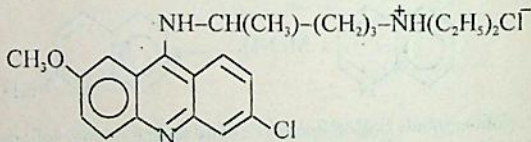
ბენზოლთან პირიდინის კონდენსირებული სისტემებიდან აღსანიშნავია აკრიდინი, რომელიც პირიდინისა და ორი ბენზოლის ბირთვის კონდენსირებული სისტემაა:



აკრიდინის ნაწარმია რივანოლი, რომელსაც ბაქტერიციდული თვისებები გააჩნია და გამოყენებულია მედიცინაში:

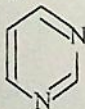


აკრიდინის მეორე ნაწარმი – აკრიქინი გამოყენებულია მალარიის სამკურნალოდ:



30.3.5 პირიმიდინი და მისი ნაწარმები

პირიმიდინის ციკლი აზოგის ორ ატომს შეიცავს

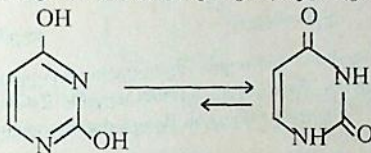


პეტეროციკლში აზოგის ორი ატომის არსებობა კიდევ უფრო პასიურს ხდის პირიმიდინის ბირთვის და ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ

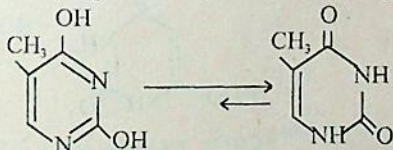
ციკლში ჩანაცვლებულია რამდენიმე ელექტროდონორული ჩანაცვლებული. პირიმიდინი პირიდინზე სუსტი ფუძეა.

პირიმიდინის ნაწარმებიდან საყურადღებოა მისი ჰიდროქსი და ამინონაწარმები. ჰიდროქსინაწარმებს, პირიდინის ანალოგიურ ნაერთებთან შედარებით, უფრო მეტად ახასიათებთ გაუტომერული გარდაქმნა და ძირითადად იმყოფებიან კეჟო-ფორმაში.

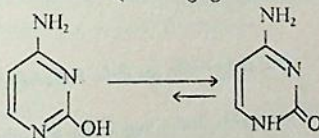
2,4-დიჰიდროქსიპირიმიდინის ურაცელი ეწოდება:



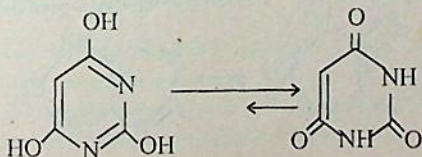
5-მეთილ-2,4-დიჰიდროქსიპირიმიდინის თიმინი ეწოდება:



2-ჰიდროქსი-4-ამინოპირიმიდინს - ციტოზინი:

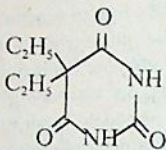


2,4,6-ტრიჰიდროქსიპირიმიდინის - ბარბიტურის მკაევა:

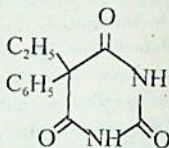


ბარბიტურის მკაევა

ბარბიტურის შევას ზოგიერთი ნაწარმი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც საძილე საშუალება. მათ შორის აღსანიშნავია ვერონალი და ლუმიინალი:

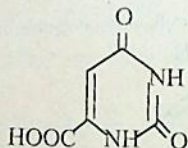


ვერონალი



ლუმიინალი

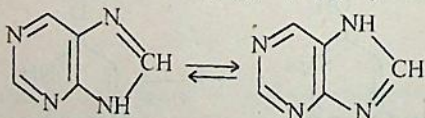
პირიმიდინის ბირთვის შემცველი შედეგებიდან აღსანიშნავია ოროტის შევას, რომელიც წარმოადგენს 2,4-დიჰიდროქსიპირიმიდინ-6-კარბონშევას. ოროტის შევას ძირითადად კეტო-ფორმის სახით არსებობს:



ოროტის შევას წარმოადგენს ვიტამინს (B₁₃). იგი არეგულირებს ღვიძლის მუშაობას და ნუკლეინის შევების ბიოსინთეზის ერთ-ერთი საწყისი ნივთიერებაა.

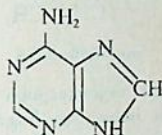
30.3.6 პურინი და მისი ნაწარმები

პურინი წარმოადგენს პირიმიდინისა და იმიდაზოლის კონდენსირებულ ჰეტეროციკლურ ნაერთს. იგი კრისტალური ნივთიერებაა (ღნ. ტ. 216°C) და არსებობს ორი ტაუტომერული ფორმის სახით:

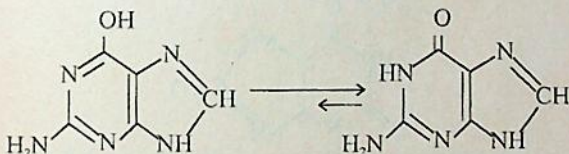


პურინის მოლეკულა ბრტყელია, შეიცავს 10π-ელექტრონს და არომატული ბუნებისაა.

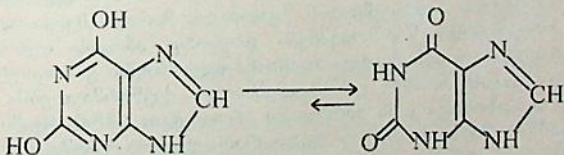
პურინის ნაწარმებიდან მნიშვნელოვანია ჰიდროქსი და ამინონაწარმები: 6-ამინოპურინი, რომელსაც ადენინი ეწოდება:



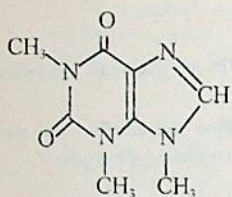
6-ჰიდროქსი-2-ამინოპურინი, რომელსაც გუანინი ეწოდება. გუანინის კეტო-ენოლური ტაუტომერული ფორმებიდან მდგრადია კეტო-ფორმა და ტაუტომერული წონასწორობა ძირითადად გადაწყველია მარჯვნივ:



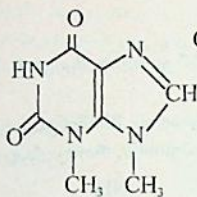
2,6-დიჰიდროქსიპურინი, რომელსაც ქსანთინი ეწოდება. იგი ძირითადად არსებობს კეტო-ფორმის სახით:



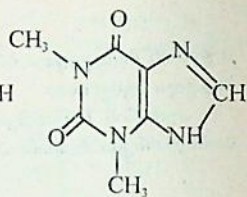
ქსანთინის ნაწარმებს წარმოადგენს: კოფეინი, თეობრომინი და თეოფილინი. კოფეინი დიდი რაოდენობით შედის ჩაის ფოთლების (4-5%) და ყავის მარცვლების (2,5%) შედგენილობაში; თეობრომინი – კაკაოში (2%); თეოფილინი – ჩაის ფოთლებში (1,5%):



კოფეინი



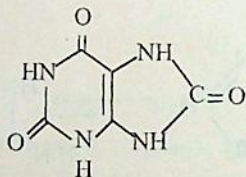
თეობრომინი



თეოფილინი

კოფეინი, თეობრომინი და თეოფილინი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც ნერვული სისტემის მაგნიტუბული საშუალებები. ვარდა ამისა, კოფეინი და თეოფილინი კარგი შარდმდენია, ხოლო კოფეინი არეგულირებს გულის მუშაობას.

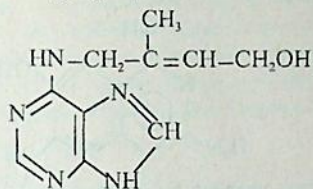
პურინის ჰიდროქსინაწარმებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს შარდის მკავას, რომელიც წარმოადგენს 2,6,8-გრიპიდროქსიპურინის კეგო-ფორმას:



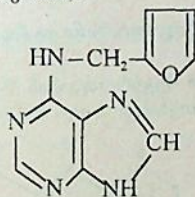
შარდის მკავა ორფუძიანია. მის მკავურ თვისებებს განაპირობებს ენოლური ფორმის C-2 და C-8 ნახშირბადატომებთან დაკავშირებული ჰიდროქსილის წყალბადი. შარდის მკავა ალამიანის ორგანიზმში წარმოიქმნება როგორც აზოტის დეზასიმილაციის თანამდე პროდუქტი. ალამიანი დე-ლაბეში გამოყოფს 1 გ შარდის მკავას, ხოლო ფრინველებსა და ქვეწარმავლებში იგი აზოტის დეზასიმილაციის ძირითადი პროდუქტია (90%). ალამიანის ორგანიზმში შარდის მკავას დიდი რაოდენობით წარმოქმნა იწვევს „ქვების“ გაჩენას თირკმლებსა და საშარდე ბუშტში. ნიკრისის ქართი დაავადებულ ალამიანებში შარდის მკავას მონონატრიუმის მარილი სახსრებში გროვდება.

პურინის ბირთვი უდევს საფუძვლად მცენარეთა შრდის სტიმულატორებს, რომლებსაც ციგოკინინები ეწოდებათ. ციგოკინინე-

ბის პირველი წარმომადგენელი – ზეაგინი გამოყოფილ იქნა სიმინდის უმწიფარი მარცვლებიდან:



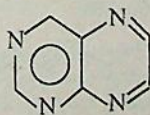
ციტოკინინების ყველაზე აქტიური წარმომადგენელია კინეტინი (6-ფურფურილაზინოპურინი):



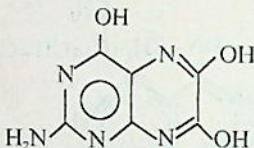
აღმოჩენილ იქნა ისეთი ციტოკინინებიც, რომლებიც აღენინის ნაწარმებს წარმოადგენენ. ვარაუდობენ, რომ ციტოკინინები ხელს უწყობენ უჯრედში ცილების, ღნმ-ისა და რნმ-ის ბიოსინთეზის პროცესებს.

30.3.7 პტერიდინი და მისი ნაწარმები

პტერიდინი პირიმიდინისა და პირაზინის ბირთვის კონდენსირებული ნაერთია და მისთვის დამახასიათებელია ფუძე თვისებები:



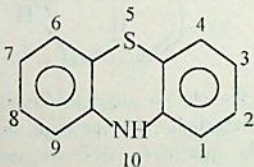
განსაკუთრებით აღსანიშნავია პტერიდინის ბუნებაში გავრცელებული ნაწარმი ლეიკოპტერინი, რომელიც მწერების საფარველის (პეპლების ფრთების) საღებარია:



პტერიდინი შედის ვიტამინ B₂-ის (რიბოფლავინის) და ფოლის მკავას შედგენილობაში.

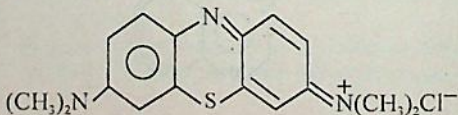
30.3.8 ფენთიაზინი და მისი ნაწარმები

ორი-სხვადასხვა პეტეროატომის შემცველი ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ფენთიაზინს:

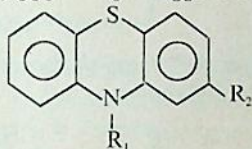


იგი არომატული ნაერთია და ახასიათებს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. ფენთიაზინი წარმოადგენს ინსექტიციდს (მწერების გამანადგურებელ ნივთიერებას) და გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში კოლოების წინააღმდეგ.

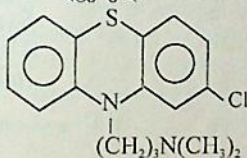
ფენთიაზინის ზოგიერთი ნაწარმი გამოიყენება საღებრად, მაგალითად, მეთილენის ლურჯი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ბიოქიმიურ ლაბორატორიებში:



განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფენთიაზინის ნაწარმებს ფარმაკოლოგიაში. ისინი გამოყენებულია სერეული სისტემის ზოგიერთი დაავადების სამკურნალოდ. ფენთიაზინის ნაწარმები გრანქვილიზატორებს, ანუ დამამშვიდებელ ნივთიერებებს წარმოადგენენ. გრანქვილიზატორები ფენთიაზინის N-ნაწარმებია, რომელთა უმრავლესობა C - 2 აგომთან შეიცავენ სხვადასხვა რადიკალს. ფენთიაზინის ჯგუფის პრეპარატების ზოგადი ფორმულაა:



მათი ერთ-ერთი წარმომადგენელია ამინაზინი:

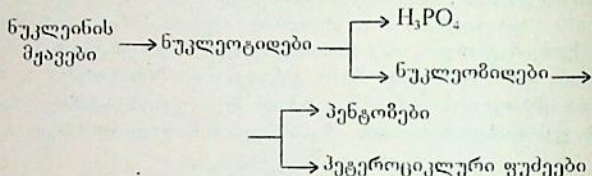


31. ნუკლეინის მუხავები

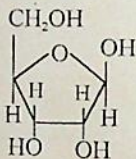
ნუკლეინის მუხავები წყალში ხსნადი, მაღალმოლეკულური ბიოპოლიმერებია, რომლებიც აღმოჩენილია უჯრედის ბირთვის შემადგენლობაში (nuclea-ბირთვი). მათი მოლეკულური მასა იცვლება 10^6 -დან 10^9 -მდე. ნუკლეინის მუხავები გამოყოფილია 1868 წ. ფრიდრიხ მიშერის მიერ; ხოლო მათი აღნაგობა დაადგინეს XX საუკუნის 40-50 წლებში.

ცილების მსგავსად, ნუკლეინის მუხავებიც განიცდიან ჰიდროლიზს და წარმოქმნიან ნუკლეოტიდებს, რომლებიც ნუკლეინის მუხავების მონომერებს წარმოადგენენ. ნუკლეოტიდები რთული აღნაგობისაა და შემდგომი ჰიდროლიზით წარმოქმნიან ფოსფორმუხავასა და ნუკლეოზიდებს. თავის მხრივ, ნუკლეოზიდებიც განიც-

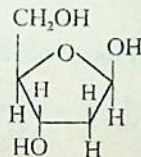
დიან პიდროლიზს და წარმოქმნიან პეტეროციკლურ ფუძეებს და პენტოზებს. მაშასადამე, პიდროლიზის სქემა ასეთია:



პენტოზებიდან ნუკლეინის მეავეების შედგენილობაში შედის β -D-რიბოზა და β -D-დეზოქსირიბოზა:



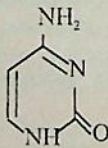
β -D-რიბოფურანოზა



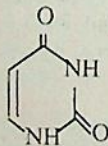
β -D-დეზოქსირიბოფურანოზა

ნუკლეინის მეავეებს, რომელთა შედგენილობაში შედის β -D-დეზოქსირიბოზა, დეზოქსირიბონუკლეინის მეავეები (დნმ) ეწოდებათ, ხოლო ისეთ ნუკლეინის მეავეებს, რომელთა შედგენილობაში შედის β -D-რიბოზა, რიბონუკლეინის მეავეები (რნმ) ეწოდებათ.

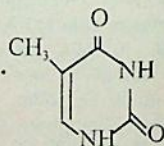
პეტეროციკლური ფუძეებიდან ნუკლეინის მეავეების შედგენილობაში შედის პირიმიდინისა და პურინის ფუძეები. პირიმიდინის ფუძეებიდან შედიან:



ციტოზინი

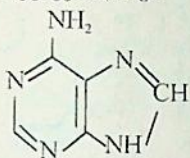


ურაცილი

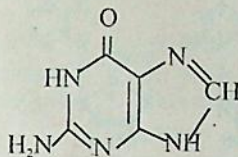


თიმიინი

პურინის ფუძეებიდან კი:



აღენინი



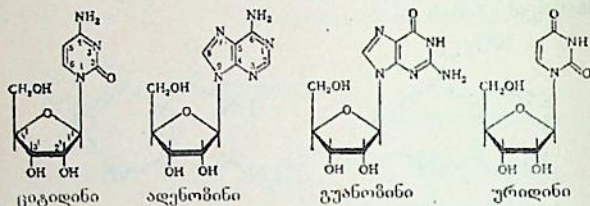
გუანინი

დნმ-ის შედგენილობაში შედიან: აღენინი, გუანინი, ციტოზინი და თიმინი. რნმ-ის შედგენილობაში შედიან: აღენინი, გუანინი, ციტოზინი და ურაცილი. ე. ი. პურინის ფუძეები შედიან როგორც დნმ-ის, ისე რნმ-ის შედგენილობაში, ხოლო პირიმიდინის ფუძეებიდან დნმ-ის შედგენილობაში შედის ციტოზინი და თიმინი, ხოლო რნმ-ის შედგენილობაში თიმინის ნაცვლად შედის ურაცილი.

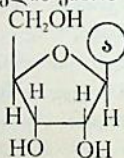
ამრიგად, ყოველი ნუკლეინის მებაჟა შედგება ოთხი პეტეროციკლური ფუძისაგან. აქედან ორი პურინის ჯგუფისა და ორი - პირიმიდინის.

31.1 ნუკლეოზიდები

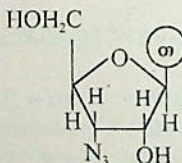
ნუკლეოზიდის მოლეკულა შედგება პეტეროციკლური ფუძისა და პენტოზისაგან, სადაც პენტოზის პირველი ნახშირბადი (C - 1) დაკავშირებულია პირიმიდინის ამოგის პირველ ატომთან (N - 1) ან პურინის ამოგის მეცხრე ატომთან (C - 9). მაშასადამე, ნუკლეოზიდები პეტეროციკლური ფუძეების N-გლიკოზიდებია. ნუკლეოზიდები პენტოზის მიხედვით იყოფიან ორ ჯგუფად - რიბოზებად და დეზოქსირიბოზებად. ნუკლეოზიდების გრევიალური სახელწოდება იწარმოება პეტეროციკლური ფუძის სახელწოდებისაგან. პირიმიდინის ნაწარმის დაბოლოებაა „იდინი“, ხოლო პურინის ნაწარმისა „ოზინი“:



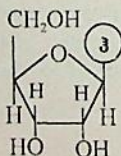
უჯრედში თავისუფალი სახით იმყოფება ისეთი ნუკლეოზიდი, რომელიც ნუკლეინის შეადგენილობაში არ შედის და გააჩნია ანტიბიოტიკური თვისებები. ასეთი ნუკლეოზიდი კორდიცეპინი, რომელიც გამოყენებულია კიბოს სამკურნალოდ:



და აზიდოთიმინი, რომელიც გამოყენებულია შიღის ვირუსის საწინააღმდეგოდ:

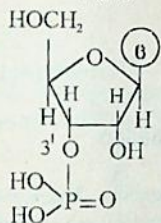


სინთეზური ნუკლეოტიდებიდან აღსანიშნავია β -რიბოზასა და ჰიპოქსანტინის N-ნუკლეოზიდი, რომელიც გამოყენებულია მედიცინაში გულის სამკურნალოდ რიბოქსინის, ანუ ინოზინის სახელწოდებით:

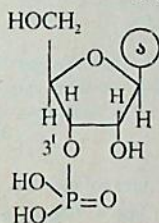


31.2 ნუკლეოტიდები

ნუკლეოტიდები ნუკლეოზიდების - 3' -ფოსფორმეჯავს ეთერები, ანუ 3' -ფოსფატებია. ნუკლეოტიდის მოლეკულაში ფოსფორმეჯავს ნაშთი დაკავშირებულია პენტოზის 3' -ნახშირბადატომთან:

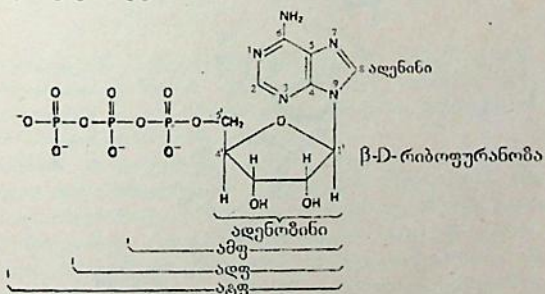


ციტინ-3-ფოსფორმეჯავა,
ანუ ციტინ-3-ფოსფატი

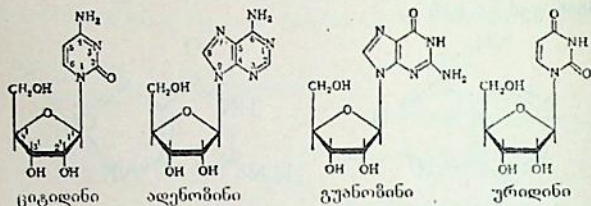


ადენინ-3-ფოსფორმეჯავა,
ანუ ადენინ-3-ფოსფატი

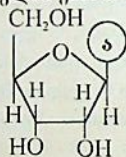
ნუკლეოტიდებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ადენოზინ-5' -მონოფოსფატს (ამფ), ადენოზინ-5' -დიფოსფატს (აღფ) და ადენოზინ-5' -ტრიფოსფატს (ატფ):



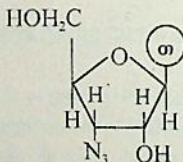
აღფ და ატფ ენერჯით მდიდარი ნაერთებია და ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ენერჯეტიკულ წყაროს წარმოადგენს. მარტივი მონოფოსფატების გარდა, აღსანიშნავია ციკლური ამფ (ადენოზინ-3', 5' -მონოფოსფატი):



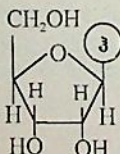
უჯრედში თავისუფალი სახით იმყოფება ისეთი ნუკლეოზიდები, რომელიც ნუკლეინის შეყვების შედეგად შებენილობაში არ შედის და გააჩნია ანტიბიოტიკური თვისებები. ასეთი ნუკლეოზიდია კორდიცეპინი, რომელიც გამოყენებულია კიბოს სამკურნალოდ:



და ამილთიმიდინი, რომელიც გამოყენებულია შიდსის ვირუსის საწინააღმდეგოდ:

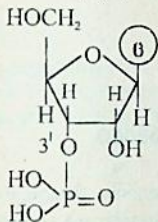


სინთეზური ნუკლეოტიდებიდან აღსანიშნავია β -რიბოზასა და ჰიპოქსანტინის N-ნუკლეოზიდი, რომელიც გამოყენებულია მედიცინაში გულის სამკურნალოდ რიბოქსინის, ანუ ინოზინის სახელწოდებით:

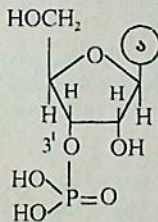


31.2 ნუკლეოტიდები

ნუკლეოტიდები ნუკლეოზიდების - 3' -ფოსფორმეჯავს ეთერები, ანუ 3' -ფოსფატებია. ნუკლეოტიდის მოლეკულაში ფოსფორმეჯავს ნაშთი დაკავშირებულია პენტოზის 3' -ნახშირბადატომთან:

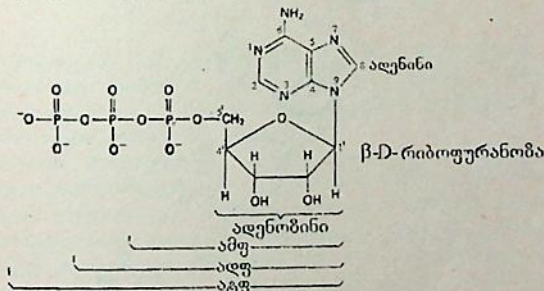


ციტინინ-3'-ფოსფორმეჯავა,
ანუ ციტინინ-3'-ფოსფატი

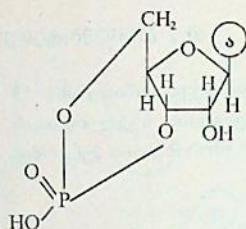


ადენინ-3'-ფოსფორმეჯავა,
ანუ ადენინ-3'-ფოსფატი

ნუკლეოტიდებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ადენოზინ-5' -მონოფოსფატს (ამფ), ადენოზინ-5' -დიფოსფატს (აღფ) და ადენოზინ-5' -ტრიფოსფატს (ატფ):

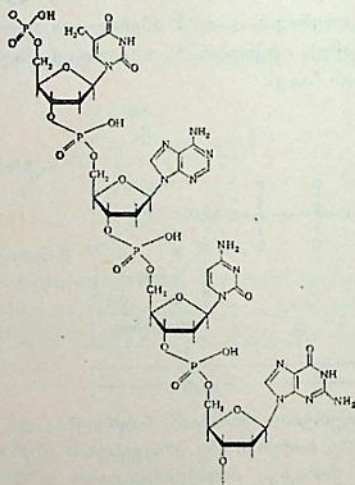


აღფ და ატფ ენერჯით მდიდარი ნაერთებია და ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ენერჯეტიკულ წყაროს წარმოადგენს. მარტივი მონოფოსფატების გარდა, აღსანიშნავია ციკლური ამფ (ადენოზინ-3', 5' -მონოფოსფატი):

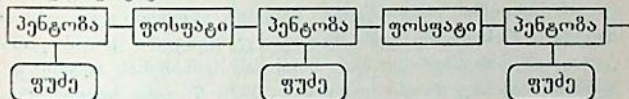


31.2 ნუკლეინის მზამები

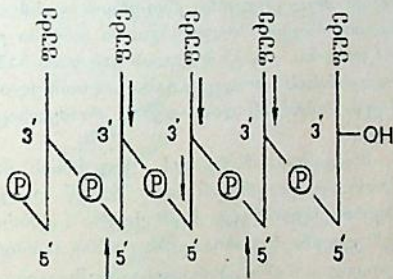
ნუკლეინის მკავები 3'-ნუკლეოტიდების პოლიკონდესაციის პროდუქტია, სადაც ნუკლეოტიდების ნაშთების დაკავშირება ხორციელდება 3',5'-ფოსფოდიეთერული ბმებით. ნუკლეინის მკავები საზოვანი აღნაგობის პოლიეთერებია:



ნუკლეინის მეავეების ჩონჩხი შედგება პენტოზისა და ფოსფორმეავეას ნაშთებისაგან. პეტეროციკლური ფუძეები კი წარმოქმნიან განშტოებებს:

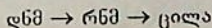


ნუკლეოტიდების სპეციფიკურ თანამიმდევრობას ნუკლეინის მეავეებში პირველადი სტრუქტურა ეწოდება. ღნმ-ის პირველადი სტრუქტურა სქემატურად ასე შეიძლება გამოვსახოთ:



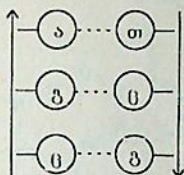
ნუკლეოტიდების პირველადი სტრუქტურა განსაზღვრავს: 1. მემკვიდრეობითი ნიშნების გადაცემას, რაც ღნმ-ის საშუალებით ხორციელდება და 2. სპეციალური ცილების სინთეზს, რომელიც რნმ-ის საშუალებით ხორციელდება.

ღნმ-ის მოლეკულაში პეტეროციკლური ფუძეების განსაზღვრული თანამიმდევრობის საშუალებით ჩაწერილია შთამომავლობითი ინფორმაცია, რომელიც ინახება უჯრედის ბირთვში და შთამომავლობით გადაეცემა თაობიდან თაობას. ღნმ-ის მოლეკულიდან, როგორც მატრიციდან, სინთეზირდება ანალოგიური აღნაგობის რნმ, რომელიც ღნმ-დან გადაწერილი ინფორმაციის შესაბამისად ახდენს სპეციფიკური ცილების სინთეზს. ამრიგად, ცილების სინთეზი ორგანიზმში მიმდინარეობს ასეთი თანამიმდევრობით:

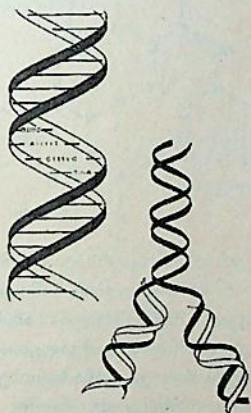


ცალკეული ამინომჟავების შეყვანას ცილის მოლეკულაში ახორციელებს გარკვეული კოდი, რომელიც სამი პეტეროციკლური ფუძის თანამიმდევრობით განისაზღვრება. ამ სამეულს კოდონი ეწოდება, ხოლო კოდონების ერთობლიობას, რომელიც ერთი ცილის სინთეზის ინფორმაციას შეიცავს, ეწოდება გენი. ღნმ-ის მოლეკულა რამდენიმე გენს შეიცავს. გენეტიკური კოდის გაშიფვრა ეკუთვნის ნირენბერგსა და ოჩოას. ამ აღმოჩენას ადარებენ ფარდობითობის თეორიის აღმოჩენას. 1970 წ. გენი სინთეზურად მიიღო კორანამ. კოდონში სამი პეტეროციკლური ფუძის თანამიმდევრობაში ერთ-ერთი ფუძის შეცვლა იწვევს ღნმ-ის საშუალებით სინთეზირებული ცილის პირველადი სტრუქტურის შეცვლას. მაგალითად, ღნმ-ის მოლეკულაში ერთ-ერთი ფუძის – ადენინის შეცვლა ურაცილით იწვევს პოლიპეპტიდის ჯაჭვში გლუტამინის მქავეას ნაშთის (კოდონი – გაგ) შეცვლას ვალინის ნაშთით (კოდონი – გუგ). კემოვლობინის მოლეკულაში აღნიშნული ამინომჟავების შეცვლა იწვევს სისხლის დაავადებას, რომელსაც ნამგლისებური ანემია ეწოდება.

გოდის, პოლინგის, ჩარგაფის, უილკინსის შრომების საფუძველზე უოგსონისა და კრიკის მიერ 1953 წ. დადგენილ იქნა ნუკლეინის მქავეების მეორეული სტრუქტურა (კემბრიჯი). ღნმ-ის მეორეული სტრუქტურა წარმოადგენს ორმაგ α -სპირალს, რომელიც პოლინიკლოგიდის ორი სპირალისაგან შედგება. ეს ორი სპირალი ორიენტირებულია შემხვედრი მიმართულებით (ანტიპარალელური) და დახვეულია ერთი საერთო ღერძის გარშემო. ორმაგი სპირალის დიამეტრია 1,8 ნმ. სპირალის ერთი ხვია შეიცავს 10 ნუკლეოტიდს. სპირალის ზედაპირზე განლაგებულია ფოსფატური ჯგუფები, ხოლო ფუძეები მოთავსებულია შიგნით. ორი სპირალი ერთმანეთს უკავშირდება პეტეროციკლურ ფუძეებს შორის დამყარებული წყალბადური ბმების საშუალებით. ამასთან, წყალბადური ბმები მყარდება ისეთ წყვილებს შორის, როგორცაა ადენინი და თიმიინი; გუანინი და ციგოზინი, ე. ი. ერთი პირამიდინისა და მეორე პურინის ფუძე (ჩარგაფი). ადენინი-თიმიინი და გუანინი-ციგოზინი წარმოადგენენ კომპლემენტურ (ერთმანეთის შემავსებელ) ფუძეებს. ერთ-ერთ ჯაჭვში ფუძეების თანამიმდევრობა ნუბისმიერია, ხოლო მეორეში ეს თანამიმდევრობა განისაზღვრება კომპლემენტურობის პრინციპით:

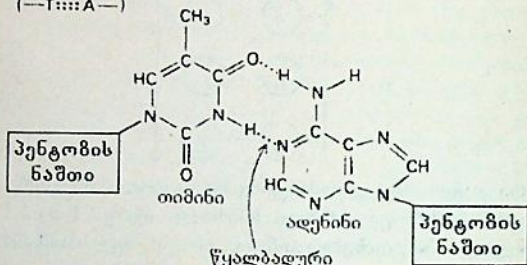


ეს ორი ჯაჭვი ისეა ერთმანეთზე მორგებული, როგორც ხელი და ხელთათმანი. როცა ორმაგი სპირალი იყოფა ხელის გარშემო, „გაჩნდება“ ახალი ხელთათმანი, ხოლო ხელთათმანის შიგნით „გაჩნდება“ ახალი ხელი (კრიკის შედარება). ორმაგი სპირალის სქემაა:

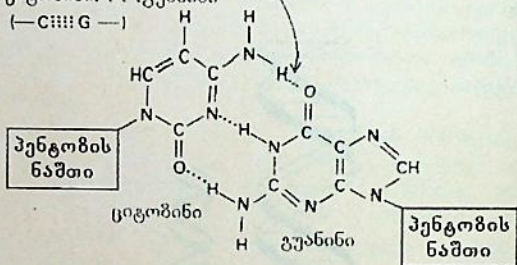


ამრიგად, ყოველ ცალკეულ სპირალზე, როგორც მაგრიცაზე, იქმნება ახალი ჯაჭვი კომპლემენტურობის პრინციპის თანახმად. კომპლემენტურ ფუძეებს შორის წყალბადური ბმები მყარდება შემდეგნაირად (კომპლემენტური ფუძეების კომპაქტური ორიენტაციის მიზნით პირიმიდინის ციკლში ატომები წანაცვლებულია მარჯვნივ ერთი ატომით):

თიმინი : : : ადენინი
(—T:::A—)



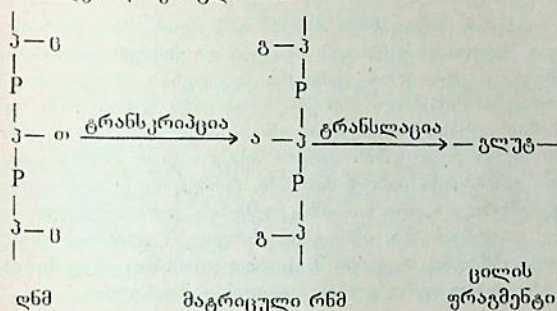
ციტოზინი : : : გუანინი
(—C:::G—)



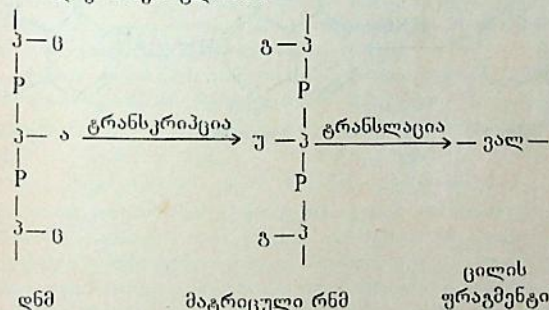
დნმ-დან გადაწერილი ინფორმაცია რნმ-ს გადააქვს რიბოსო-
მაზე, სადაც მიმდინარეობს ცილების სინთეზი. ამ რნმ-ს ინფორმა-
ციული, ანუ მაგრიცული რნმ ეწოდება. ამინომჟავების მოწოდება
ხდება გრანსპორტული რნმ-ის საშუალებით. ამინომჟავას ლაკაფ-
შირების თანამიმდევრობას კი განაპირობებს ფუძეების თანამიმ-
დევრობა (კოდონი) ინფორმაციულ რნმ-ში.

ნამგლისებური ანემიის დროს, ნორმალური კემოგლობინისა-
გან განსხვავებით, ანომალური კემოგლობინის ორი β-კემოგლო-
ბინის განშტოება შეიცავს ვანილის ნაშთს გლუტამინომჟავას ნაშ-
თის ნაცვლად. ნამგლისებური ანემიის მიზეზია დნმ-ში ფუძეების
თანამიმდევრობის შეცვლა, რასაც მუტაცია ეწოდება. ცილის პირ-
ველადი სტრუქტურის შეცვლა ასე მიმდინარეობს:

ნორმალური β-კემოგლობინი:



ანომალიური კემოგლობინი

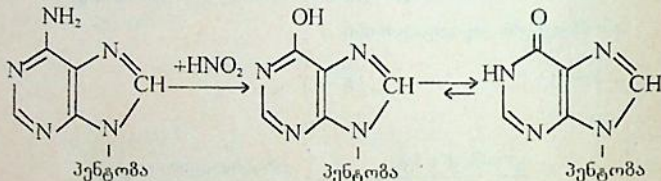


სულ 64 კოდონი არსებობს, ხოლო ამინომკევათა რიცხვი, რომლებიც ცილების წარმოქმნაში იღებენ მონაწილეობას, 20-ია. მაშასადამე, ერთსა და იმავე ამინომკეავას რამდენიმე კოდონი შეესაბამება. მაგალითად:

გლიცინის	-	გგუ, გგც, გგა, გგზ
ალანინის	-	გცუ, გცი, გცა, გცზ
ვალინის	-	გვუ, გვი, გვა, გვზ
ლეიცინის	-	უუა, უუბ, უუც, უუზ
გლუტამინის მკეავას	-	გაა, გუბ, გვუ, გგზ

ამჟამად დადგენილია ყველა ბუნებრივი 20 ამინომჟავას კოლონი.

მუტაციის სხვადასხვა მიზეზი არსებობს, მათ შორის აღსანიშნავია ულტრაიისფერი გამოსხივება და ქიმიური პრეპარატების შემოქმედება. ერთ-ერთი ქიმიური მუტაგენია აზოტოვანი მჟავა, რომელსაც არომატული ამინები გადაჰყავს ფენოლებში (დიაზონიუმის მარილების წარმოქმნის გზით). ანალოგიურად შედის აზოტოვანი მჟავა ნუკლეინის მჟავას ჰეტეროციკლურ ფუძესთან და აღენინი გადაჰყავს პიკოქსანთინში, რომელიც წყალბადური ბმებით უკავშირდება არა თიმინს (აღენინის კომპლემენტურ ფუძეს), არამედ ციტოზინს და, ამრიგად, ასრულებს გუანინის ფუნქციას. ე. ი. ფაქტობრივად, აღენინი შეიცვალა გუანინით, რაც შემდეგ ცილის პირველადი სტრუქტურის შეცვლას გამოიწვევს:



დანართი

1. იუპაკის ნომენკლატურის პრინციპები

ორგანულ ქიმიაში ღრისათვის ერთმანეთის პარალელურად არსებობს რამდენიმე ნომენკლატურული სისტემა (რაციონალური, ენევის, ლიოვის, იუპაკის), რომელთა შორის ყველაზე თანამედროვეა იუპაკის ნომენკლატურა. თანამედროვე იუპაკის ნომენკლატურაზე კორექტული წარმოდგენის შესაქმნელად ერთიანობაში განვიხილოთ მისი ძირითადი პრინციპები.

იუპაკის ნომენკლატურაში (IUPAC-International Union of Pure and Applied Chemistry-წმინდა და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი) ნაერთის სახელწოდება შედგება პრეფიქსისაგან (თავსართისაგან) ან რამდენიმე პრეფიქსისაგან, ფუძისა და სუფიქსისაგან (ბოლოსართისაგან).

ფუძე ძირითადი ჯაჭვის ნახშირბადატომების დასახელებაა. ნახშირბადატომების შემცველობის მიხედვით, ძირითადი ჯაჭვი აღინიშნება: $C = 1 \sim$ „მეთ“, $C = 2 \sim$ „ეთ“, $C = 3 \sim$ „პროპ“, $C = 4 \sim$ „ბუტ“, $C = 5 \sim$ „პენტ“, $C = 6 \sim$ „ჰექს“, $C = 7 \sim$ „ჰეპტ“, $C = 8 \sim$ „ოქტ“, $C = 9 \sim$ „ნონ“, $C = 10 \sim$ „დეკ“ და ა. შ. (ე. ი. შესაბამისი ალკანების სახელწოდების ფუძე). ძირითადად ითვლება ნახშირბადატომების ის ჯაჭვი, რომელიც შეიცავს ფუნქციურ ჯგუფს (ან ფუნქციური ჯგუფების მაქსიმალურ რაოდენობას). ამასთანავე, ძირითადი ჯაჭვი მოცემულ ნაერთში შესაძლოა არც იყოს ყველაზე გრძელი, ე. ი. არ შეიცავდეს ყველაზე მეტ ნახშირბადატომებს. აქვე აღვნიშნავთ, რომ იუპაკის ნომენკლატურის ზემოთ განხილული ამოსავალი პრინციპი – ფუნქციური ჯგუფის პრივილეგირებული მდგომარეობა, ძირითადი ჯაჭვის შერჩევისას ქიმიური თვალსაზრისით სახეებით ლოგიკურია, რადგან ფუნქციური ჯგუფი მონაწილეობს ქიმიური გარდაქმნების უმრავლესობაში – რაც გარკვეულწილად აისახება ნაერთის სახელწოდებაში.

პოლიფუნქციურ ნაერთში სუფიქსში აღინიშნება მხოლოდ მთავარი (ე. ი. „უფროსი“) ფუნქციური ჯგუფი. ყველა სხვა ჩამნაცვლების – გვერდითი რადიკალების, არაფუნქციური ჩამნაცვლების, „უმცროსი“ ფუნქციური ჯგუფების – დასახელება მოიგანება პრეფიქსებში.

ცხრილში მოცემულია უმნიშვნელოვანესი ფუნქციური ჯგუფები „უფროსობის“ კლების მიხედვით. ამრიგად, ცხრილში მოყვანილი ყოველი ზემო ჯგუფი განსაზღვრავს ძირითად ჯაჭვს და ნუმერაციის მიმართულებას. ამასთანავე, მრგვალ ფრჩხილებში მოთავსებული ნახშირბადი (C) შედის ფუძის სახელწოდების განმსაზღვრელ ნახშირბადატომების ძირითად ჯაჭვში.

ცხრილი 1

ნაერთთა კლასები და ფუნქციური ჯგუფების პირობითი სახელწოდებები

ნაერთთა კლასი	ფორმულა	პრეფიქსი	სუფიქსი
კარბონმჟავები	$-(C)OOH$	---	-ან მჟავა
სულფონის მჟავები	$-SO_2H$	სულფო-	-სულფონის მჟავა
ალდეჰიდები	$-(C)HO$	ოქსო-	-ალი
კეტონები	$(C) = O$	ოქსო-	-ონი
სპირტები, ფენოლები	$-OH$	ჰიდროქსო-	-ოლი
თიოლები	$-SH$	მერკაპტო-	-თიონი
ამინები	$-NH_2$	ამინო-	-ამინი
ჰალოგენნაერთები	$-F$	ფთორ-	-ფთორიდი
	$-Cl$	ქლორ-	-ქლორიდი
	$-Br$	ბრომ-	-ბრომიდი
	$-I$	იოდ-	-იოდიდი
ნიტროზონაერთები	$-NO$	ნიტროზო-	---
ნიტრონაერთები	$-NO_2$	ნიტრო-	---
აზიდები	N_3	აზიდო-	---
დიაზონაერთები	N_2	დიაზო-	---

ნაერთების სახელწოდების მინიჭებისას უნდა იქნეს დაცული შემდეგი ძირითადი წესები:

1. ვსაზღვრავთ „უფროს“ ფუნქციურ ჯგუფს და მის საფუძველზე ვარჩევთ ნახშირბადატომების ძირითად ჯაჭვს (ან ძირითად ციკლურ ფრაგმენტს, რომელიც შეიცავს ამ ფუნქციურ ჯგუფს);

2. ძირითად ჯაჭვში ნახშირბადატომებს ენომრავთ იმ ბოლოდან, საიდანაც უფრო ახლოა „უფროსი“ ფუნქციური ჯგუფი;

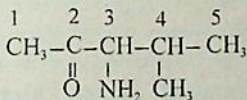
3. სისტემის ნაჯერობის გამოსახატავად სახელწოდების ფუძის შემდეგ ვწერთ სუფიქსებს: „ან“ – ერთმაგი ბმის შემთხვევაში, „ენ“ – ორმაგი ბმის შემთხვევაში და „ინ“ – სამმაგი ბმის შემთხვევაში;

4. ჩამნაცვლებელთა ძირითად ჯაჭვთან შეკავშირების აღვლებს აღვნიშნავთ ციფრებით, ე. წ. ლოკანტებით და მათთან ერთად მოგვყავს ამ ჩამნაცვლებელთა სახელები – ანბანის მიხედვით – ნაერთის სახელწოდების დასაწყისში. თუ ერთნაირი ჩამნაცვლებლები რამდენიმეა, ვწერთ: „დი“ – ორი ერთნაირი ჩამნაცვლებლის შემთხვევაში, „ტრი“ – სამის შემთხვევაში, „ტეტრა“ – ოთხის შემთხვევაში. ლოკანტების აღმნიშვნელი ციფრი სიტყვიერი ნაწილებისაგან გამოიყოფა გირეთი.

5. პირველი წესის გათვალისწინებით, ძირითადი ჯაჭვის ნუმერაციის გზის განსაზღვრისას (ალგენრაგის შემთხვევაში) ვიცავთ „ლოკანტების მინიმალური ჯამის პრინციპს“, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ჩამნაცვლებლების შესაბამისი ლოკანტების ჯამი შეძლებისდაგვარად მინიმალური უნდა იყოს.

განვიხილოთ ორი მაგალითი:

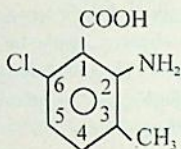
1.



მოცემულ ნაერთში „უფროსია“ კარბონილის ჯგუფი, ამიტომ ნუმერაცია იწყება მარცხნიდან. ძირითადი ჯაჭვი შეიცავს ხუთ ნახშირბადატომს (ფუძე „პენტ“). სახელწოდება იწყება გვერდითი განშტოებაში მდგომი ჯგუფების დასახელებით ანბანის მიხედვით (ე. ი. ჯერ დასახელებთ ამინო-ჯგუფს, მერე – მეთილს). დასახელება მთავრდება სუფიქსით „ონი“. საბოლოოდ ნაერთის სახელწოდება იქნება:

3-ამინო-4-მეთილპენტანონ-2

2.



მოცემულ არომატულ ნაერთში „უფროსია“ კარბოქსილის ჯგუფი, საიდანაც საათის ისრის მიმართულებით (რადგან NH_2 უფროსია Cl-ზე) ვიწყებთ ნუმერაციას. სახელწოდება იწყება ჩამნაცვლებელი ჯგუფების დასახელებით ანბანის მიხედვით (ე. ი. ჯერ დასახელებთ ამინო-ჯგუფს, მერე მეთილს და ბოლოს – ქლორს). ფუძეში ღვას „ბენზო“. დასახელება მთავრდება სუფიქსით „-ის მჟავა“. საბოლოოდ ნაერთის სახელწოდება იქნება:

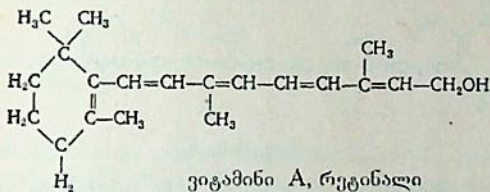
2-ამინო-3-მეთილ-6-ქლორბენზოის მჟავა

2. ვიტამინები

ვიტამინები სიგვეა-სიგვეით სასიცოცხლო ამინებს ნიშნავს (სახელწოდება შემოტანილია პოლონელი ქიმიკოსის კამიერ ფუნკის მიერ). ვიტამინები სხვადასხვა კლასის ორგანული ნაერთებია, რომლებიც მონაწილეობენ ცოცხალ ორგანიზმებში მიმდინარე უმნიშვნელოვანეს ბიოქიმიურ პროცესებში. ცნობილია რამდენიმე ათეული ვიტამინი, რომლებიც ლათინური ანბანის ასოებით აღინიშნება. ასხეავენ წყალში ხსნად და ცხიმში ხსნად ვიტამინებს. წყალში ხსნადი ვიტამინების რეზერვი ორგანიზმში არ არსებობს, ამიტომ საჭიროა მათი განუწყვეტელი მიწოდება. ცხიმში ხსნადი ვიტამინები ძირითადად აკუმულირდება ღვიძლში. განვიხილოთ ამ ორი კლასის წარმომადგენლები.

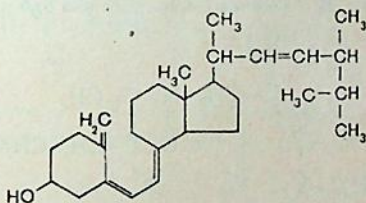
ცხიმში ხსნადი ვიტამინები

ვიტამინი A. მისი ქიმიური სტრუქტურაა:



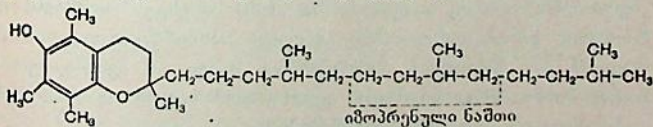
იგი შედის თევზის ქონში, რძეში, კარაქში და სხვ. მისი ნაკლებობა იწვევს ზრდის შეჩერებას, უნაყოფობას და ჰემერალოპიას („ქათმის სიბრმავეს“) – სიბნელეში მხედველობის მკვეთრ დაქვეითებას.

ვიტამინი D (კალციფეროლი). მისი ქიმიური სტრუქტურაა:



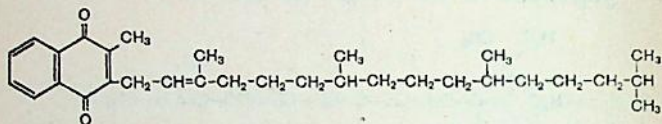
იგი შედის თევზის ქონში, კარაქში, კვერცხში და სხვ. მისი დეფიციტი იწვევს რაქიტს – ძვლების არანორმალურ განვითარებას.

ვიტამინი E (ტოკოფეროლი). არსებობს α -, β -, γ - და δ -ტოკოფეროლები. მათი ქიმიური სტრუქტურებია:



იგი შედის კვეცხის გულში, ხორცში, ხორბლის მეთოში. მისი ღვიციტი იწვევს უნაყოფობას.

ვიტამინი K₁ (ფილოქინონი). მისი ქიმიური სტრუქტურაა:

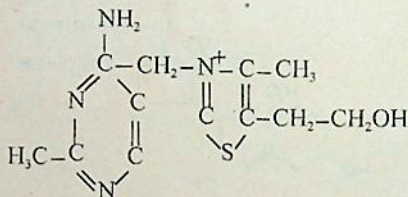


ვიტამინი K₁

იგი შედის ისპანახში, კომბოსტოში. მისი ნაკლებობა იწვევს სისხლის კოაგულაციის (შედღების) შეყოვნებას.

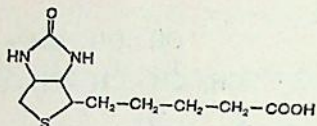
წყალში ხსნადი ვიტამინები

ვიტამინი B₁ (თიამინი). მისი ქიმიური სტრუქტურაა:



იგი შედის გავლევებულ ხორბალში, ნიგოზში, ღვიძლში, ლუდის საფუარში. მისი ნაკლებობა იწვევს დაღლილობის შეგრძნებას, უმადობას, გახდომას, ნერვული სისტემის აშლილობას და დაავადება „ბერი-ბერი“-ს (რაც სინგალიურად „დიდ სისუსტეს“ ნიშნავს). ბერი-ბერის დროს ორგანიზმში ირღვევა ნახშირწყალბადების მიმოცვლა და გროვდება პიროყურძნის მკაფა. ამ ავადმყოფობის სიმკვამებია პოლინევრიტი, გულსისხლძარღვთა დაავადებები, კუჭ-ნაწლავის აშლილობა და შეშუპება.

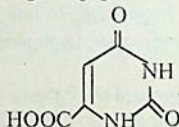
ვიტამინი B₂ (რიბოფლავინი). მისი ქიმიური სტრუქტურაა:



ბიოტინი

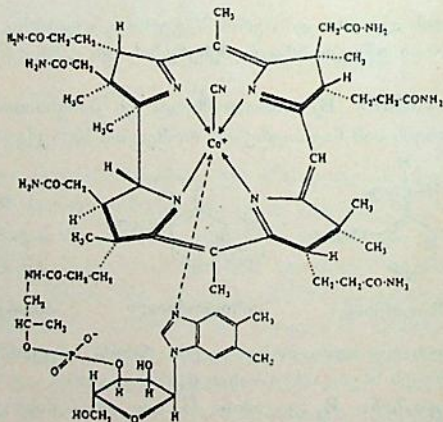
ამ ვიტამინის სინთეზი ხდება ბუქუმწოვრების ნაწლავებში ბაქტერიების მიერ. არეგულირებს ამიაკის შარლოვანად გარდაქმნის პროცესს.

ვიტამინი B₁₃ (ოროგის მჟავა). მისი ქიმიური სტრუქტურაა:



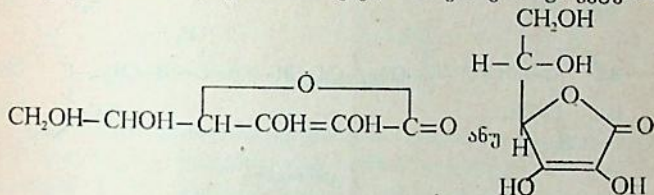
უშუალოდ წარმოიქმნება ორგანიზმში. გამოიყენება მედიცინაში ღვიძლისა და გულსისხლძარღვთა დაავადების დროს.

ვიტამინი B₁₂ (ციანკობალ(III)ამინი). ეს სახელწოდება აერთიანებს მსგავსი აღნაგობის მქონე ნაერთებს, რომელთა ქიმიური სტრუქტურაა:



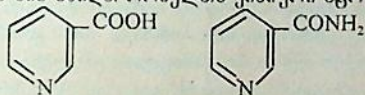
იგი შედის ღვიძლში. ვიტამინი B₁₂ ორგანიზმს იცავს ავთვისებიანი ანემიისაგან და ნერვული ქსოვილების დეგენერაციული ცვლილებებისაგან. ციანკობალამინის სრული სინთეზი ჩაატარა ვულვორდმა (1972).

ვიტამინი C (ასკორბინის მჟავა). მისი ქიმიური სტრუქტურაა:



შედის ციტრუსებში, კომბოსტოში, პამიდორში, წიწაკაში. მისი ნაკლებობა იწვევს სკროვანდს – ადამიანი წონაში იკლებს, აქვს ღრძილებიდან სისხლდენა, უცეცხა კბილები.

ვიტამინი PP (ნიციაინი) ეწოდება ორ ნივთიერებას: ნიკოტინის მჟავასა და მის ამიდს. რომელთა ქიმიური სტრუქტურებია:



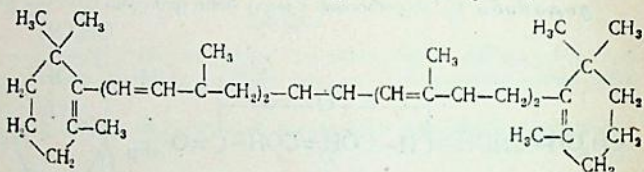
შედის საფურში, ღვიძლში. მისი ნაკლებობა იწვევს პელაგრას, დერმატიტებს, კუჭ-ნაწლავის გრაჭის დარღვევას.

3. კაროტინოიდები

კაროტინოიდები ეწოდებათ ბუნებრივი პიგმენტის – კაროტინის მსგავს ნაერთებს. კაროტინი წითელი ფერის ნივთიერებაა. დიდი რაოდენობით შედის სტაფილოში, საიდანაც მიიღო სახელწოდება.

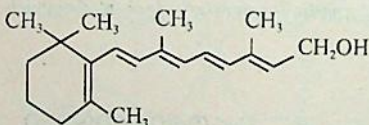
კაროტინი შედის ყველა მცენარის შედგენილობაში როგორც ქლოროფილის მუდმივი თანამგზავრი. მცენარის მწვანე ფოთლებში მისი წითელი შეფერილობა შესამჩნევი ხდება მხოლოდ შე-

მოდგომაზე, ქლოროფილის დაშლის შემდეგ მცენარეებში კაროტინი სამი იზომერის სახით არსებობს: α -კაროტინი (დნ. ტემპ. 187°C), β -კაროტინი (დნ. ტემპ. 183°C) და γ -კაროტინი (დნ. ტემპ. 178°C). ყველაზე დიდი რაოდენობით (85%) მცენარე შეიცავს β -კაროტინს. β -კაროტინი თავისი აღნაგობით იზომერულია:



β -კაროტინი

α -კაროტინი ნარევეში 15% -ის რაოდენობით შედის და β -კაროტინისაგან განსხვავდება ერთ-ერთი ციკლოპექსენის ბირთვში ორმაგი ბმის მდებარეობით. γ -კაროტინი ყველაზე მცირე რაოდენობით არის წარმოქმნილი ნარევეში ($0,1\%$). β -კაროტინისაგან განსხვავებით ერთ ციკლოპექსენის ბირთვს შეიცავს, მეორე ბირთვი კი გახსნილია. კაროტინებში ორმაგი ბმა გრანს-კონფიგურაციაშია. კაროტინები ლეიქში განიცდიან გახლეჩას და წარმოქმნიან ვიტამინ A-ს. ამიტომ კაროტინს ვიტამინ A-ს პროვიტამინი ეწოდება:



ვიტამინი A ცხიმში ხსნადი, ღია ყვითელი ფერის ზეთის მსგავსი სითხეა. ვიტამინ A-ში ორმაგ ბმებს აქვთ გრანს-კონფიგურაცია. იგი შედის კარაქში, რძეში, კვერცხის გულში, თევზის ქონში და სხვ. მისი ნაკლებობა იწვევს შრდის შეჩერებას და პემერალოპიას (ე. წ. „ქათმის სიბრძავეს“). ვიტამინ A-ს ცხოველური ორგანიზმში, ზემოთ აღნიშნული პროდუქტების გარდა, იღებს კაროტინოიდების სახით.

ბუნებაში 70-მდე კაროგინოიდა გავრცელებული. ყველას ახასიათებთ გრანს-კონფიგურაციის ორმაგი ბმა.

კაროგინოიდები ღიდ როლს ასრულებენ ფოტოსინთეზის პროცესში და უაღრუსად ღიდი მნიშვნელობა აქვთ როგორც ვიგამინ A-ს პროვიტამინებს.

4. ტერპენები

ტერპენები ეწოდებათ ეთეროვანი ზეთების შემადგენლობაში შემავალ $C_{10}H_{16}$ შედგენილობის ნახშირწყალბადებს და მათ ნაწარმებს. $C_{10}H_{16}$ ნახშირწყალბადის ნაწარმებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია ეანგბადმემცველი ნაწარმები – სპირტები, ალდეჰიდები და კეტონები. ტერპენები და მათი ეანგბადნაწარმები ფართოდ არიან გავრცელებულნი ბუნებაში. ისინი შედიან მცენარის ფოთლების, ნაყოფის, ყვავილისა და წიწვების შემადგენლობაში. ტერპენები თავისი აღნაგობით იზოპრენოიდებია (რუეიქა; 1921), რომლებიც იზოპრენული ფრაგმენტებისაგან შედგებიან. ამის გამო, მათი ზოგადი ფორმულაა $(C_5H_8)_n$. ტერპენებს სასიამოვნო სუნი აქვთ, რაც იმიდაგს მწერებს და ხელს უწყობს ყვავილების განაყოფიერებას, ზოგიერთი მათგანი კი მცენარეს იცავს მავნე მწერებისაგან, რადგან მათ ბაქტერიციდული და ფიგოციდური თვისებები გააჩნიათ.

იზოპრენული ნაშთების რაოდენობის მიხედვით ტერპენები იყოფა:

1) მონოტერპენებად, რომელთა შედგენილობაში შედის ორი იზოპრენული ფრაგმენტი,

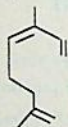
2) სესქვიტერპენებად, რომელთა შედგენილობაში შედის სამი იზოპრენული ფრაგმენტი,

3) ღიტერპენებად, რომელთა შედგენილობაში შედის ოთხი იზოპრენული ფრაგმენტი.

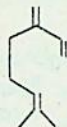
ვანსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვთ მონოტერპენებს. მონოტერპენები თავის მხრივ იყოფიან 1) აციკლურ, 2) მონოციკლურ და 3) ბიციკლურ ტერპენებად.

4.1 აციკლური ტერპენები

აციკლური მონოტერპენებიდან აღსანიშნავია ნახშირწყალბადები: ოციმენი და მირცენი

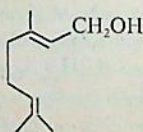


ოციმენი

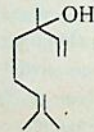


მირცენი

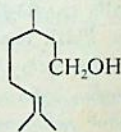
სპირტები: გერანიოლი, ლინალოლი, ციგრონელოლი
 ალდეჰიდები: გერანიალი, ნერალი, ციგრონეალი



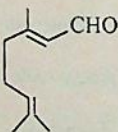
გერანიოლი



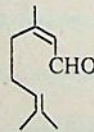
ლინალოლი



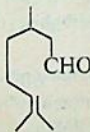
ციგრონელოლი



გერანიალი



ნერალი



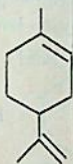
ციგრონეალი

4.2 მონოციკლური ტერპენები

მონოციკლური ტერპენების საფუძველია ნახშირწყალბადი მენთანი (1-იზოპროპილ-4-მეთილციკლოპექსანი), რომელიც სქემატურად ასე გამოისახება:

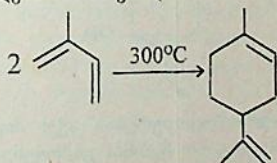


მონოციკლური ტერპენებიდან ყველაზე უფრო გავრცელებულია ლიმონენი.



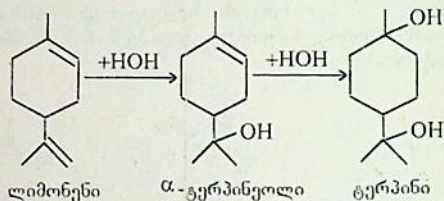
იგი შეიცავს ერთ ასიმეტრიულ ნახშირბადის ატომს. არსებობს (+) და (-) იზომერებისა და რაცემაგის (\pm) სახით. (+) ლიმონენი შედის ლიმონის, ფორთოხლის, კამის ზეთში. (-) ლიმონენი შედის წიწვიანი ხეების წიწვებისა და გირჩების ეთერზეთში. (\pm) ლიმონენი, რომელსაც დიპენტენი ეწოდება, დიდი რაოდენობით შედის სკიპიდარში.

დიპენტენი მიიღება იზოპრენიდან



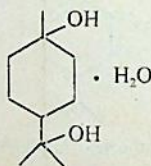
დილს-ალდერის რეაქციით. რეაქციის პროცესში იზოპრენის მოლეკულა მეორეს უერთდება 1,4 და 1,2 მდგომარეობაში.

ლიმონენი იერთებს წყალს და წარმოქმნის მონოციკლური ტერპენების ეანგბადნაწარმებს - α -ტერპინოლსა და ტერპინს:

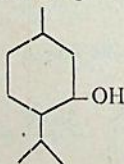


α -ტერპინოლი გვხვდება ბუნებაში. იგი შედის მრავალი ეთეროვანი ზეთის შედგენილობაში (ილის ზეთში, თურინჯის ზეთში), აქვს იასამნის სუნი, გამოიყენება პარფიუმერიაში.

ტერპინი ძირითადად გვხვდება ერთ მოლეკულა წყალთან დაკავშირებული - ტერპინჰიდრატის სახით:

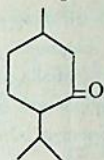


ტერპინჰიდრატი მყარი ნივთიერებაა. გამოყენებულია მედიცინაში ხველების საწინააღმდეგოდ. მონოციკლური ტერპენებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სპირგი - მენტოლი.



მენტოლი კრისტალური ნივთიერებაა. აქვს პიტნის სუნი და დიდი რაოდენობით შედის პიტნის ზეთში. გამოყენებულია მედიცინაში. შედის ვალიდოლის შედგენილობაში. იყენებენ კვების მრეწველობასა და პარფიუმერიაში.

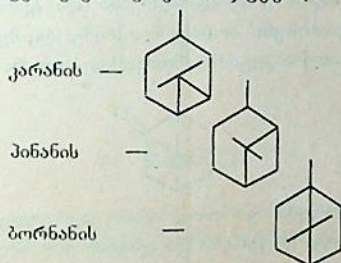
მენთოლი დაეანგვით წარმოქმნის კეტონს – მენთონს:



მენთონი სითხეა (დულ. ტემპ. 204°C), აქვს პიგნის სუსტი სუნი. იგი პიგნის ზეთის შემადგენელი ნაწილია (30%-მდე).

4.3 ბიციკლური ტერპენები

ბიციკლური ტერპენები იყოფა სამ ჯგუფად:



გიპის ტერპენებად.

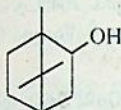
ყველაზე მეტად ბუნებაში გავრცელებულია პინანისა და ბორნანის გიპის ბიციკლური ტერპენები.

პინანის გიპის ტერპენებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს α-პინენს. იგი ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებული ტერპენია ბუნებაში, დიდი რაოდენობით შედის წიწვიანი ხეებიდან მიღებული სკიპიდარის შედგენილობაში (50-95%). განსაკუთრებით ბევრია Pinus laricio-დან მიღებულ სკიპიდარში. α-პინენი უფრო, დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეა (დულ. ტემპ. 155°C).

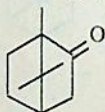
სკიპიდარს იღებენ წიწვიანი ხეებიდან ფისისებრი გამონაყოფის (ე. წ. ბალზამის) წყლის ორთქლით გამოხდის შედეგად.

სკიპიდარის გამოხდის შემდეგ რჩება მყარი ნაშთი, რომელსაც კანიფოლი ეწოდება. კანიფოლი შედგება $C_{20}H_{30}O_2$ შედგენილობის ტრიციკლური მჟავებისაგან. ამ მჟავების გუგე ლითონია მარილებში შედარებით აქტიური ნივთიერებებია და გამოყენებულია საპნის წარმოებაში, როგორც დანამაგი საოჯახო საპნის მისაღებად.

ბორნანის გიპის ტერპენებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ბორნეოლსა და ქაფურს. ბორნეოლი სპირტია, შედის ბორნეოს, დაუნის,



ლავანდის, რომმარინის ეთეროვანი მეთების შედგენილობაში. ბორნეოლი კრისტალური ნივთიერებაა (დნ. ტემპ. $204^{\circ}C$), აქვს ქაფურისა და პიგნის სუნი. ბორნეოლი, როგორც მეორეული სპირტია, იყენება და მიიღება კეგონი, რომელსაც ქაფური ეწოდება:



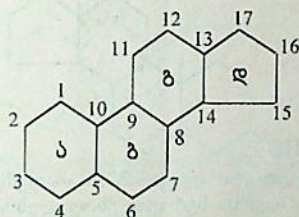
ბუნებაში ქაფური ფართოდ არის გავრცელებული. განსაკუთრებით ბევრია იგი ქაფურისა და დაუნის ეთეროვან მეთებში, საიდანაც იღებენ მას.

სინთეზურად ქაფური მიიღება α -პინენიდან და ბორნეოლიდან. α -პინენიდან (სკიპიდარიდან) მიღებული ქაფური შეიცავს მრავალ ტოქსიკურ ნივთიერებას მინარევის სახით და გამოყენებულია მხოლოდ გექნიკური მიზნებისათვის – ცელულოზის მისაღებად. ბორნეოლიდან მიღებული ქაფური სუფთაა და გამოყენებულია მედიცინაში. ქაფური იწვევს ცენტრალური ნერვული სისტემის აღგზნებას, ხელს უწყობს სუნთქვას, დადებით გავლენას ახდენს გულის კუნთის მუშაობაზე და აჩქარებს სისხლის მიმოქცევას.

5. სტეროიდები

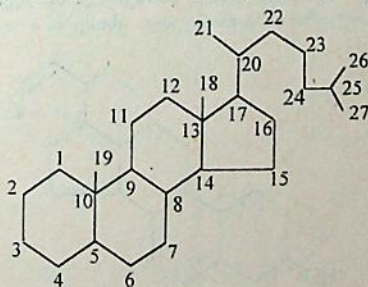
სტეროიდებს ეკუთვნიან: სტერინები, ნაღლის მჟავები, სასქესო ჰორმონები, კორტიკოიდური ჰორმონები, სტეროიდული „საგულე“ გლუკოზიდები და სხვ.

სტეროიდების საფუძველია გონანის ბირთვი, რომელიც პიდრირებული ფენანთრენისა და ციკლოპენტანის კონდენსირებულ სისტემას წარმოადგენს



5.1 სტერინები

სტერინები პოლიციკლური მყარი სპირტებია, რომლებიც ნახშირწყალბად ქოლესტანის პიდროქსილნაწარმებს წარმოადგენენ:

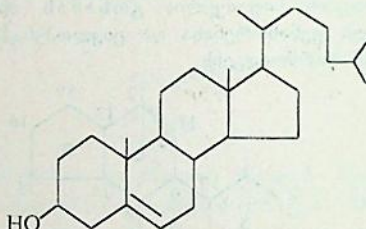


სტერინები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: ზოსტერინები და ფიტოსტერინები. ზოსტერინები გავრცელებულია ცხოველებში,

ხოლო ფიგოსტერინები – მცენარეებში. ზოოსტერინები შეიცავენ ნახშირბადის 27 ატომს, ფიგოსტერინები – 28-29 ატომს.

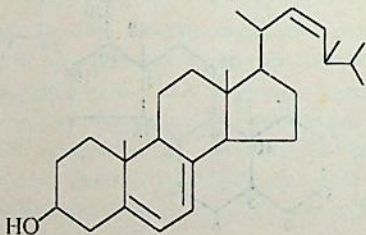
ყველა სტერინი წარმოადგენს ქოლესტანის 3-ჰიდროქსინა-წარმს. სტერინები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ორმაგი ბმე-ბის რაოდენობითა და მდებარეობით.

ზოოსტერინების ყველაზე მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ქოლესტერინი

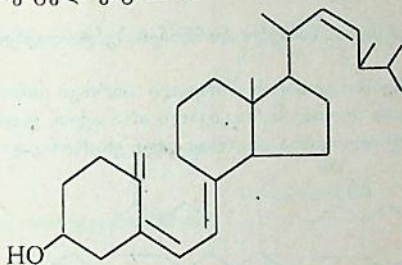


იგი შედის ცხოველური ორგანიზმის თითქმის ყველა ქსოვილში, განსაკუთრებით ბევრია ნერვულ ქსოვილებში (ტვინსა და ნერვებში) და ნაღვლის ქვებში, საიდანაც იქნა გამოყოფილი. ქოლესტერინი შეიცავს ნახშირბადის 8 ასიმეტრიულ ატომს და არსებობს 256 ოპტიკურად აქტიური იზომერის სახით. აქედან ადამიანის ორგანიზმში წარმოიქმნება მხოლოდ ერთი იზომერი. ქოლესტერინის საერთო რაოდენობა ორგანიზმში შეადგენს 200 გ. ფიქრობენ, რომ იგი გარდაიქმნება ნაღვლის მკაეებად და სასქესო ჰორმონებად.

ფიგოსტერინებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ერგოსტერინს. იგი შედის საფუარის, მცენარეული ცხიმებისა და სხვათა შემადგენლობაში.



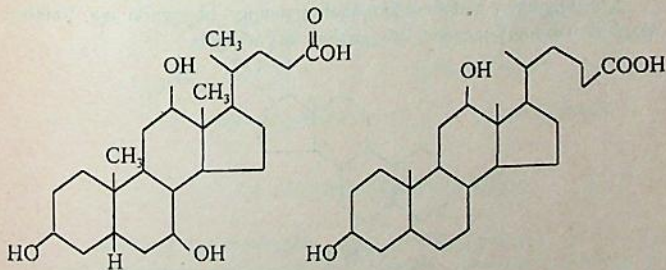
ერგოსტერინი ულტრაიისფერი სხივების დასხივებით განიცდის იზომერიზაციას და წარმოქმნის ვიტამინ D₂ (კალციფეროლს), რომელიც ანტირაქიტიული ვიტამინია:



ამრიგად, ერგოსტერინი კალციფეროლის პროვიტამინია.

5.2 ნაღვლის მზავები

ნაღვლის მკავეებს გამოიმუშავენ ლეიძლი. მათ დიდი მნიშვნელობა აქვთ საჭმლის მონელების პროცესში – ისინი ახდენენ ცხიმების ემულგირებას და ააქტიურებენ ფერმენტ ლიპაზას. ნაღვლის მკავეებიდან ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვთ ქოლისა და დეზოქსიქოლის მკავეებს:



ქოლის მკავეა

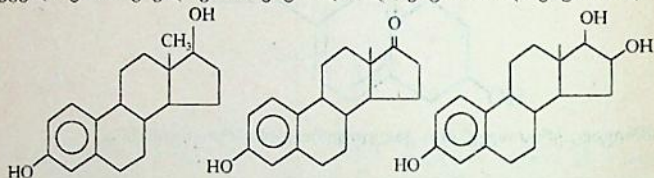
დეზოქსიქოლის მკავეა

5.3 სასქესო ჰორმონები

სასქესო ჰორმონებს გამოიმუშავენ ქალისა და მამაკაცის სასქესო ჯირკვლები. სასქესო ჰორმონების საფუძველია გონანის ბირთვი, რომელსაც განშტოება არ გააჩნია.

5.3.1 ქალის სასქესო ჰორმონები (ესტროგენები)

ესტროგენებში გონანის პირველი ბირთვი არომატულია და C-10 ატომთან მეთილის რადიკალი არა აქვთ. ესტროგენებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ესტრადიოლი, ესტრონი და ესტრიოლი:



ესტრადიოლი

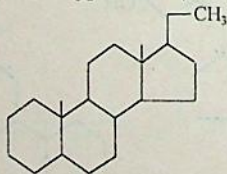
ესტრონი

ესტრიოლი

ესტრონი და ესტრიოლი, ესტრადიოლის მეტაბოლიზმის პროდუქტებია.

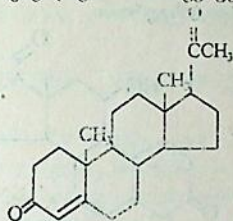
5.3.2 გესტოგენები

გესტოგენები წარმოიქმნებიან ყვითელ სხეულში და წარმოადგენენ ნახშირწყალბად პრეგნანის ნაწარმებს:



პრეგნანი

გესტოგენებიდან მნიშვნელოვანია პროგესტერონი:

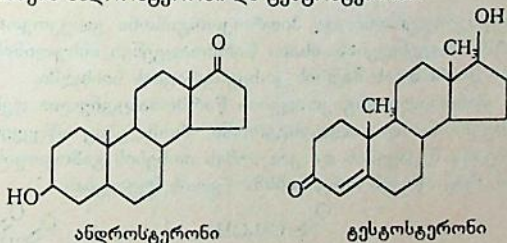


პროგესტერონი

რომელიც ორსულობის ჰორმონია.

5.3.3 მამაკაცის სასქესო ჰორმონები (ანდროგენები)

ანდროგენების საფუძველია ვონანის ბირთვი, რომელსაც ესტროგენებისაგან განსხვავებით, არომატული ბირთვი არა აქვთ და C - 10 ატომთან გააჩნიათ მეთილის რადიკალი. ანდროგენებიდან აღსანიშნავია ანდროსტერონი და გესტოსტერონი:



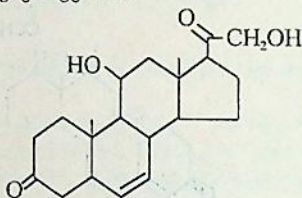
ანდროსტერონი

გესტოსტერონი

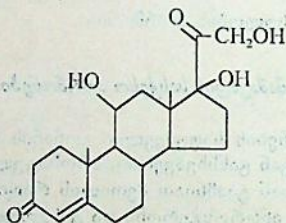
5.4 კორტიკოსტეროიდები

კორტიკოსტეროიდები, ანუ კორტიკოიდები წარმოადგენენ თირკმელზედა ჯირკელის ჰორმონებს. ცნობილია 40-მდე კორტიკოიდი. ისინი არეგულირებენ ან ნახშირწყალბალების ცვლას (გლუკოკორტიკოიდები), ან მინერალური ნივთიერებებისა და

წყლის ცვლას (მინერალკორტიკოიდები). კორტიკოიდები წარმოადგენენ პრეგანილის ნაწარმებს. მათგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კორტიკოსტერონი

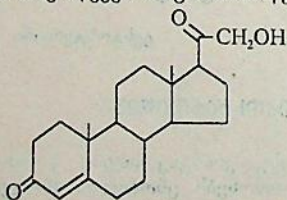


და პიდროკორტიზონი:

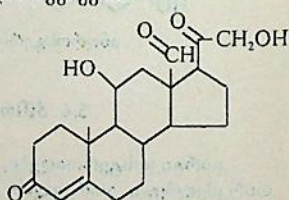


კორტიკოსტერონი და პიდროკორტიზონი გლუკოკორტიკოიდების წარმომადგენლებია. ისინი წარმოადგენენ ინსულინის ანტაგონისტებს და ზრდიან შაქრის კონცენტრაციას სისხლში.

მინერალკორტიკოიდების წარმომადგენელია დეზოქსიკორტიკოსტერონი და ალდოსტერონი, რომლებიც იწვევენ ნაგრიუმის იონების შეკავებას და კალიუმის იონების გამოყოფას ორგანიზმიდან, რაც იწვევს ორგანიზმში წყლის შეკავებას.



დეზოქსიკორტიკოსტერონი



ალდოსტერონი

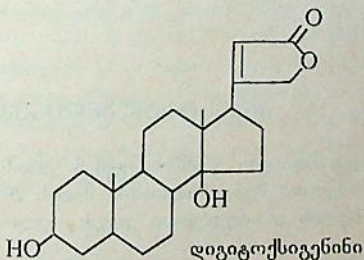
აღლოსტერონი მინერალკორტიკოიდული აქტიურობით დაახლოებით 100-ჯერ უფრო აქტიურია, ვიდრე ლეზოქსიკორტიკოსტერონი.

5.5 გულის გლიკოზიდები, ანუ კარდიოგლიკოზიდები

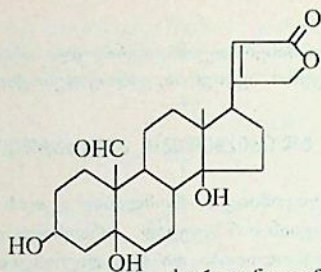
გულის გლიკოზიდები, რომლებიც გულის მუშაობაზე ახდენენ გავლენას, იყოფიან ორ ჯგუფად: კარდენოლიდები და ბუფადიენოლიდები. კარდენოლიდები და ბუფადიენოლიდები მცირე კონცენტრაციით ააქტიურებენ გულის მუშაობას და გამოიყენება მედიცინაში, დიდი კონცენტრაციით კი გულის შხამებს წარმოადგენენ.

კარდენოლიდები გავრცელებულია მცენარეებში, ხოლო ბუფადიენოლიდები შედიან ზოგიერთი სახეობის გომბეშოს კანის შემადგენლობაში.

კარდენოლიდებიდან მნიშვნელოვანია დიგიტოქსინი, რომელიც შედის მცენარე Digitalis-ის შედგენილობაში გლიკოზიდის სახით. პიდროლიზმის შედეგად დიგიტოქსინი იშლება ნახშირწყლისა და დიგიტოქსიგენინის აგლიკონად:

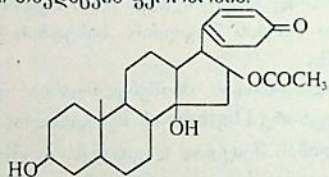


კარდენოლიდებიდან აღსანიშნავია აგრეთვე სტროფანტინი, რომელიც მცენარეებში შედის გლიკოზიდის სახით. სტროფანტინის აგლიკონს ეწოდება სტროფანტილინი:



სგროფანგიდინი

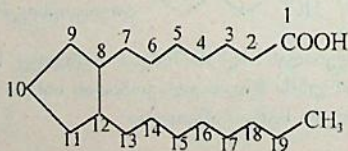
ბუფოტალინი შედის კომპლექსს (Bufo Vulgaris) კანის გამონაყოფში და მისი თავდაცვის ფერომონია.



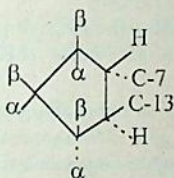
ბუფოტალინი

6. პროსტაგლანდინები

პროსტაგლანდინები წარმოადგენენ პროსტანის შეკვას ნაწარმებს, რომელთა შედგენილობაში შედის 20 ნახშირბადატომი. პროსტანის შეკვას კი საფუძვლად უდევს ციკლოპენტანის ბირთვი:

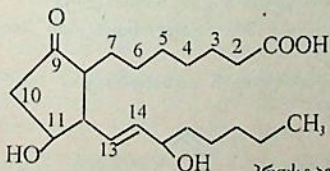


პროსტანის მეუას ისეთ ნაწარმებს, რომლებშიც ციკლოპენტანის ბირთვში ჩანაცვლებული ჯგუფები ციკლის იმ მხარესაა განლაგებული, სადაც C-7 ნახშირბადატომია, α -ნაწარმები ეწოდებათ, ხოლო ისეთ ნაწარმებს, რომლებშიც ჩანაცვლებული ჯგუფები და C-7 ნახშირბადატომი სხვადასხვა მხარესაა მოთავსებული - β ნაწარმები ეწოდებათ:

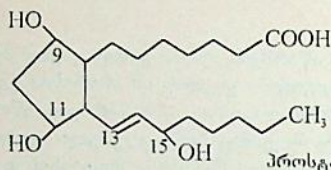


პროსტაგლანდინები პირველად აღმოჩენილ იქნა ცხვრის წინამდებარე ჯირკვალში, პროსტაგამში, შემდეგ კი - ადამიანის სპერმის შედგენილობაშიც. იგი მცირე კონცენტრაციით იმყოფება ბუბუქმწოვრების თითქმის ყველა ქსოვილში. პროსტაგლანდინები ორგანიზმში ასრულებენ პორმონალური აქტიურობის მოლულატორის როლს.

ცხვრის წინამდებარე ჯირკვლებიდან გამოყოფილ იქნა პროსტაგლანდინები E და F. E და F პროსტაგლანდინები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან C-9-თან დაკავშირებული ფუნქციური ჯგუფებით. E ჯგუფის პროსტაგლანდინებში C-9 ატომთან დაკავშირებულია ეანგბადის ატომი, ხოლო C-11 ატომთან - OH ჯგუფი. F ჯგუფის პროსტაგლანდინებში კი ორივე ნახშირბადატომთან OH ჯგუფია დაკავშირებული:



პროსტაგლანდინი E, ანუ 11 α -15-დიჰიდროქსი-9-ოქსო-13-გრანს-პროსტენის მეუა

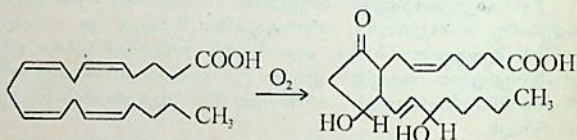


პროსტაგლანდინი F, ანუ

9 α , 11 α , 15-გრიპიდროქსი-13-გრანს-პროსტენის მკავა

ყველა პროსტაგლანდინი შეიცავს ციკლოპენტანის ციკლს, ორ ვერდიო ვანშტოებასა და ორმაგ ბმას C - 13 ატომთან გრანს-კონფიგურაციაში.

ამკამად დაღეწილია ბუნებაში ვაერცელებული 20-მდე პროსტაგლანდინის სტრუქტურა. პროსტაგლანდინები ორგანიზმში წარმოიქმნებიან უჯერი კარბონმევეებიდან, მაგალითად, არაქიდონის მკავადან ეანგვიითი ციკლიზაციის შედეგად:



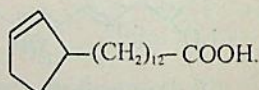
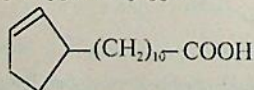
არაქიდონის მკავა

პროსტაგლანდინი E₂

პროსტაგლანდინების ბიოსინთეზისა და მისი მეტაბოლიზმის შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ისინი მონაწილეობენ ისეთი სასიცოცხლო პროცესებში, როგორცაა ცხიმების დავროვება (ათეროსკლეროზი), სისხლის წნევის ნერული რეგულირება, განაყოფიერება და სხვ. პროსტაგლანდინი ორგანიზმში წარმოქმნისთანავე იშლება და მისი ზემოქმედება მეტად ხანმოკლეა.

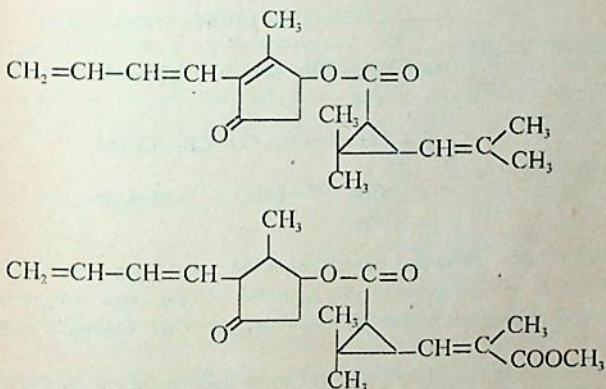
ამკამად დამუშავებულია პროსტაგლანდინების მიღების სინთეზური მეთოდი (კორი).

ციკლოპენტენის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია პიდროკარპისა და პაულმუგრის მკავეები:

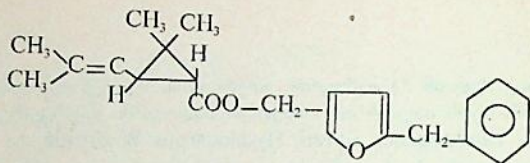


რომლებიც შედიან ჰაულმუგრის ეთერზეთის შედგენილობაში. ჰაულმუგრის ზეთს იღებენ აღმოსავლეთ ინდოეთში გავრცელებული მცენარის *Taraktogenos Kurzii*, *Hydnocarpus Wightinia* და სხვათა თესლებიდან. ჰიდნოკარპისა და ჰაულმუგრის მკაეებს წინათ იყენებდნენ კეთორის სამკურნალოდ.

ციკლოპენგენის ბირთვის შემცველი ნაერთებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია პირეტრინი I და პირეტრინი II, რომლებიც გამოყოფილ იქნა გვირილის ზოგიერთი სახეობიდან (*Chysanthemum cinerariaefolium*):

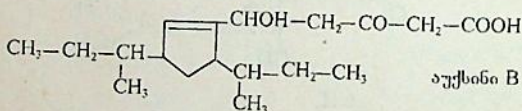
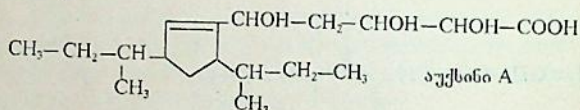


პირეტრინი I და პირეტრინი II იდეალური ინსექტიციდებია, რომლებსაც მოქმედების ფართო სპექტრი გააჩნიათ. თბილისისხლიანებისათვის ისინი უვნებელია და, რაც მთავარია, სწრაფად იქანგებიან და მავნე ნარჩენებს არ გოვებენ ბუნებაში. ძირითადად ისინი ანადგურებენ ფიგოფაგებს. პირეტრინები 20-100-ჯერ უფრო აქტიური ინსექტიციდებია, ვიდრე სინთეზურად მიღებული ინსექტიციდები - დიქლოფოსი, DDT და სხვ. ყველაზე აქტიურია პირეტრინ I. ყველაზე სწრაფმოქმედი, მაგრამ ნაკლებად აქტიურია პირეტრინ II. ამჟამად მიღებულია მათი სინთეზური ანალოგებიც - პირეტროიდები, რომლებიც პირეტრინებთან შედარებით უფრო ნელა იშლებიან, მაგალითად, ბიორესმეტრინი:



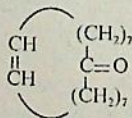
ბიორესმეგრინი

ციკლოპენტენის ბუნებრივი ნაერთებიდან აღსანიშნავია აგრეთვე აუქსინები. აუქსინები წარმოიქმნებიან მცენარეთა ცლორგებში და მათი ზრდის სტიმულატორებს წარმოადგენენ. არჩევენ A და B აუქსინს.

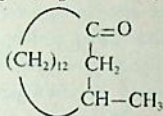


მცენარეთა ზრდის სტიმულატორია აგრეთვე ეთილენი ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). იგი არეგულირებს მცენარის სხვადასხვა ორგანოს დაბერების პროცესს, აჩქარებს ფოთოლცვენას და ნაყოფის დამწიფებას.

მაკროციკლური კეკონები, რომელთა შემადგენლობაში შედის 14-18 ნახშირბადის ატომი, გამოირჩევიან სასიმოვნო სუნით. მათგან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ მუსკონსა და ციბეტონს. ციბეტონი გამოყოფილ იქნა აფრიკული ცივების კატის შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებიდან,

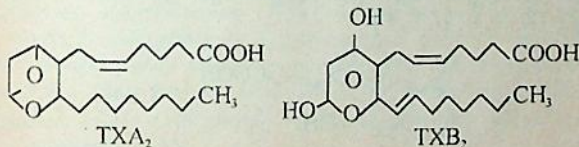


ხოლო მუხკონი გამოყოფილ იქნა მამალი მუხკის ჯირკვლებიდან:



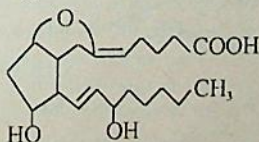
7. ტრომბოქსანები

ტრომბოქსანები აღმოჩენილია 1975 წ. ისინი ორგანიზმში წარმოიქმნება არაქილონის მექავას მეტაბოლიზის შედეგად. ცნობილია ორი ტიპის ტრომბოქსანები A და B. დადგენილია ტრომბოქსან A₂-ის (TXA₂) და ტრომბოქსან B₂-ის (TXB₂) სტრუქტურა:



ტრომბოქსანები შეიცავენ ტეტრაჰიდროპირანის ციკლს.

ტრომბოქსანები ორგანიზმში წარმოიქმნება არაქილონის მექავადან. ისინი მონაწილეობენ ორგანიზმის არაერთი ფუნქციის რეგულაციაში. ტრომბოქსანები და პროსტაგლანდინები ზოგჯერ სინქრონულად (შეთანხმებულად) მოქმედებენ, ზოგჯერ კი ანტაგონისტებს წარმოადგენენ. მაგალითად, პროსტაგლანდინი, რომელსაც პროსტაციკლინი ეწოდება

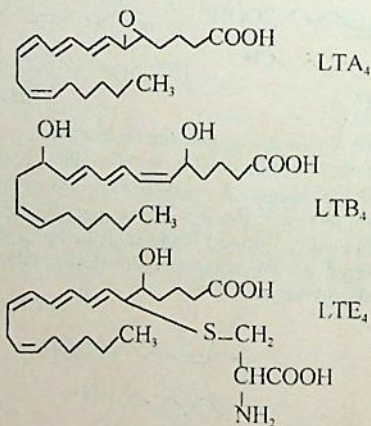


ხელს უშლის გრომბის წარმოქმნას და აფართოებს სისხლძარღვებს. გრომბოქსანი B₂ მისი ანტაგონისტია. გრომბოქსანი ორგა-

ნიმში წარმოიქმნება სისხლძარღვების კელის დაზიანების ადვილზე. პროსტაციკლინი გრომბოციტების აგრეგაციას უშლის ხელს. გრომბოქსანისა და პროსტაგლანდინის ანტაგონისტური ზემოქმედების თანაფარდობა არეგულირებს სისხლის მიმოქცევას ორგანიზმში. გრომბოქსანების კონცენტრაციის გაზრდა იწვევს ისეთ დაავადებას, როგორცაა ათეროსკლეროზი, გულის იშემიური დაავადება, რევმატიზმი, ჰიპერტონია და სხვ.

8. ლეიკოტრიენები

ლეიკოტრიენები პირველად ლეიკოციტებში იქნა აღმოჩენილი. ისინი შეიცავენ სამ ორმაგ ბმას შეუღლებულ მდგომარეობაში და ორგანიზმში წარმოიქმნებიან არაქიდონის მჟავადან. ლეიკოტრიენები აციკლური ნაერთებია. დღეისათვის ცნობილია 6 ლეიკოტრიენი (A, B, C, D, E, F):



ლეიკოტრიენები ძლიერი ფიზიოლოგიური აქტიურობით ხასიათდებიან. ისინი იწვევენ ანაფალაქსიას (ალერგიის თავისებური

ფორმა: დამახასიათებელია სისხლის წნევის დაწვევა, აღგზნება, ბრონქოსპაზმი, გულის არითმია და სიკვდილი – სუნთქვის ცენტრის დამბლის გამო). ლეიკოტრიენები ავიწროებენ კუჭ-ნაწლავის გრაქტის და კორონარული სისხლძარღვების გლუვ ქსოვილებს; აინიცირებენ მიოკარდიის იშემიის განვითარებას. ლეიკოტრიენები ორგანიზმში არ აკუმულირდება – იმპულსურად წარმოიქმნება მხოლოდ რაიმე გაღიზიანების საპასუხოდ.

ლეიკოტრიენებს იღებენ სინთეზურადაც. ამჟამად მიმდინარეობს ინტენსიური მუშაობა ისეთი მედიკამენტების მისაღებად, რომლებიც ლეიკოტრიენების ბიოსინთეზის ბლოკირებას მოახდენს.

9. ორგანული ქიმიკა და მედიცინა

მედიცინაში ორგანული ნივთიერებები უხსოვარი დროიდან გამოიყენებოდა სამკურნალოდ პრეპარატების სახით: ჩვენს საუკუნეში დაიწყო სამკურნალო მცენარეებიდან ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა და ზოგიერთ შემთხვევაში მათი სინთეზური ვით მიღება. ამის პარალელურად, ბოლო პერიოდში აქცენტი კვლავ გამახვილდა თვით სამკურნალო მცენარეებზე (ე. წ. „ფიტოთერაპია“).

სინთეზურად მიღებული მედიკამენტები ფიზიოლოგიური აქტიურობის მიხედვით იყოფა სხვადასხვა ჯგუფებად. მოკლედ განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი.

9.1 ანესთეზიური პრეპარატები, ანუ ანესთეტიკები

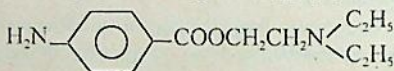
ანესთეზიური ეწოდება ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც იწვევენ მგრძობელობის დაკარგვას – სხეულის პერიფერიულ ნაწილში მიღებული გაღიზიანება არ აღწევს ცნობიერებაზე. არჩევენ ორი სახის ნარკოზს: საერთო და ადგილობრივი. საერთო ნარკოზის დროს ხდება ცნობიერების დროებითი დაკარგვა, ხოლო ადგილობრივი ნარკოზის დროს ცნობიერება შენარჩუნებულია.

პირველი ანესთეტიკი, რომელიც გამოყენებული იყო მედიცინაში ნარკოზისათვის, იყო დიეთილეთერი, ანუ უბრალოდ ეთერი ($C_2H_5-O-C_2H_5$). მისი ორთქლის შესუნთქვა იწვევს საერთო ნარკოზს. ეთერი შედარებით სუსტი ანესთეტიკია და, ამასთან, ახასიათებს უარყოფითი თანამდე მოქმედებას, როგორცაა ლორწოვანი გარსისა და სასუნთქი გზების გაღიზიანება და სხვ.

ეთერის შემდეგ დაიწყო ქლოროფორმის ($CHCl_3$) გამოყენება, მაგრამ იგი ეთერზე ტოქსიკური აღმოჩნდა (აზიანებს ღვიძლს). ამჟამად ქლოროფორმს იყენებენ მხოლოდ ვეტერინარიაში. ყველაზე უფექტური ანესთეტიკი, რომელსაც ამჟამად იყენებენ მედიცინაში, არის ფთორთანინი (2-ბრომ-2-ქლორ-1,1,1-ტრიფთორეთანი) CF_3-CH_2Cl . იგი არ აღიზიანებს ლორწოვან გარსს, ღვიძლს და ნაკლებად ტოქსიკურია.

თანამედროვე ქირურგიაში საერთო ანესთეზიის დროს გამოიყენება მრავალკომპონენტიანი პრეპარატები. დამატებით იყენებენ ბარბიტურის მკაფას ნაწარმებს - ლუმინალსა და ვერონალს (იხ. პეტეროციკლურ ნაერთებში), ზოგჯერ გამოყენებულია ამოტ(1)-ის ოქსიდიც, ანალგეტიკები და სხვ.

მცირე ქირურგიული ჩარევის შემთხვევაში და სტომატოლოგიაში იყენებენ ადვილობრივ ანესთეტიკებს, როგორცაა ნოვოკაინი. იგი სინთეზურად მიღებული პრეპარატია, რომელსაც ბუნებრივი ალკალოიდის კოკაინის ნაცვლად იყენებენ:



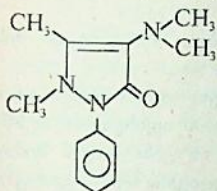
ხანმოკლე ადვილობრივი ნარკოზისათვის იყენებენ ქლორეთანს (C_2H_5Cl).

9.2 ტკივილბაგამაყუჩებელი ნივთიერებები, ანუ ანალგეტიკები

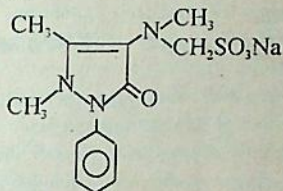
ანალგეტიკები ეწოდება ისეთ ტკივილბაგამაყუჩებელ ნივთიერებებს, რომლებიც ტკივილებს ხსნიან მგრძობელობის დაკარგვის გარეშე. ანალგეტიკები იყოფა ორ ჯგუფად: 1) ნარკოტიკული ანალგეტიკები და 2) არანარკოტიკული ანალგეტიკები. ნარკოტიკულ

ანალგეტიკებს ეკუთვნის მორფინი და მისი ნაწარმები, ხოლო არანარკოტიკულ ანალგეტიკებს – სალიცილის მჟავას და პირაზოლის ნაწარმები.

პირაზოლის ნაწარმებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ამიდოპირინი (პირამიდონი) და ანალგინი:



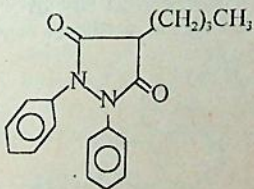
პირამიდონი



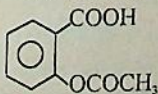
ანალგინი

ანალგინი წყალში უკეთესად იხსნება და უფრო ეფექტური ანალგეტიკია.

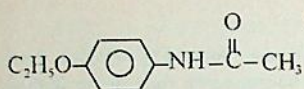
პირაზოლის ნაწარმი ფენილბუგამონი (ბუგადიონი) შედარებით სუსტი ანალგეტიკია, მაგრამ სახსრებისა და ვენების ანთების საწინააღმდეგო კარგი საშუალებაა:



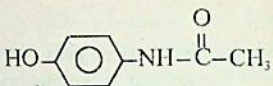
სალიცილის მჟავას ნაწარმი აცეტილსალიცილის მჟავა, ანუ ასპირინი ყველაზე ფართოდ გაერყელებული ანალგეტიკია:



ანალგეტიკური თვისებები გააჩნია პარა-ამინოფენოლის ნაწარმებს: ფენაცეტინს და პარაცეტამოლს (პანალოლი):



ფენაცეტინი

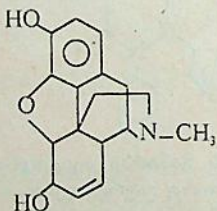


პანალოლი

ამ პრეპარატებს ანალგეტიკური თვისებების გარდა ანთების საწინააღმდეგო თვისებებიც გააჩნიათ.

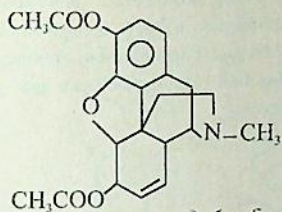
ნარკოტიკული ანალგეტიკებია მორფინი და მისი ნაწარმები.

მორფინის ანალგეტიკური თვისებები დიდი ხანია ცნობილი იყო მისი ბუნებრივი ნელელულის ოპიუმის თვისებების შესწავლიდან გამომდინარე. ოპიუმიდან მორფინის გამოყოფის შემდეგ ეს უკანასკნელი ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, როგორც ძალზე ეფექტური ტკივილგამაყუჩებელი პრეპარატი. პარალელურად აღმოჩნდა, რომ მორფინის ახასიათებს ადამიანის ფსიქიკაზე ძლიერი ზემოქმედების უნარი – განწყობილების ცვლილება – ჯერ ეიფორია (უმიზეზო ბედნიერების შეგრძნება), ხოლო შემდეგ დისფორია (შიშისა და პანიკის გრძნობა). ამასთანავე, ადამიანს თანდათანობით უჩნდება პრეპარატის სისტემატური მიღების აუადმყოფური მოთხოვნისებობა, რაც თანამედროვე მედიცინაში ტერმინ „ნარკომანია“ ხასიათდება. მორფინის ფორმულა ასეთია:

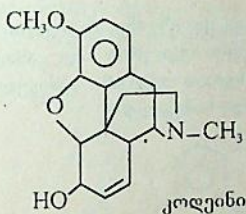


მორფინი

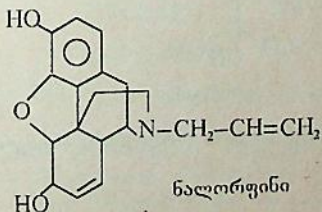
მორფინის ბაზაზე მიღებულია უფრო ძლიერი ანალგეტიკი პეროინი, რომელიც მორფინის დიაცეტილნაწარმია:



პეროინს კიდევ უფრო ძლიერი ნარკოტიკული თვისებები აღმოაჩინდა, რის გამოც მისი სინთეზი და გამოყენება კანონითაა აკრძალული. მორფინის მეორე ნაწარმი – კოდეინი მასზე დაახლოებით ათჯერ სუსტი ანალგეტიკია, სამაგიეროდ მიხევეის უნარიც შედარებით გახანგრძლივებულია. კოდეინის ფორმულაა:

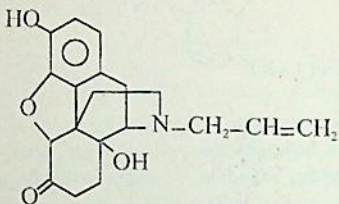


მორფინის ბაზაზე, ქიმიკოსების მიერ მიღებულია ახალი პრეპარატები, რომლებსაც შენარჩუნებული ან გაძლიერებული აქვს ნარკოტიკული თვისებები. მათ შორის აღსანიშნავია ნალორფინი, რომელიც მორფინის ანტაგონისგია და იწვევს დისფორიას:



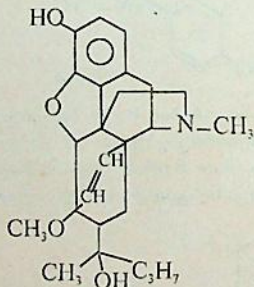
ნალორფინს იყენებენ მედიცინაში ქრონიკული მორფინიზმის სამკურნალოდ და, როგორც ანტიდოზს, მორფინით მოწამვლის შემთხვევაში. იგი ნარკომაზეში იწვევს დისფორიას.

ანალოგიური პრეპარატია ნალოქსონი, რომელიც ანალგეტიკი არ არის, მაგრამ მორფინის ანტაგონისტია და გამოყენებულია მორფინიზმის სამკურნალოდ:



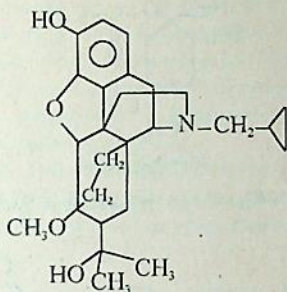
ნალოქსონი

მიღებულია პრეპარატი ეტორფინი, რომელიც მორფინთან შედარებით 10 ათასჯერ უფრო აქტიურია. იგი გამოყენებულია მხოლოდ ვეტერინარიაში, მსხვილი ველური ცხოველებისათვის, როგორც ტკივილგამაყუჩებელი საშუალება:



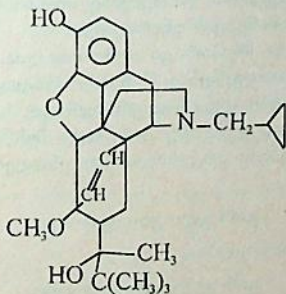
ეტორფინი

ეტორფინის (ეკვივალენტური სიძლიერის) ანტაგონისტია დიპროფინი:



დიპრენორფინი

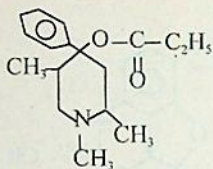
ფარმაკოქიმიური თვალსაზრისით საინტერესოა ბუპრენორფინი, რომელიც 500-ჯერ ძლიერია მორფინზე, მაგრამ ნარკოტიკული თვისებები არ გააჩნია.



ბუპრენორფინი

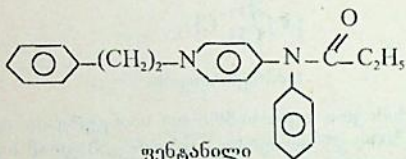
მაღალი ღოზების შემთხვევაში, ბუპრენორფინი მორფინის ანტაგონისგია.

მორფინოიდული პრეპარატები მიღებულია სინთეზურად. ერთ-ერთი ასეთი პრეპარატია პრომელოლი, რომელიც ძლიერი ანალგეტიკია და თანაც მიჩვევის უნარი სუსტად აქვს გამოქვამებული:



პროპიელოლი

მეორე სინთეზური პრეპარატი ფენტანილი წარმოადგენს პიპერიდინის ნაწარმს:



ფენტანილი

იგი ძლიერი ანალგეტიკია, რომელსაც ახასიათებს ხანმოკლე შემოქმედება, მაგრამ მიჩვევის უნარი აქვს.

მორფინოიდული პრეპარატი აღმოჩენილია ადამიანის ორგანიზმში. ისინი წარმოადგენენ ე. წ. ნეიროპეტიდებს, აღმოჩენილია ტვინში და ახასიათებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე ზემოქმედების უნარი. მათგან ყველაზე კარგადაა შესწავლილი ორი პენტაპენტიდი, რომლებსაც ენკეფალინები ეწოდება; მეთ-ენკეფალინის აღნაგობაა:

ტირ-გლი-გლი-ფენ-მეი

ლეი-ენკეფალინის აღნაგობაა:

ტირ-გლი-გლი-ფენ-ლეი

ენკეფალინებს ახასიათებთ ანალგეტიკური თვისებები და ეოფორია. ისინი მოქმედებენ გულ-სისხლძარღვთა და საჭმლის მომწელებელ სისტემაზე, მონაწილეობენ ორგანიზმის თერმორეგულაციაში, მოქმედებენ ცენტრალურ ნერვულ სისტემასა და ფსიქიკაზე.

ნეიროპეტიდების წარმოქმნა და ბიოლოგიური ზემოქმედება დაკავშირებულია ტკივილის შეგრძნებასთან, ემოციურ სტრესთან და სხვ. აღმოჩნდა, რომ წარმოიქმნება სუსტი გამაღიზიანებელი

ფაქტორების შემოქმედებითაც – მაგ. აკუპუნქტურის (ნემსთერაპიის) პროცესში და სხვა. მისი ანგაგონისტია ნალოქსონი.

ენკეფალინები უმდგრადი ნაერთებია და სწრაფად განიცდიან ჰიდროლიზს. სინთეზურად მიღებულია მოდიფიცირებული ენკეფალინები, რომლებიც გაზრდილი მდგრადობით გამოირჩევა და მორფინზე 20000-ჯერ უფრო აქტიურია.

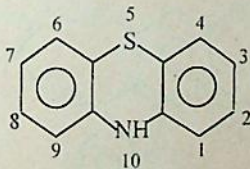
ცნობილია ისეთი პოლიპეტიდებიც, რომელთა შემადგენლობაში შედის 16, 17 და 19 ამინომჟავებს ნაშთი, რომელსაც მორფინოიდური თვისებები გააჩნიათ და მათ ენდორფინები (ენდოგენური მორფინები) ეწოდება.

9.3 ფსიქოტროპული ნივთიერებები

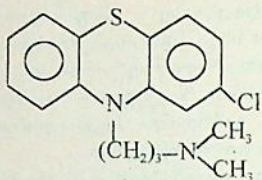
ფსიქოტროპული ეწოდება ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ ფსიქიკაზე, ემოციურ და ქცევის ფუნქციაზე. ფსიქოტროპული ნივთიერებები იყოფა: 1) ნეიროლეპტიკებად; 2) ტრანქვილიზატორებად; 3) ანტიდეპრესანტებად; 4) ფსიქოსტიმულატორებად.

ნეიროლეპტიკებს დამამშვიდებელი მოქმედება ახასიათებთ. მათი მცირე დოზები ადაბლებენ ფსიქომოტორულ აღგზნებას და აქვეითებენ შიშის გრძნობას. დიდი დოზებით ისინი ფსიქოზების სამკურნალოდ გამოიყენება.

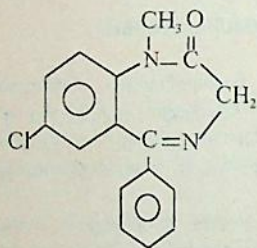
ნეიროლეპტიკების უმრავლესობა ფენთიაზინის ნაწარმებია:



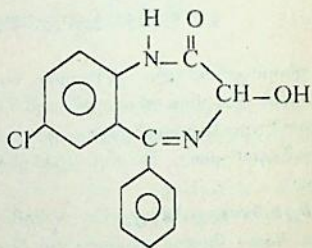
ნეიროლეპტიკების ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაწარმია ამინაზინი, ანუ ქლორპრომაზინი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ფსიქიატრიაში:



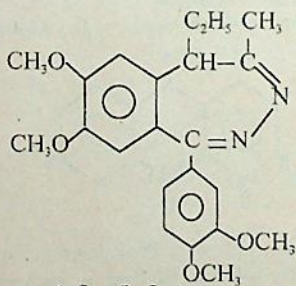
გრანქეილიმატორებს დამამშვიდებელი თვისებები გააჩნიათ და ნეიროლეკტიკებისაგან განსხვავებით, ემოციური დაძაბულობისა და შიშის გრძნობას თრგუნავენ. მათგან ყველაზე მნიშვნელოვანია სიბაზონი, ტაბეჰაპი და გრანდაქსინი:



სიბაზონი

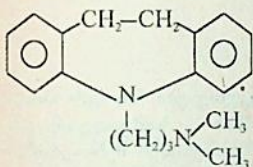


ტაბეჰაპი

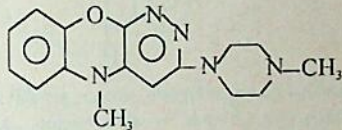


გრანდაქსინი

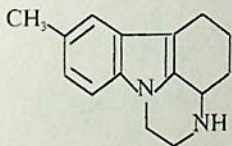
ანტიდეპრესანტები წარმოადგენენ ისეთ ნივთიერებებს, რომელთა ზემოქმედების შედეგად ადამიანი თავისუფლდება დამძიმებული გუნება-განწყობილებისაგან, დაბეჩავებული მდგომარეობისაგან, რეალობის დაქვეითებული შეგრძნებისაგან. ანტიდეპრესანტებს წარმოადგენენ: იმიზინი, აზაფენი, პირაზიდოლი და სხვ.



იმიზინი

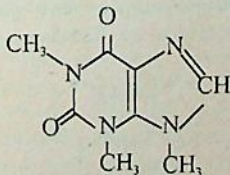


აზაფენი



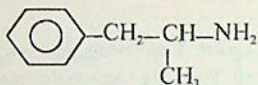
პირაზიდოლი

ფსიქოსტიმულატორები ააქტიურებენ ადამიანის ფსიქიკურ და ფიზიკურ მოქმედებას. მათი უმნიშვნელოვანესი წარმომადგენელია კოფეინი:

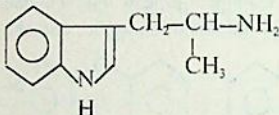


იგი შედის ჩაის ფოთლებში და ყავის მარცვლებში.

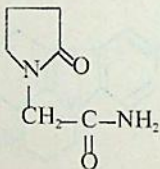
სინთეზური ფსიქოსტიმულატორებიდან ყველაზე ეფექტურია ფენამინი (ამფეტამინი):



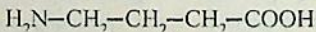
კარგი ფსიქოსტიმულატორია ინდოპანი



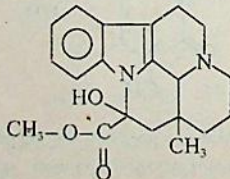
ფსიქოსტიმულატორების ახალ კლასს მიეკუთვნება ნოტგროპილი (ბერძნულად „ნოს“ – აზროვნება, „გროპოს“ – საშუალება). ნოტგროპილი და ამ კლასის ნაერთები აუმჯობესებენ მეხსიერებას და გონებრივ შრომისუნარიანობას. ნოტგროპილი პიროლიდინის ნაწარმია:



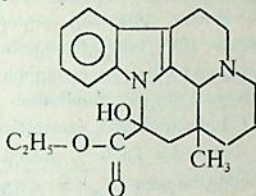
ამ კლასის ნაერთებს ეკუთვნის γ -ამინოჰერბომეფა და მისი ნაწარმებიც:



პრეპარატებიდან, რომლებიც აუმჯობესებენ სისხლის მიმოქცევას თავის გეინში, აღსანიშნავია ალკალოიდი ვინკამინი, რომელიც შედის მცენარეში *Vinca minor* და წარმოადგენს ვინკამინმეფას მეთილის ეთერს:

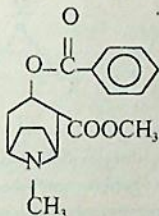


და კავინგონი - აპოვინკამინმეავას ეთილის ეთერი, რომელსაც ვინპოცეგინიც ეწოდება:



ვინკამინი და ვინპოცეგინი ინდოლის ნაწარმებია.

ალკალოიდებიდან ძლიერი ფსიქოსტიმულატორია კოკაინი:

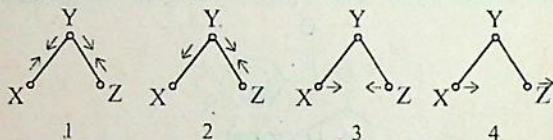


მას აღრე მედიცინაში იყენებდნენ ადგილობრივი ანესთეზიისათვის, მაგრამ იმის გამო, რომ ძლიერი ნარკოტიკია და იწვევს ადამყოფურ მიჩვევას (კოკაინიზმი), ამჟამად იგი მედიცინაში აღარ გამოიყენება (მისი წარმოება, გავრცელება და გამოყენება კანონით აკრძალულია).

ფსიქოტროპული ნივთიერებების ასორტიმენტი მსოფლიოში ყოველწლიურად იზრდება. სამკურნალო პრეპარატების გარდა, ინტენსიურად მიმდინარეობს. მუშაობა ფსიქოლოგიურ შხამებზე, რომლებიც მიმართულია ადამიანის ნებისყოფის დეგრადაციაზე და, ამასთან, არ ექნებათ ნარკოტიკური თვისებები. ისიც უნდა ითქვას, რომ ფსიქოტროპული ნივთიერებების უმრავლესობა, ღოზის მიხედვით, წარმოადგენს ან სამკურნალო პრეპარატს, ან შხამს, ზოგიერთ მათგანს კი სამკურნალო თვისებები სულაც არ გააჩნია.

10. ინფრანითელი სპექტროსკოპია

ორგანულ ნაერთთა მოლეკულების კვლევის ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს შორის სპექტრულ უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება, მათ შორის კი, თავის მხრივ, ყველაზე გავრცელებულია ინფრარედიული სპექტროსკოპია (იწ სპექტროსკოპია). იწ სპექტრები წარმოიქმნება მოლეკულათა რხევით ღონეებს შორის გადასვლის შედეგად, რასაც იწვევს გარკვეული სიხშირის (ენერჯის) გამოსხივების შთანთქმა. XYZ სამატომიანი კუთხური მოლეკულისათვის არჩევენ რხევის ოთხ ძირითად ტიპს: 1. ვალენტური სიმეტრიული (ν_s); 2. ვალენტური ასიმეტრიული (ν_{as}); 3. დეფორმაციული სიმეტრიული (δ_s); 4. დეფორმაციული არასიმეტრიული (δ_{as}). რხევის ეს ტიპები ქვემოთ არის მოყვანილი:



იწ სპექტროსკოპიის გამოყენების ღიაპაზონი ფრიად ვრცელია. ორგანიკოსებისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამ მეთოდის საშუალებით ნივთიერების აღნაგობის ისეთი ღებალების განსაზღვრა, როგორცაა მოლეკულაში სხვადასხვა ფრაგმენტების (ატომთა ჯგუფების) დაღენა. ეს შესაძლებელი ხდება იმის გამო, რომ მოლეკულის ზოგიერთი ფრაგმენტი (მათ შორის ფუნქციური ჯგუფიც) გამოსხივებას შთანთქავს შედარებით ვიწრო უბანში, ამასთან, შთანთქმის სიხშირე უმნიშვნელოაა დამოკიდებული მოლეკულის სხვა სტრუქტურული ელემენტების სპეციფიკასთან (ფაქტობრივად არ არის დამოკიდებული, თუ რომელ კონკრეტულ მოლეკულას შევისწავლით).

ასეთ სიხშირეს მახასიათებელი სიხშირეები ეწოდება. მათ მიეკუთვნება $C=C$, $C-H$, $C=O$, OH ბმების ვალენტური რხევები, $C-H$ $N-H$ ბმების დეფორმაციული რხევები და სხვ. მე-2 ცხრილში მოცემულია ზოგიერთი ჯგუფის მახასიათებელი სიხშირე.

შთანთქმის გახასიათებელი სიხშირეები ინფრაწითელ უბანში

გზა	ნაერთი	სიხშირე, სმ^{-1}
C-H	ალკანები	2850-2960
C-H	ალკენები და არომატული ნაერთები	3010-3100
C-H	ალკინები	3300-3310
C-C	ალკანები	600-1500
C=C	ალკენები	1620-1680
C \equiv C	ალკინები	2100-2260
C=O	ალდეჰიდები	1720-1740
C=O	კეტონები	1700-1725
C=O	კარბონმჟავები	1700-1760
O-H	სპირტები, ფენოლები	3580-3670
-NH ₂	პირფელადი ამინები	3300-3500

ქვემოთ მოტანილია აცეტონის IR სპექტრი



აცეტონის IR სპექტრი

საერთოდ უნდა ითქვას, რომ ორგანული ნაერთების 07 სპექტრში შეიძლება გამოვყოთ ორი განსხვავებული უბანი. 1. 800-350 სმ⁻¹ უბანი, სადაც სტრუქტურის უმნიშვნელო ვარირება იწვევს სპექტრის არსებით შეცვლას; 2. 1350-3700 სმ⁻¹ უბანი, რომელშიც მდებარეობენ მეტ-ნაკლებად ავტონომიური მახასიათებელი სიხშირეები. სპექტრის, პირველ უბანში მოთავსებული ნაწილის საშუალებით შეიძლება ორი ნაერთის (ხშირად შესასწავლისა და ცნობილის) იდენტიფიკაცია. მეორე უბანში მოთავსებული ნაწილით ხდება ფუნქციური ჯგუფებისა და სხვა ტიპური ფრაგმენტების განსაზღვრა.

ლიტერატურა

1. А. Терней. Современная органическая химия. В 2-х т. М.: Мир, 1981
2. Р. Морисон, Р. Бойд. Органическая химия. М.: Мир, 1974
3. Дж. Робертс, М. Касерно. Основы органической химии. В 2-х т. М.: Мир, 1978
4. З. Гауптман, Ю. Графе, Х. Ремане. Органическая химия. М.: Химия, 1979
5. А. С. Днепровский, Т. И. Темникова. Теоретические основы Органической химии, Л.: Химия, 1979
6. ს. ადამია. ორგანული ქიმია. (სამ ნაწილად). თბ., თსუ გამომც., 1993
7. П. Сайкс. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1971
8. И. И. Грандберг. Органическая химия, М.: Высшая школа, 1980
9. მ. გვერდწითელი. ორგანული ქიმიის თეორიული საფუძვლები. თბ., თსუ გამომც., 1989
10. მ. გვერდწითელი. ორგანულ ნაერთთა ნომენკლატურის პრინციპები. თბ., თსუ გამომც., 1983
11. მ. გვერდწითელი, ს. ადამია. ორგანული ქიმიის ძირითადი საწყისები. თბ., თსუ გამომც., 1984
12. შ. სამსონია, ს. ადამია, მ. გვერდწითელი. ორგანული ქიმიის საწყისები. თბ., თსუ გამომც., 1996

შინაარსი

მესაველი.....	3
1. ორგანული ქიმიის საგანი.....	4
2. ქიმიური აღნაგობის თეორია.....	7
2.1 ქიმიური აღნაგობის თეორიის შემდგომი განვითარება.....	8
3. ქიმიური ბმის ტიპები.....	10
3.1 კოორდინაციული ბმა.....	12
3.2 წყალბადური ბმა.....	13
3.3 კოვალენტური ბმის წარმოქმნის თანამედროვე თეორია.....	15
4. ორგანულ რეაქციათა კლასიფიკაცია.....	22
5. ორგანული ნაერთების კლასიფიკაცია.....	27
6. ნახშირწყალბადები.....	28
6.1 ნახერი ნახშირწყალბადები ანუ ალკანები.....	29
6.2 <u>იზომერია</u>	30
6.3 ნომენკლატურა.....	34
6.4 მიღების ხერხები.....	35
6.5 ნახერი ნახშირწყალბადების ფიზიკური თვისებები.....	37
6.6 <u>ქიმიური თვისებები</u>	37
7. უჯერი ნახშირწყალბადები.....	43
7.1 ეთილენური ნახშირწყალბადები ანუ ალკენები.....	43
7.2 პომოლოგია. იზომერია და ნომენკლატურა.....	44
7.3 მიღების ხერხები.....	47
7.4 ფიზიკური თვისებები.....	49
7.5 <u>ქიმიური თვისებები</u>	49
8. აცეტელენური ნახშირწყალბადები ანუ ალკინები.....	58
8.1 პომოლოგია. იზომერია და ნომენკლატურა.....	59
8.2 მიღების ხერხები.....	60
8.3 ფიზიკური თვისებები.....	61
8.4 <u>ქიმიური თვისებები</u>	61
9. დიენური ნახშირწყალბადები.....	67
9.1 შეუღლებული დიენები.....	68
9.2 მიღების ხერხები.....	68
9.3 თვისებები.....	69
9.4 კაუჩუკი.....	75
10. ალიფიკლური ნაერთები.....	76
10.1 ციკლოალკანები.....	77
10.2 მიღების ხერხები.....	79

10.3 ქიმიური თვისებები.....	81
10.4 ციკლების დაჭიმულობა.....	83
10.5 კონფორმაციული ანალიზის საფუძვლები.....	84
10.6 კაგენანები და როტაქსანები.....	89
10.7 ციკლოალქენები და ციკლოალკადიენები.....	91
11. არომატული ნაერთები.....	92
11.1 ბენზოლის აღნაგობა.....	93
11.2 არაბენზოლური არომატული ნაერთები.....	98
11.3 არომატული ნახშირწყალბადების ჰომოლოგიური რივი.....	100
11.4 არომატული ნაერთების ნომენკლატურა.....	101
11.5 არომატული ნახშირწყალბადების მილების მეთოდები.....	103
11.6 არომატული ნახშირწყალბადების თვისებები.....	104
11.7 ბენზოლის ბირთვში წანაცვლების ორიენტაცია.....	107
11.8 არომატული ნახშირწყალბადების ქიმიური თვისებები.....	110
11.9 უჯერი არომატული ნახშირწყალბადები.....	113
11.10 პოლიციკლური კონდენსირებული არომატული ნახშირწყალბადები.....	114
11.11 ანთრაქენი.....	119
11.12 ფენანთრენი.....	121
11.13 პოლიციკლური არომატული ნაერთები.....	122
11.14 კანცეროგენული ნივთიერებები.....	124
11.15 „აღნაგობა-ბიოაქტიურობა“ კორელაციის თეორიული ასპექტები.....	125
12. პალოგენაწარმები.....	128
12.1 ნაჯერი მონოპალოგენაწარმები ანუ მონოპალოგენალკენები.....	128
12.1.1 ნომენკლატურა.....	129
12.1.2 მილების მეთოდები.....	130
12.1.3 ფიზიკური თვისებები.....	131
12.1.4 ქიმიური თვისებები.....	131
12.2 დიპალოგენაწარმები.....	136
12.2.1 მილების მეთოდები.....	136
12.2.2 ფიზიკური თვისებები.....	137
12.2.3 ქიმიური თვისებები.....	137
12.3 პოლიპალოგენაწარმები.....	138
12.4 უჯერი პალოგენაწარმები.....	139
12.5 არომატული პალოგენაწარმები ანუ არილპალოგენიდები.....	143
12.6 არილპალოგენიდების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები.....	145
13. სპირტები.....	146

13.1 ნაჯერი ერთატომიანი სპირტები	146
13.1.1 სპირტების ნომენკლატურა	147
13.1.2 მიღების მეთოდები	147
13.1.3 ფიზიკური თვისებები	149
13.1.4 ქიმიური თვისებები	150
13.1.5 სპირტების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები	157
13.2 უჯერი სპირტები	158
13.3 მრავალატომიანი სპირტები	160
13.3.1 ორატომიანი სპირტები ანუ გლიკოლები	161
13.3.2 სამატომიანი სპირტები	163
13.4 სპირტების ილენტიფიკაცია (აღმოჩენა)	165
14. ფენოლი და არომატული სპირტები	166
14.1 ორატომიანი ფენოლები	169
14.2 სამატომიანი ფენოლები	171
15. მარტივი ეთერები	171
15.1 მიღების მეთოდები	172
15.2 ფიზიკური თვისებები	173
15.3 ქიმიური თვისებები	173
16. თიოსპირტები და თიოეთერები	175
16.1 თიოსპირტები	175
16.2 თიოეთერები	177
17. ამინები	179
17.1 მიღების მეთოდები	180
17.2 ფიზიკური თვისებები	182
17.3 ქიმიური თვისებები	183
17.4 დიამინები	185
17.5 ამინოსპირტები	186
17.6 არომატული ამინები	186
17.6.1 ქიმიური თვისებები	187
17.6.2 არომატული ამინები გვერდითი ჯაჭვში	190
18. არომატული დიაზო და აზონაერთები	192
18.1 დიაზონაერთები	192
19. საღებრები	197
20. ალდეჰიდები და კეტონები ანუ ოქსონაერთები	199
20.1 იზომერია და ნომენკლატურა	200
20.2 მიღების მეთოდები	201
20.3 ფიზიკური თვისებები	204
20.4 ქიმიური თვისებები	204

20.5 უჯერი ალდეჰიდები.....	213
20.6 არომატული ალდეჰიდები და კეტონები.....	215
20.6.1 არომატული კეტონები.....	217
21. კარბონმჟავები.....	218
21.1 ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები.....	218
21.1.1 მილების მეთოდები.....	220
21.1.2 ფიზიკური თვისებები.....	222
21.1.3 ქიმიური თვისებები.....	222
21.1.4 კარბონმჟავათა ნაწარმები.....	225
21.1.4.1 ჰალოგენანჰიდრიდები და მათი თვისებები.....	225
21.1.4.2 მჟავათა ანჰიდრიდები და მათი თვისებები.....	226
21.1.4.3 მჟავათა ამილები.....	227
21.1.4.4 რთული ეთერები.....	229
21.1.5 რადიკალის ჩანაცვლების რეაქციები.....	229
21.1.6 კარბონმჟავების დაქანგვა.....	230
21.1.7 ცალკეული წარმომადგენელი.....	230
21.2 უჯერი ერთფუძიანი მჟავები.....	232
21.2.1 ჰომოლოგია და იზომერია.....	232
21.2.2 მილების მეთოდები.....	233
21.2.3 ფიზიკური თვისებები.....	233
21.2.4 ქიმიური თვისებები.....	235
21.2.5 ცალკეული წარმომადგენლები.....	238
21.3 ნაჯერი ორფუძიანი მჟავები.....	238
21.3.1 მილების მეთოდები.....	239
21.3.2 თვისებები.....	239
21.3.3 ცალკეული წარმომადგენელი.....	240
21.4 უჯერი ორფუძიანი მჟავები.....	242
21.5 არომატული მჟავები.....	243
21.6 არომატული ორფუძიანი მჟავები.....	245
22. რთული ეთერები და ცხიმები.....	247
22.1 თვისებები.....	248
22.2 ცხიმები.....	250
22.3 ფოსფორიციკლიდები.....	255
22.4 საპონი და ლეტერგენტები.....	256
23. ჰიდროქსიმჟავები.....	258
23.1 ერთფუძიანი მონოჰიდროქსიმჟავები.....	258
23.2 მილების მეთოდები.....	259
23.3 ქიმიური თვისებები.....	260

23.4	ოპტიკური იზომერია	262
23.5	ნახშირმკაეას ნაწარმები	270
23.6	არომატული ჰიდროქსიმკაეები	271
24.	არომატული ამინომკაეები	277
25.	ალდეჰიდ და კეტონმკაეები	277
26.	ნახშირწყლები	280
26.1	მონოსაქარილები, ანუ მარტივი ნახშირწყლები	281
26.2	მონოსაქარილების ქიმიური თვისებები	292
26.3	პენტოზები	297
26.4	ჰექსოზები	299
26.5	ოლიგოსაქარილები. დისაქარილები	303
26.6	ალმღგენი დისაქარილები	305
26.7	არაალმღგენი დისაქარილები	307
26.8	პოლისაქარილები	309
26.8.1	სახამებელი	309
26.8.2	ცელულოზა	312
26.9	ჰეტეროპოლისაქარილები	315
27.	ამინომკაეები	316
27.1	შილების მეთილები	319
27.2	ქიმიური თვისებები	320
28.	პოლიმეპტილები	326
29.	ცილები	331
30.	ჰეტეროციკლური ნაერთები	335
30.1	არომატული ჰეტეროციკლური ნაერთები	337
30.1.1	ჰეტეროციკლური ნაერთების ნომენკლატურა	339
30.2	ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები	340
30.2.1	ფურანი და მისი ნაწარმები	342
30.2.2	თიოფენი და მისი ნაწარმები	345
30.2.3	პიროლი და მისი ნაწარმები	347
30.2.4	ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლები ორი ჰეტეროატომით	354
30.2.5	ინდოლი და მისი ნაწარმები	355
30.3	ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები	363
30.3.1	კუმარინები და ქრომონები	365
30.3.2	ანტოციაინები	368
30.3.3	პირიდინი და მისი ნაწარმები	369
30.3.4	ჰინოლინი და მისი ნაწარმები	376
30.3.5	პირიმიდინი და მისი ნაწარმები	378
30.3.6	პურიინი და მისი ნაწარმები	380

30.3.7 პგერიდინი და მისი ნაწარმები.....	383
30.3.8 ფენითიამინი და მისი ნაწარმები.....	384
31. ნუკლეინის მჟავები.....	385
31.1 ნუკლეოზიდები.....	387
31.2 ნუკლეოტიდები.....	389
31.3 ნუკლეინის მჟავები.....	390

დასარსი

1. იუპაკის ნომენკლატურის პრინციპები.....	397
2. ვიგამინები.....	400
3. კაროტინოიდები.....	405
4. ტერპენები.....	407
4.1 აციკლური ტერპენები.....	408
4.2 მონოციკლური ტერპენები.....	409
4.3 ბიციკლური ტერპენები.....	411
5. სტეროიდები.....	413
5.1 სტერინები.....	413
5.2 ნალელის მჟავები.....	415
5.3 სასქესო ჰორმონები.....	416
5.3.1 ქალის სასქესო ჰორმონები (ესტროგენები).....	416
5.3.2 ეესტოგენები.....	416
5.3.3 მამაკაცის სასქესო ჰორმონები (ანდროგენები).....	417
5.4 კორტიკოსტეროიდები.....	417
5.5 გულის გლიკოზიდები, ანუ კარდიოგლიკოზიდები.....	419
6. პროსტაგლანდინები.....	420
7. გრომბოქსანები.....	425
8. ლეიკოტრიენები.....	426
9. ორგანული ქიმიკა და მედიცინა.....	427
9.1 ანესთეზიური პრეპარატები, ანუ ანესთეტიკები.....	427
9.2 ტკივილგამაყუჩებელი ნივთიერებები, ანუ ანალგეტიკები.....	428
9.3 ფსიქოტროპული ნივთიერებები.....	435
10. ინფრაწითელი სპექტროსკოპია.....	440
ლიგერატურა.....	443

თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა,
380028, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ., 14

დაიბეჭდა ოსუ სარედაქციო-საღებულო-საგამომცემლო
კომპიუტერულ საშუალებებით, თბილისი, ი. ჭავჭავაძის გამზ., 1.

