

დ. გაბრიანი

# ორბანული ქიზია

II ნაწილი

## კარბოციკლური და კეტიროციკლური ნაერთები

საქართველოს სსრ უმაღლესი და აკადემიკოსების  
კლასების სამინისტრომ დააქვეყნა აბელმაკლავანელი  
პედაგოგიური ინსტიტუტების სტუდენტთათვის

რედაქტორი დოც. შ. შიშაძე

წიგნში საკითხები განხილულია საერთო წესით მიღებული თანამიმდევრობის მიხედვით (ალიფაბური — ნაწილი I. კარბოციკლური და ჰეტეროციკლური ნაერთები — ნაწილი II). სახელმძღვანელო დაწერილია მოქმედი პროგრ.მის შეახამისად. მასში განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დათმობილი ორჯანულ ნაერთთა ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებსა და მათ გამოყენებას სახალსო მეურნეობასა და უოფა-ცხოვერებაში.

რეცენზენტები: ლოც. დ. წაქაძე  
ლოც. ლ. ყოფიანი



## კარბოციკლური ნაერთები

კარბოციკლურ ნაერთებს შეეუთვნება ორი დიდი ჯგუფი ნაერთებისა: ალიციკლური და არომატული ნაერთები.

სახელწოდება ალიციკლური წარმოდგება ორი სიტყვისაგან: ალიფატური და ციკლური. ისინი თავიანთი თვისებებით ახლოს დგანან ალიფატურ ნაერთებთან და მათგან განსხვავებით შეიქმნენ ციკლს. ამ გარემოების გამო მათ უწოდეს ალიციკლური ნაერთები.

ბუნებაში გაიკვლინა უფრო მეტი რაოდენობით გვხვდებიან ციკლური სისტემები, ვიდრე აციკლოური ნაერთები. სხვადასხვა ციკლურ სისტემას მოიცავს ისეთი უაღრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობის ბუნებრივი ნაერთები, როგორც არის ნეკლოპროტეინები, რიგი ჰორმონები, ნუკლეინის მკვებები, ქლოროფილი, ქინაზინი, ნიკოტინი, პენიცილინი და სხვა მრავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება.

### თ ა ვ ი

#### ალიციკლური ნაერთები

ალიციკლური ნაერთების ქიმიკა უშუალო კავშირშია ნავთობის ქიმიასთან, რადგან ისინი დიდი რაოდენობითაა ზოგიერთ ნავთობში. უკანასკნელთა ქიმიური გადამუშავებით სამრეწველო მასშტაბით დებულობენ ისეთ ძვირფას პროდუქტებს, როგორც არის პლასტიკური მასები, შიგაწვის საწვავი, საცხისი ზეთები, მედიკამენტები, კაუჩუკი, სინთეზური ბოჭკოები, სურნელოვანი ნივთიერებები, პესტიციდები და სხვა მრავალი ძვირფასი თვისებების მქონე ნივთიერება. აი. სწორედ ამაში მდგომარეობს ალიციკლური ნახშირწყალბადების ქიმიის პრაქტიკული მნიშვნელობა. ამასთან, ალიციკლური ნაერთების შესწავლის საფუძველზე გადაწყვეტილია ისეთი უაღრესად თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის საკითხები, როგორც არის: ბირთვების ძაბვის მიზეზები, მრავალი სახის შიგამოლეკულური გადაჯგუფება, ზოგიერთ ფრიად მნიშვნელოვან ნახშირწყალ-

ბაღთა შეფერილობის მიზეზი, იზომერულ მოვლენათა სხვადასხვა ფორმების წარმოშობის განმპირობებელი ფაქტორები. უქანასკნელის მიმართულებით სხვადასხვა სახის იზომერულ მოვლენასთან ერთად, ალიციკლური ნაერთების მაგალითზე ფუნქციონირებად და შესწავლილი ისეთი დიდი მნიშვნელობის იზომერული მოვლენა, როგორც არის კონფორმაცია.

ალიციკლური ნახშირწყალბადების მარტივი წარმომადგენლებია ციკლოალკანები ანუ ციკლოპარაფინები. ციკლოალკანებს პოლიმეტილენურ ნახშირწყალბადებსაც უწოდებენ.

ხუთ- და ექვსწევრიანი ციკლოალკანები ე. ვ. მარკოვნიკოვა აღმოაჩინა ბაქოს ნავთობში და მათ ნაფტენები უწოდა.

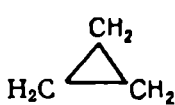
ბირთვში ორმაგი და სამმაგი ბმის რაოდენობის მიხედვით ციკლოალკანებისაგან არჩევენ: ციკლოალკენებს, ციკლოალკადიენებს, ციკლოალკატრიენებსა და ა. შ.

მსგავსად ლიაჯაჰვიანი ნახშირწყალბადებისა, არსებობს ალიციკლური ნახშირწყალბადების შესაბამისი ქალოგენაწარმები, სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მეთეები, ამინები და სხვა ნაწარმები.

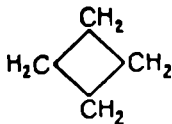
ციკლოალკანების ზოგადი ფორმულა ოლეფანური ნახშირწყალბადების ფორმულის იდენტურია —  $C_nH_{2n}$  და ისინი ერთმანეთის იზომერებს წარმოადგენენ.

### ნომენკლატურა

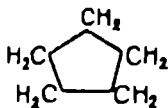
უენევის ნომენკლატურისა და IUPAC-ის წესის შესაბამისად მონოციკლური ნაჯერი ნახშირწყალბადების სახელწოდება გამოკვეთვით შესაბამისი ალკანების სახელწოდებიდან, რომელსაც ემატება თავხართი — ციკლო. მაგალითად:



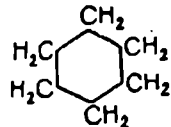
ციკლოპროპანი



ციკლობუტანი

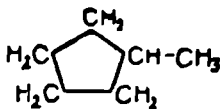


ციკლოპენტანი

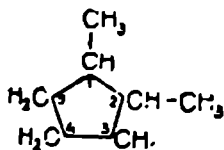


ციკლოჰექსანი

ციკლოპროპანს, ციკლობუტანს, ციკლოპენტანსა და ციკლოჰექსანს აგრეთვე ეწოდებათ შესაბამისად ტრიმეტილენი ტეტრაამეტილენი, პენტამეტილენი და ჰექსამეტილენი.

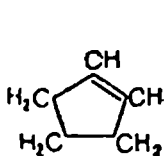


მეთილციკლოპენტანი

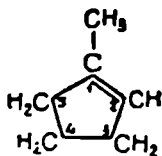


1,2-დიმეთილციკლოპენტანი

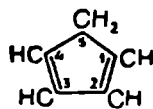
ციკლოალკანების შესაბამისად გამოიყავთ სხეულწოდებანი. ციკლოალკენების, ციკლოალკადიენებისა და ა. შ. მოცემულ შემთხვევაში ბირთვის წარმოქმნელი ნახშირბადატომების დანომვრა, როცა ამის საკირობაა, უნდა ეწარმოოს ორმაგი ბმიდან:



ციკლოპენტენი

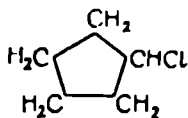


1-მეთილ-1-ციკლოპენტენი

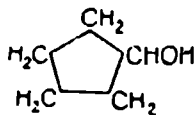


1,3-ციკლოპენტადიენი

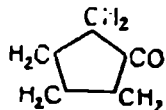
ბირთვის ნახშირბადატომთან შეიძლება დაკავშირებული იყოს პალოგენი, OH, COOH და სხვა ფუნქციონალური ჯგუფი:



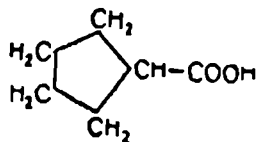
ქლორიციკლოპენტანი



ციკლოპენტანოლი



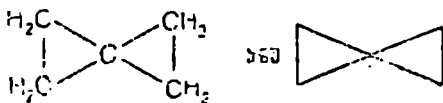
ციკლოპენტანონი



ციკლოპენტანკარბონჰეჟა

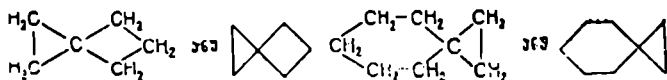
აზიან ისეთი ალიციკლური ნახშირწყალბადები, რომლებიც შეიცავენ ერთმანეთთან დაკავშირებულ რამდენიმე ბირთვს. ამის მიხედვით, თუ რამდენი ბირთვია ერთმანეთთან დაკავშირებული, არჩევენ ბიციკლურ და პოლიციკლურ ნაერთებს.

ბიციკლოლქანებში ბირთვები შეიძლება ერთმანეთთან დაკავშირებული იყოს ერთი საშიარო ნახშირბადატომით, მაშინ მათ ეწოდებათ სპირანები (ლათ. Spira — კლავილი). თუ სპირანებში ორივე ბირთვი ერთნაირია, მაშინ მათ სახელწოდებას აქლევენ ალკანის სახელწოდების მიხედვით, რომელსაც ემატება თავსართი — სპირო მაგალითად:



სპირო-[2.2]-ოქტანო

იმ შემთხვევაში, როცა სპირანში ერთმანეთთან დაკავშირებულია ორი სხვადასხვა ბირთვი და იგი ჩანაცვლებულს არ შეიცავს, მაშინ მისი სახელწოდებაც იწყება თავსართით — სპირო, რომლის შემდეგ კვადრატულ ფრჩხილებში უნდა ჩაიწეროს ცალ-ცალკე ბირთვებში არსებული ნახშირბადატომების რაოდენობის მაჩვენებელი ციფრები, რომლებიც ერთმანეთისაგან უნდა გამოვყოთ წერტილით (მხედველობაში არ ღებულობენ იმ ნახშირბადატომს, რომელიც საერთოა ორივე ბირთვისათვის) და სახელწოდებას ვაძლევთ შესაბამისი ალკანების სახელწოდების მიხედვით. მაგალითად:

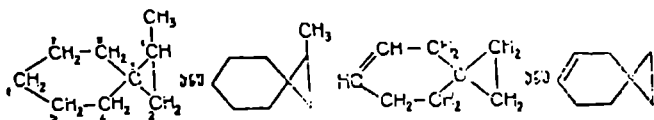


სპირო-[2.3]-პენტანო

სპირო-[2.5]-ოქტანო

როგორც მოცემული ფორმულებიდან ჩანს, ფრჩხილებს ნაჩვენებია ციფრებს ჯამი ერთი C-ატომია სცდებია მოდელურულში არსებული ნახშირბადატომების რაოდენობაზე.

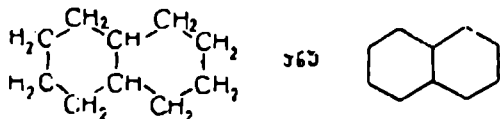
თუ სპირანებში იმყოფება ჩანაცვლებული ან ორმაგი ბმა, მაშინ ბირთვებში არსებული ყველა ნახშირბადატომი იწინააღმდეგება. თანაც დანომერა უნდა დავიწყოთ მც რე რგოლის იმ C-ატომიდან, რომელიც უშუალოდ დაკავშირებულია სპირონახშირბადატომთან. მაგალითად:



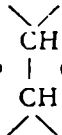
1-მეთილსპირო-[2.5]-ოქტანო

სპირო-[2.5]-6-ოქტენი

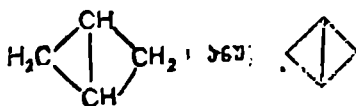
თუ ორი ბირთვი ერთმანეთთან დაკავშირებულია ორი საერთო ნახშირბადატომით, მაშინ მათი სახელწოდება იწყება თავსართით — ბიცკლო. შემდეგ კვადრატულ ფრჩხილებში ცალ-ცალკე ვწერთ იმ C-ატომების რიცხვს. რომლებსაც შეიცავენ ერთმანეთთან შერწყმული ბირთვები (ამ შემთხვევაშიც მხიდველობაში არ დებულა ბენ იმ C-ატომებს, რომლებიც საერთოა ორივე ბირთვისათვის) და თუ ჩანაცვლებული არ არის, სახელწოდებას ვაძლევთ შესაბამისი ალკანის სახელწოდების მიხედვით. მაგალითად:



ბიცკლო [4. 4. 0]-დეკანი (დეკალინი ანუ ბიცკლოდეკანი)

0 — იწერება იმის გამო, რომ დეკალინიში  დაჭკუფების სამი

ბმოდან ორი ბმა ცალ-ცალკე იქვრს ოთხ-ოთხ C-ატომს, მესამე კი — არცერთს.



ბიცკლო [1. 1. 0]-ბუტანი

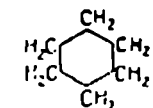
### იზომერია

საერთოდ, ორგანულ ნაერთებში იზომერია მოლეკულის სპეციალური შესაბამისად თავს იჩენს სხვადასხვა სახით. ალიციკლურ ნაერთებს ახასიათებს სტრუქტურული, კონფორმაციული, სტერეო და აგრეთვე მათთვის დამახასიათებელი სახის იზომერია.

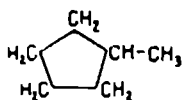
სტრუქტურული იზომერიის ფორმებიდან შეიძლება გავარჩიოთ: ბირთვის, გვერდითი ჯაჭვის, ჩამნაცვლებელთა მდებარეობის იზომერია. ამასთან, იზომერია შეიძლება გამოწვეულ იქნეს ჩანაცვლებულბში ნახშირბადატომების რაოდენობრივი შემცველობითაც.

სტრუქტურული იზომერიის აღნიშნული ფორმების საილუსტრაციოდ ქვემოთ მოყვანილია შესაბამისი მაგალითები.

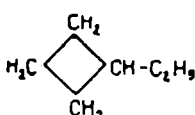
ა) ბირთვის იზომერია:



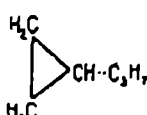
ცკლოჰექსანი



მეთილციკლოპენტანი



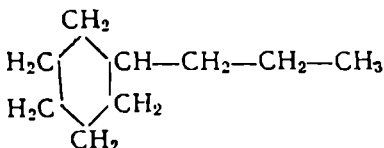
ეთილციკლობუტანი



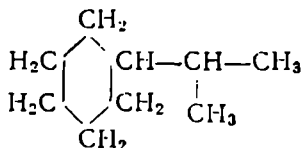
პროპილციკლოპროპანი

დასახელებულ ნახშირწყალბადებს აქვთ ერთი და იგივე ემპირიული ფორმულა —  $C_6H_{12}$ .

ბ) გვერდითი ჯაჭვის იზომერია. ალიციკლურ ნახშირწყალბადს, შედგენილობით  $C_9H_{18}$  შეესაბამება ორი სტრუქტურული იზომერი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ გვერდითი ჯაჭვის აგებულებით:

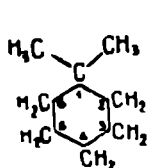


პროპილციკლოჰექსანი

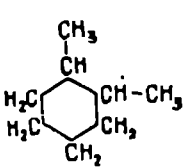


იზოპროპილციკლოჰექსანი

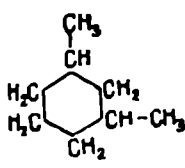
გ) ჩანაცვლებულთა მდებარეობის იზომერია. დიმეთილციკლოჰექსანს, რომლის ემპირიული ფორმულაა —  $C_8H_{16}$ , შეესაბამება ოთხი სხვადასხვა სტრუქტურული იზომერი:



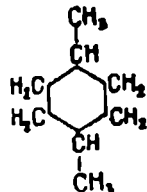
1,1-დიმეთილციკლოჰექსანი



1,2-დიმეთილციკლოჰექსანი

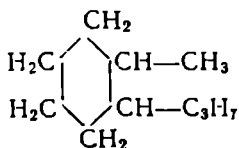


1,3-დიმეთილციკლოჰექსანი

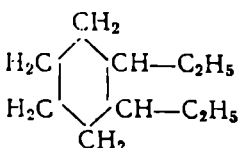


1,4-დიმეთილციკლოჰექსანი

დ) ჩამნაცვლებულთა ნახშირბადატომების რაოდენობით გამოწვეული იზომერია:



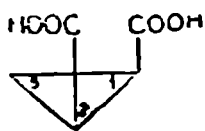
1-მეთილ-2-პროპილციკლოჰექსანი



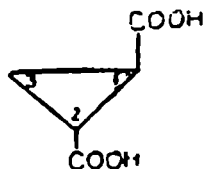
1,2-დიეთილციკლოჰექსანი

დასახელებულ ნახშირწყალბადებს შეესაბამება ერთი და იგივე მოლეკულური შედგენილობის ფორმულა— $C_{10}H_{20}$ .

ღაჩანაცვლებულ ციკლოალკანებს ახასიათებთ გეომეტრიული ანუ ცის-ტრანს იზომერია. სტერეოქიმიური წარმოდგენების ფართო გაგებით, სტერეოიზომერია არის იზომერიის ისეთი შემთხვევა, როცა ნივთიერებებს აქვთ ერთნაირი სტრუქტურული ფორმულა, მაგრამ მათში არსებულ ატომთა ფრადგმენტების სივრცეში ადგილმდებარეობის გამო ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. ციკლოალკანების მონოჩანაცვლებულებს ცის-ტრანს იზომერია არ ახასიათებთ. იზომერიის ამ მოვლენას ადგილი აქვს ღაჩანაცვლებულების შემთხვევაში. მაგალითად, ციკლოპროპან-1,2-დიკარბონმეჯავა გვევლინება ცის- და ტრანს-ფორმაში:



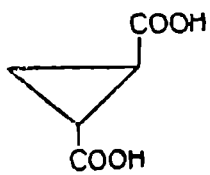
ცის-ფორმა



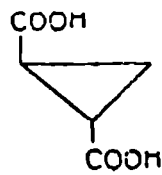
ტრანს-ფორმა

ორევე ფორმა (ცის-ტრანს-) მტკიცე სისტემებია, რადგან ბირთვის C—C ბმის ირგვლივ ბრუნვა გამორიცხულია.

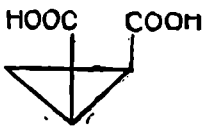
ციკლოპროპან-1,2-დიკარბონმეჯავა ბირთვში შეიცავს ორ ერთნაირ ქრალურ ცენტრს (ორი ერთნაირი ასიმეტრიული C-ატომი) და არსებობს მხოლოდ სამი კონფიგურაციული იზომერის სახით. აქედან ორი (ერთი წყვილი) არის ენანთიომერები — ტრანს-ფორმები და ერთი (მესამე) წარმოადგენს მეზოფორმას, რომელიც გვევლინება ცის-იზომერის სახით:



(1R, 2R)-ციკლოპროპან-1,2-დიკარბონმეჯავა



(1S, 2S)-ციკლოპროპან-1,2-დიკარბონმეჯავა



(1R, 2S)-ციკლოპროპან-1,2-დიკარბონმეჯავა

ბაიერის ქაზვის თეორიას საფუძვლად უძევს ნახშირბადატომის ტეტრაედრული აგებულება. მეცნიერები თავდაპირველად ფიქრობდნენ, რომ ალიციკლურ სისტემებში ბირთვის წარმომქმნელი ყველა C-ატომი ვანლაგებულა ერთ სიბრტყეზე. ასეთი მოსაზრება რიგ შემთხვევაში ეწინააღმდეგება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

ალკანებში ნახშირბადატომებისათვის დამახასიათებელია ტეტრაედრული კუთხე, რომელაც ტოლია  $109^{\circ}28'$  ბაიერმა (1885 წ.) გამოთქვა მოსაზრება, რომ, რაც უფრო მეტია ვალენტური კუთხის გაღებრა ნორმალური (ტეტრაედრული) მდგომარეობიდან, მით უფრო მეტად არის ნაერთი დაქიშული (დაძაბული) და აქედან გამომდინარე ასეთი ნაერთი შედარებით უფრო არამტკიცეა.

სისტემის ქაზვის შეფარდებითი სიდიდის განსაზღვრისათვის, ბაიერის თანახმად, საჭიროა ტეტრაედრულ მდგომარეობაში მყოფ C-ატომს სავალენტო კუთხის სიდიდეს გამოვაკლოთ სისტემაში არსებული სავალენტო კუთხის სიდიდე და მიღებული რიცხვი გაეყოთ ორზე. რასაც მივიღებთ, ის იქნება ერთი ვალენტობის გადახრის სიდიდის მანივენტული ნორმალური მდგომარეობიდან. მაგალითად, თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ ბირთვის წარმომქმნელი C-ატომები იმყოფება ერთ სიბრტყეში, როგორც ამას ბაიერი ფიქრობდა, მაშინ ციკლოპროპანში სავალენტო კუთხე  $60^{\circ}$ -ის ტოლია, ციკლოპენტანში— $90^{\circ}$ , ციკლოპენტანში— $108^{\circ}$ , ციკლოჰექსანში— $120^{\circ}$ . აღნიშნულ სისტემაში ერთი ვალენტობის გადახრა ნორმისაგან შესაბამისად იქნება:  $24^{\circ}44'$ ,  $9^{\circ}44'$ ,  $0^{\circ}44'$  და  $-5^{\circ}16'$  მაშასადამე, ტეტრაედრული კუთხის სიდიდესთან (როგორც ეს ალკანებშია) ყველაზე ახლოა ციკლოპენტანი და ამიტომ იგი მტკიცე სისტემას წარმოადგენს, სოლო ყველაზე უფრო დაძაბული (არამტკიცე) სისტემაა ციკლოპროპანი. ასეთი წესით გამოთვლამ აჩვენა, რომ ციკლოპროპანთან ერთად დაძაბული სისტემებია ციკლოჰექსანი და ციკლოპროპილინი. სინამდვილეში ციკლოჰექსანი და ციკლოპროპილინი მტკიცე სისტემებია და ბაიერის ქაზვის თეორია ამ შემთხვევაში მიუღებელია.

1890 წელს ზაქსემ გამოთქვა მოსაზრება, რომ ციკლოჰექსანსა და დიდრგოლიან სისტემებს აუცილებელი არ არის ჰქონდეთ სიბრტყული ფორმა. ზაქსეს ეს მოსაზრება შემდგომში (1918 წ.) განავითარა მორომ. რომლის მიხედვითაც ციკლოჰექსანსა და დიდრგოლიან სისტემებში ატომები განლაგებული არიან სივრცობრივად. ამ შეხედულების საფუძველზე ციკლოჰექსანისათვის მოროს მიერ მოწოდებულ იქნა ორი შესაძლებელი კონფიგურაცია: „აბაზანისა“

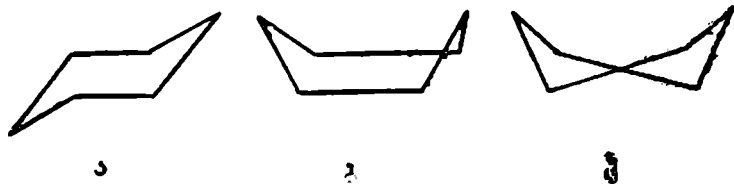


და „სავარძლის“ ფორმა, რომლებშიც არის ბაერისეული კეთ-  
აის სიდიდის მანვენებლით გამოჩეველა დაბაზულა (დ.ე.-მე-  
და).

ზაქსესა და მოროს მოსაზრებამ მიიღო დიდრგოლიან ნაერთთა  
არადაბაზულობის ზ.ქსე-მოროს თეორიას სახელწოდება.

### ციკლოპენსანი კონფორმაცია

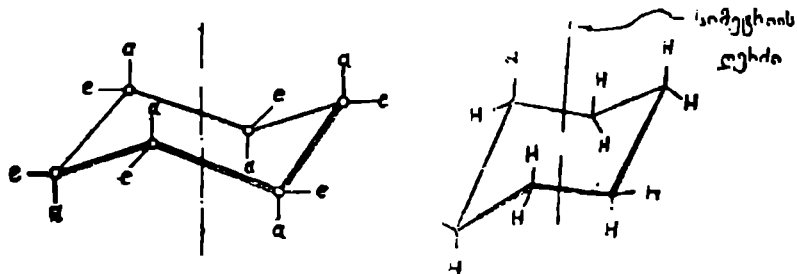
აღნიშნულა იყო, რომ ზაქსე-მოროს თეორიის მიხედვით ციკლო-  
პექსანსა და დიდრგოლიან სისტემებში ატომები განლაგებული არიან  
სივრცობრივად. ამის მიხედვით ციკლოპექსანის შეიძლება წარმოვიდ-  
გინათ სამი კონფორმერის სახით: „აბაზანა“, „სავარძელი“ და „ტვის-  
ტი“. („ტვისტი“ არის აბაზანის დამახინჯებული — გადაგრეხილი ფორ-  
მა) (ნახ. 1).



ნახ. 1. ციკლოპექსანის კონფორმერება:  
ა — „სავარძელი“; ბ — „აბაზანა“; გ — „ტვისტი“.

ციკლოპექსანის „სავარძელს“ ფორმაში ყველა ბმის კუთხე ტო-  
ლია ტეტრაედრულის ( $109^{\circ}28'$ ) და აღარ არსებობს არავითარი კუთ-  
ხისეული ძაბვა (დავიშულობა). ამასთან „სავარძლის“ ფორმაში აღარ  
არსებობს ჩამოფარებული კონფორმაციის მოვლენა. ციკლოპექსანის  
„აბაზანის“ ფორმასა და „ტვისტი“ ფორმაში აღარ არის კუთხისე-  
ული ძაბვა, მაგრამ განსხვავებით „სავარძლის“ ფორმისაგან, მათში  
ადგილი აქვს ჩამოფარებულ კონფორმაციას, რაც წარმოშობს გამ-  
თიჯე — ვანდერ-ვალსის ძალებს 1,4-მდებარეობაში მყოფ წყალ-  
ბადატომებს შორის და ამიტომაც, რომ „აბაზანის“ ფორმის ენერგია  
23.0 კჯ/მოლით მეტია „სავარძლის“ ფორმის ენერგიასთან შედარე-  
ბით, ხოლო „ტვისტის“ ფორმის ენერგია 19,9 კჯ/მოლით აღემატე-  
ბა „სავარძლის“ ფორმის ენერგიას. ამ გარემოების გამო ციკლოპექ-  
სანის აღნიშნული კონფორმერებიდან ყველაზე უფრო სტაბილური  
არის „სავარძლის“ ფორმა. „სავარძლის“ ფორმა ინვერტირის ხარჯზე  
„ვადადის“ „ტვისტის“ ფორმაში „აბაზანის“ ფორმის გავლით. „აბა-  
ზანის“ ფორმა გადაგრეხვით წარმოშობს „ტვისტის“ ფორმას. უკა-  
ნასკენელი „აბაზანის“ ფორმის გავლით ისევ ვადადის „სავარძლის“

ფორმაში. ოთახის ტემპერატურაზე ციკლოპექსანის კონფორმერთა ნარევი „სავარძლის“ კონფორმერი იმყოფება 99,9%-ის ოდენობით. „სავარძლის“ კონფორმერში C-ატომსა და H-ატომს შორის არჩევენ ორგეარ ბმას: აქსიალურსა (ლათ. axialis — ღერძული) და ეკვატორულს (ინგ. equatorial — გათანაბრებული), რომელთაც აღწინავენი სიმბოლოთა შესაბამისად a და e (ნახ. 2).

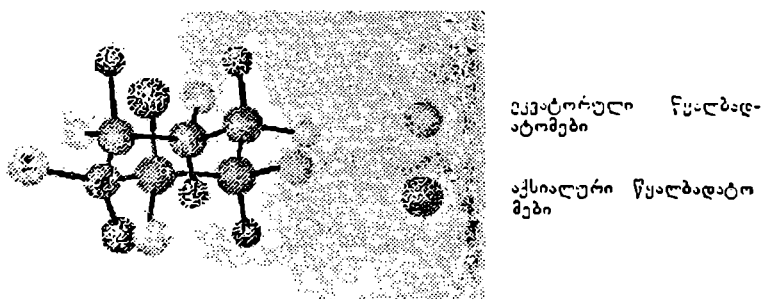


ნახ. 2. აქსიალური და ეკვატორული ნახ. 3. ციკლოპექსანის „სავარძლის“ ფორმა ბმები ციკლოპექსანის მოლეკულაში.

ციკლოპექსანში 12H-ატომიდან 6H-ატომი იმყოფება აქსიალურ და 6H-ატომი ეკვატორულ მდებარეობაში (ნახ. 2).

როგორც მესამე ნახაზიდან ჩანს, აქსიალურ მდებარეობაში მყოფი ექვსი C—H ბმა მდებარეობს სიმეტრიის ღერძის პარალელურად. აქედან სამი C—H ბმა იმყოფება ზევით და სამი C—H ბმა ქვევით. ეკვატორულ მდებარეობაში მყოფი ექვსი C—H ბმა სიმეტრიის ღერძის მიმართ განლაგებულია თითქმის პერპენდიკულარულად.

პირველ სურათზე მოცემულია ციკლოპექსანის ბურთულღერძული მოდელის „სავარძლის“ ფორმა, სადაც რელიეფურად ჩანს ეკვატორულ და აქსიალურ მდებარეობაში H-ატომების განლაგება.



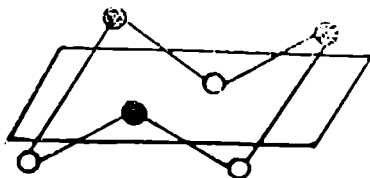
სურ. 1. ციკლოპექსანის „სავარძლის“ ფორმაში ეკვატორულ და აქსიალურ მდებარეობაში H-ატომების განლაგება.

ციკლოპექსანში H-ატომების ორგვარი (a და e) მდებარეობა იმაზე შიგვანიშნებს, რომ მის (ციკლოპექსანი) მონოჩანაცვლებულს უნდა ჰქონდეს ორი იზომერი. მაგალითად, მეთილციკლოპექსანის შემთხვევაში, მეთილს ჯგუფი უნდა იყოს, როგორც აქსიალურ. ასევე ეკვატორულ მდებარეობაში ან მზიალურ ერთ რანგელში მათგანში (ან a-ში ან e-ში). იმის გამო, რომ „საფარძლის“ ფორმა სწრაფად გადადის „ტვისტის“ ფორმაში, ადგილი აქვს „საფარძლის“ ერთი ბოლოს ამოწევის და მეორე ბოლოს ჩაწევის, რასაც თან სდევს ჩანაცვლებულის, მოცემულ შემთხვევაში, მეთილს ჯგუფის აქსიალური მდებარეობიდან ეკვატორულში სწრაფი გადასვლა და პირიქით. ეს გარემოება შეუძლებელს ხდის ციკლოპექსანის, საერთოდ, მონოჩანაცვლებულების და კერძოდ, მეთილციკლოპექსანის კონფორმერების ერთმანეთისაგან გამოყოფას.

ეკვატორულ და აქსიალურ ფორმათა წონასწორული მდგომარეობის დროს მეთილციკლოპექსანი ქარბად იმყოფება ეკვატორულ მდებარეობაში. მაგალითად, 25°C-ის დროს მეთილციკლოპექსანის მოლეკულის 95% იმყოფება ეკვატორული კონფორმერის სახით და მხოლოდ 5% მოლეკულას აჩვენებს აქსიალური კონფორმერის სახით.

### დიჩანაცვლებული ციკლოპექსანის იზომერია

როგორც აღნიშნული იყო (გვ. 8), დიმეთილციკლოპექსანს აქვს ოთხი სტრუქტურული იზომერი: 1,1-, 1,2-, 1,3-, და 1,4-დიმეთილციკლოპექსანი. ამასთან, ციკლოპექსანის დიჩანაცვლებულები საერთოდ და, კერძოდ, დიმეთილციკლოპექსანი გვევლინება გეომეტრიული და ოპტიკური იზომერების სახით, რაც განპირობებულია ციკლოპექსანის რგოლის არასიმბრტყული ფორმით. ციკლოპექსანის საფარძლისმაგვარი კონფორმერის რგოლის ყველა C—C ბმას შორის გამავალი სიბრტყის მიმართ სამი C-ატომი იმყოფება ზევით და სამი C-ატომი ქვევით (ნახ. 4).



● სიბრტყის ზევით

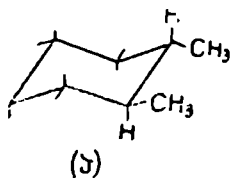
○ სიბრტყის ქვევით

ნახ. 4. საფარძლისმაგვარ ციკლოპექსანში C—C ბმების მიმართ გამავალი სიბრტყე და C-ატომებს განლაგება.

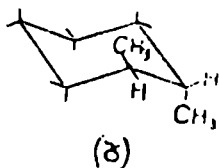
როგორც მე-4 ნახაზიდან ჩანს, სიბრტყის მიმართ ყოველი ორი მეზობელი აქსიალური ბმა იკლავება ტრანს-მდებარეობაში. ასევე ითქმის ყოველი ორი მეზობელი ეკვატორული ბმის შესახებაც. ამ გარემოების გამო ციკლოპექსანის დიანაცვლებულები საერთოდ და კერძოდ, 1,2- 1,3- და 1,4-დიმეთილციკლოპექსანი არსებობს ცის-ტრანს- იზომერების სახით. ამასთან, 1,2- და 1,3-დიანაცვლებულები და მათ შორის 1,2- და 1,3-დიმეთილციკლოპექსანი არსებობს სტერეომერების სახით. 1,4-დიანაცვლებულ ციკლოპექსანი სტერეომერების სახით არ გვევლინება, რადგან მის ცის- და ტრანს-იზომერს აქვს სიმეტრიის სიბრტყე, რომელიც გადის რგოლის 1 და 4 ატომზე.

ციკლოპექსანის სავარძლისმაგვარ ფორმაში გაშვალ სიბრტყეზე დაყრდნობით შეიძლება ერთმანეთისაგან გავარჩიოთ დიმეთილციკლოპექსანის ნაიზომერები ცის-ტრანს იზომერის ფორმულები. მაგალითად: დიეკვატორული სავარძლისმაგვარი, ქვემოთ მოყვანილი 1,2-დიმეთილციკლოპექსანის კონფორმერი (ა) წარმოადგენს ცის-ფორმას. რადგან ორივე მეთილის ჯგუფი სიბრტყეს მიმართ მდებარეობს ერთი და იმავე მხარეზე, ხოლო დიაქსიალური 1,2-დიმეთილციკლოპექსანის კონფორმერი (ბ) არის ტრანს-ფორმა სიბრტყის მიმართ მეთილის ჯგუფების სხვადასხვა მხარეზე მდებარეობის გამო. 1,2-დიმეთილციკლოპექსანის (ა) და (ბ) კონფორმერები დიასტერომერები არიან.

დიეკვატორული ფორმა შედარებით უფრო მტკიცეა, რადგან მოცემულ შემთხვევაში მეთილის ჯგუფები და აქსიალური H-ატომები ერთმანეთს ნაკლებად გადაფარავენ.

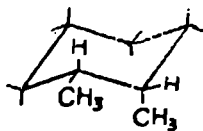


დიეკვატორული ცის-1,2-დიმეთილ-  
ციკლოპექსანი



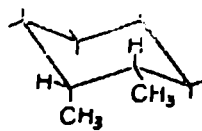
დიაქსიალური ტრანს-1,2-  
დიმეთილციკლოპექსანი

1,2-დიმეთილციკლოპექსანისათვის, გარდა აღნიშნულისა, შესაძლებელია ორი ცის-ფორმის არსებობა, რომლიდანაც ერთი არის ეკვატორულ-აქსიალური (გ) და მეორე აქსიალურ-ეკვატორული (დ), და ერთი დიეკვატორული ტრანს-იზომერი (ე):



(ბ)

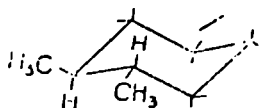
ეკვატორულ-აქსიალური ცის-1,2-დიმეთილციკლოჰექსანი



(გ)

აქსიალურ-ეკვატორული ცის-1,2-დიმეთილციკლოჰექსანი

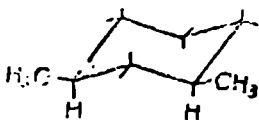
(ბ) და (გ) იზომერი წარმოადგენს ენანთიომერებს.



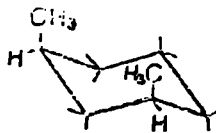
(დ)

დიეკვატორულ-ტრანს-1,2-დიმეთილციკლოჰექსანი

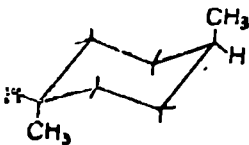
დიეკვატორულ ცის-1,3, დიაქსიალურ ცის-1,3, დიაქსიალურ ტრანს-1,4 და აქსიალურ-ეკვატორული ცის-1,4-დიმეთილციკლოჰექსანში მეთილის ჯგუფები განლაგებული არიან შემდეგნაირად:



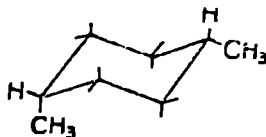
დიეკვატორული ცის-1,3



დიაქსიალური ცის-1,3



დიაქსიალური ტრანს-1,4

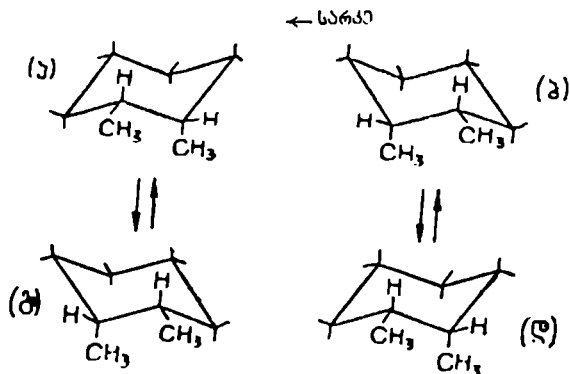


აქსიალურ-ეკვატორული ცის-1,4.

კონფორმაციული ანალიზის მიხედვით ცის-1,3 და ტრანს-1,4-დიეკვატორული კონფორმერები უფრო ხელსაყრელ მდგომარეობაში იმყოფებიან, ვიდრე დიაქსიალური.

აღნიშნული იყო, რომ 1,2- და 1,3-დიმეთილციკლოჰექსანს, განსხვავებით 1,4-დიმეთილციკლოჰექსანისაგან, ახასიათებს ოპტიკური იზომერიის მოვლენა. უკანასკნელი განხილულ იქნება ცის-ტრანს-1,2-დიმეთილციკლოჰექსანის მაგალითზე.

ცის-1,2-დიმეთილციკლოპექსანი და მისი სარკის გამობატუ-  
ლება ერთმანეთს არ ეშვებოდა და ამიტომ ისინი წარმოადგენენ კონ-  
ფორმაციულ ენანთომერებს.

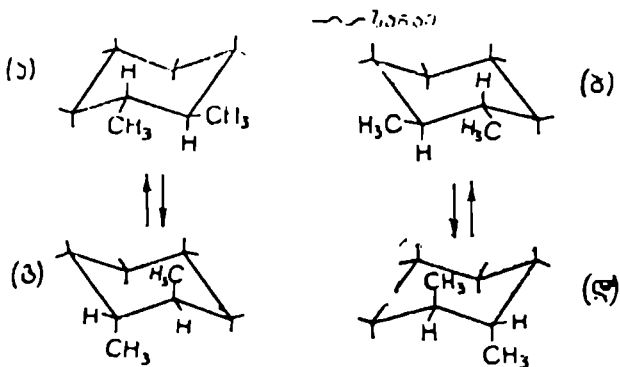


ცის-1,2-დიმეთილციკლოპექსანი

ინვერსიით (ა) გადადის მისი სარკის გამობატულუა (ბ)-ში. ანა-  
ლოგიური ინვერსიით (ბ)-დან წარმოიქმნება მისი სარკის გამობატუ-  
ლება (დ). (ბ) და (გ) იდენტურებია.

(ა) ფორმის გადასვლა (გ)-ში, (ბ) — გადასვლა (დ)-ში და პირი-  
ქით, ისე სწრაფად ხდება, რომ მათი ერთმანეთისაგან განცალკევება  
შეუძლებელია.

ტრანს-1,2-დიმეთილციკლოპექსანი გვევლინება ორი ოპტიკუ-  
რად აქტიურ ენანთომერის სახით, რომელთა რაყემატული მ-ღაფე-  
კაცია ერთმანეთისაგან შეიძლება განშრევდეს.



ტრანს-1,2-დიმეთილციკლოპექსანი.

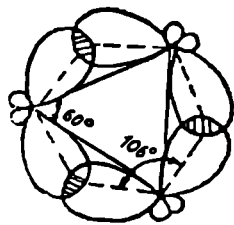
კონვერსიით (ა) და (ბ) გადადის (გ) და (დ) ენანთომერში. ანალოგიური მსჯელობის მიხედვით შეიძლება დახასიათდეს 1,3-დიმეთილციკლოპექსანის ოპტიკურად მოქმედი ენანთომერები.

**ციკლოპროპანის ელემენტური აგებულება**

ციკლოპროპანს აქვს ბრტყელი სტრუქტურა. ექვსი წყალბადატომიდან სამი H-ატომი რგოლის სიბრტყის მიმართ იჭერს ტრანსმდებარეობას დანარჩენ სამ H-ატომთან შეფარდებით, რომლებიც დგანან რგოლის სიბრტყის მიმართ მეორე მხარეზე.

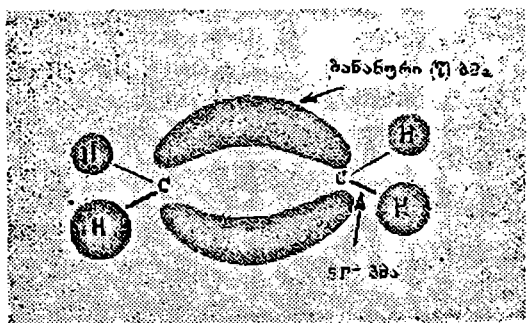
ციკლოპროპანის რგოლის დაქიმულობა გამოწვეულია იმით, რომ C—C ბმებს შორის კუთხე არ არის ისეთი, როგორც ეს ტეტრაედრშია. ეს იწვევს C—C ბმების ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის გადაფარვას მოლეკულის სამკუთხედის გარეთ, რგოლიდან რამდენადმე მოშორებით და C—C ბმებს შორის კუთხე ნაცვლად 60°-სა, როგორც ეს სამკუთხედშია, 106°-ის ტოლი ხდება, ხოლო C-ატომსა და H-ატომებს (H—C—H) შორის კუთხე დაახლოებით 120°-ია. (ნახ. 5).

ციკლოპროპანში C—C ბმების ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის თავისებური გადაფარვის გამო მასში არსებული  $\sigma$  ბმები და ჰიბრიდიზაცია განსხვავებულია ჩვეულებრივი  $\sigma$  ბმისა და  $SP^3$  ჰიბრიდიზაციისგან. ციკლოპროპანში C—C ბმები წარმოადგენენ რაღაც  $\sigma$  და  $\pi$  ბმის შუალედურ ბმას, რომელსაც ბანანის (მოხრილი) ფორმა აქვს. ამის გამო მას „ბანანური“ ბმის უწოდებენ და აღინიშნება სიმბოლოთი  $\tau$ .



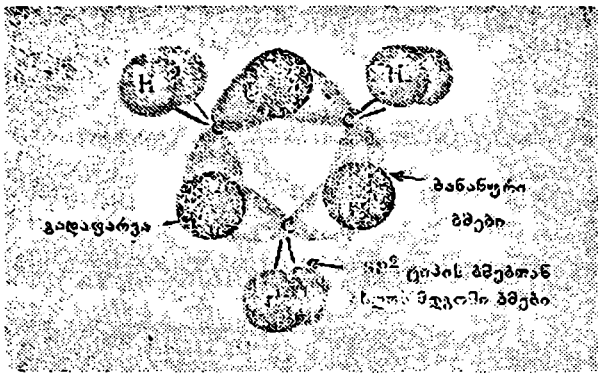
ნახ. 5. ციკლოპროპანისა და „ბანანური“ ბმების ურთიერთგადაფარვა.

თუ ეთილენის მოლეკულებს აღვწერთ ბანანური ბმის მიხედვით, მაშინ ნათლად წარმოგვიდგება, თუ როგორი ფორმისაა ბანანური ბმა (სურ. 2).



სურ. 2. ეთილენის მოლეკულის აგებულება „ბანანური“ ბმის მიხედვით.

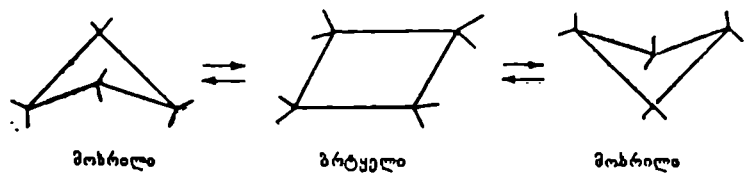
ეთილენის მოლეკულის ბანანური ბმის ანალოგიურად შეიძლება აღწერილ იქნეს ციკლოპროპანის მოლეკულა ბანანური ბმის მიხედვით (სურ.



ციკლოპროპანში არ-უბელი ბანანური და SP<sup>2</sup> ტიპის ბმები ნახა.

ციკლოპროპანის აღწერილი ელექტრონულა ავებულებით განპირობებულია ელექტროფილური შეერთების (AE) რეაქციები, რომლითაც ხასიათდება ციკლოპროპანი. უკანასკნელის CH<sub>2</sub>-ჯგუფები მსგავსია იმ CH<sub>2</sub>-ჯგუფებისა, რომელთანაც იმყოფება ორმაგი ბმა.

**ციკლობუტანი.** ციკლობუტანის მოლეკულა ძირითადად ბრტყელია. იგი უმნიშვნელოდ მოხრილია და ამიტომ სხვადასხვა ფორმის ბირთვების ერთმანეთში გადასვლა რეალურად თხოულობს უმნიშვნელო ბარიერის დაძლევას. ამიტომ ამ გარემოებას მხედველობაში არ ღებულობენ და ციკლობუტანსა და მის ნაწარმებს პრაქტიკულად თვლიან ბრტყელ სისტემებად.

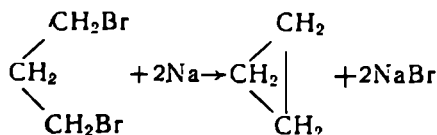


ციკლობუტანში წყალბადატომებს ბირთვის სიბრტყის მიმართ უჭირავთ ცის- და ტრანს-მდებარეობა.

**მიღების საშუალებანი.** არ არსებობს ისეთი ზოგადი მეთოდი, რომლითაც შეიძლებოდეს ალიციკლური ნახშირწყალბადების — დაბალი, საშუალო და მაღალი წევრების მიღება. შემუშავებულია მათი მიღების ისეთი საშუალებანი, რომლებიც საერთოა მხოლოდ დაბალი წევრებისათვის. მიღების ასეთნაირი განსხვავებული მეთოდებია ცნობილი საშუალო და მაღალი წევრებისათვისაც.

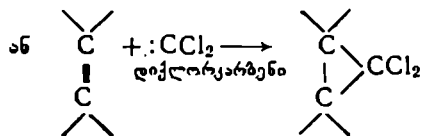
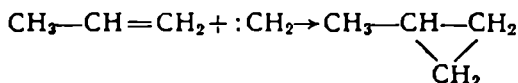
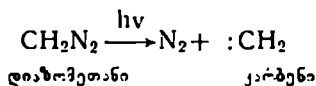


1. 1,3-დიჰალოგენალკანებზე მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით მიიღებიან ციკლოპროპანის რიგის ნახშირწყალბადები (ფრენინდი):

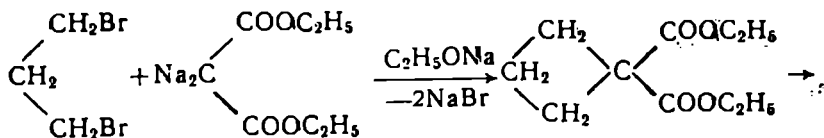


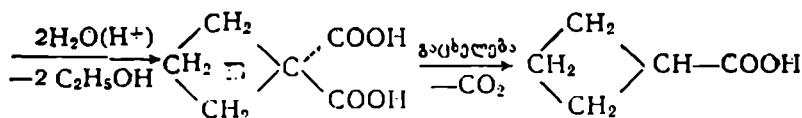
თუ ამ რეაქციის განხორციელების დროს ნაცვლად Na-ისა ავიღებთ თუთიის ფხენილს, მაშინ ნახშირწყალბადის გაშოსაღიანობა უფრო მეტი იქნება (გ.გ. გუსტავსონი).

2. სამწვერიანი ციკლური ნაერთების მიღების კარგი მეთოდია უნაჯერი ნახშირწყალბადებისა და კარბენების ურთიერთმოქმედება. ამისათვის რეაქციის პროცესში ჩართავენ დიაზომეთანს, რომელიც სინათლის კვანტის გავლენით გამოყოფს აზოტს და გარდაიქმნება კარბენად. უკანასკნელი შედის შეერთების რეაქციაში უნაჯერ ნახშირწყალბადთან და მიიღება შესაბამისი ალიციკლური ნაერთი.

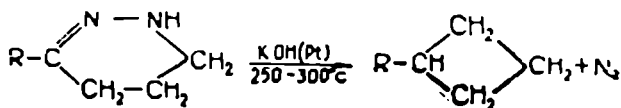


3. ოთხწვერიანი ალიციკლური ნაერთები მიიღებიან შესაბამის დიჰალოგენალკანზე დინატრიუმმალონმეჯავა ეთილის ეთერის მოქმედებით (პერკინი):

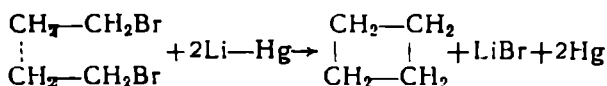




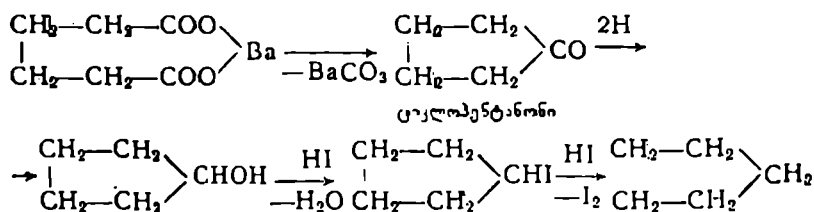
4. ციკლური ჰიდრაზონების კატალიზური გარდაქმნით მიიღება ბიან ობსწვერიანი ალიციკლური ნახშირწყალბადები (რ. ი. ლევინა, ი. ს. შაბაროვი):



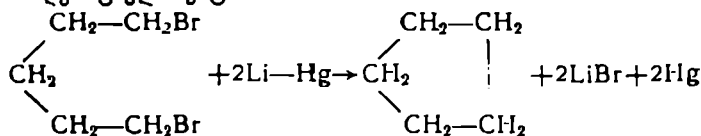
5. ციკლობუტანი კარგი გამოსავლიანობით მიიღება 1,4-დიბრომბუტანზე ლითიუმის ამაღვამის მოქმედებით დიოქსანის გარემოში (კნორი, უილსონი. 1967 წ.):



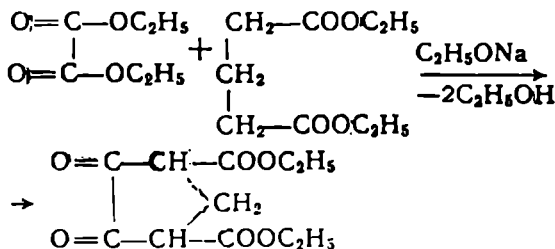
6. ხუთ- და ექვსწვერიანი ალიციკლური კეტონები მიიღებიან შესაბამისი ორფუძიანი მჟაეების კალციუმის ან ბარიუმის მარილების მშრალი გამოხდით. მიღებული კეტონების აღდგენით წარმოიქმნებიან ალიციკლური სპირტები. უკანასკნელთა შესაბამისი გარდაქმნებით მიიღებიან ციკლოალკანები:



7. ციკლობუტანის მიღების ანალოგიურად კნორმა და უილსონმა 1967 წელს 1,5-დიბრომბუტანზე ლითიუმის ამაღვამის მოქმედებით მიიღეს ციკლოპენტანი:



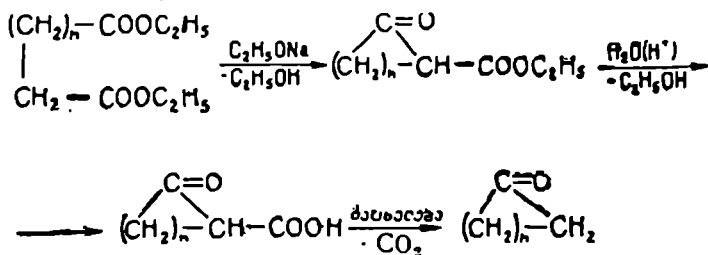
8. მეთენმეთაქსისა და გლუტარის მეთენის ეთილის ეთერების რთული ეთერული კონდენსაციით მიიღება ციკლოპენტანის რიგის ნაერთი:



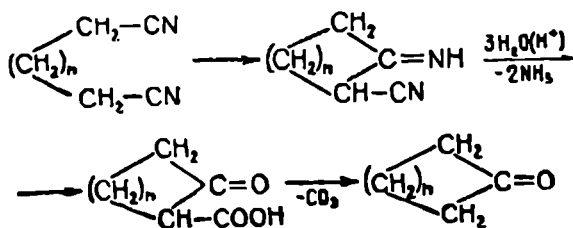
ამ რეაქციის ანალოგიურად ციკლოპექსანის რიგის შესაბამის ნაერთს ღებულობენ ორი მონოეკვლა ქარვის მეთენის ეთილის ეთერის რთულეთერული კონდენსაციით.

რთულეთერული კონდენსაციის შედეგად მიღებული ნაერთების ჰიდროლიზით, დეკარბოქსილირებითა და აღდგენით წარმოიქმნებიან შესაბამისი ციკლოალკანები.

9. ორფუძიანი მეთენების რთული ეთერებს შიგამოლეკულური კონდენსაციით მიიღება ციკლოპენტანონი, ციკლოპექსანონი და ციკლოპეტანონი (დიკმანი):

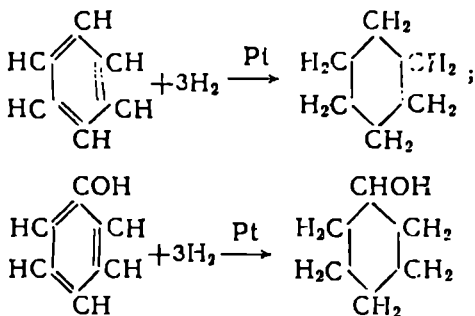


10. ორფუძიანი მეთენების დინიტრილების შიგამოლეკულური კონდენსაცია N-ეთილანილინის ლითიუმის მარალის თანობით კარგი გამოსავლიანობით იძლევა 5—8 და 14—33-წევრიანი ალი-ციკლურ კეტონებს (ტროპი):

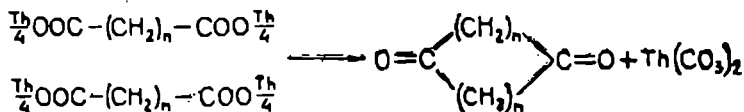


ამ რეაქციის დროს იყენებენ რუგლი-ცაგურის განზავებისა და სწრაფი მორევის პრინციპს (იხ. ქვემოთ).

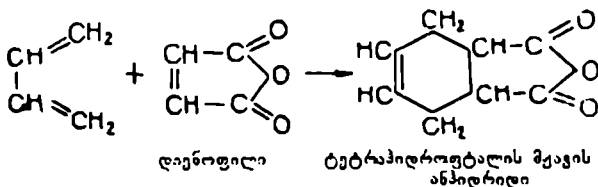
11. დიდ ყურადღებას იპყრობს ციკლოპექსანისა და მის ნაწარმთა მიღება ბენზოლისა და ბენზოლის რიგის არომატულ ნაერთთა კატალიზური ჰიდრირება, რომელიც ცნობილია დეარომატიზაციის რეაქციის სახელწოდებით:



12. ლ. რუჟიკას მიერ მიღებულ იქნა მრავალი მაკროციკლური ნაერთი ორფუძიანი შეკვების თორიუმის მარილების ვაკუუმში გატხელებით. ამ მეთოდით მან მიიღო 15—20 და მეტწვერიანი ალიციკლური სისტემა:

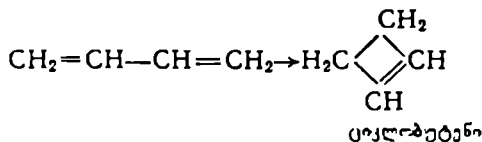


13. ექვსწვერიანი უნაჭერი ალიციკლური ნაერთები მიიღებიან დიდს-ალდერის დიენური სინთეზით:

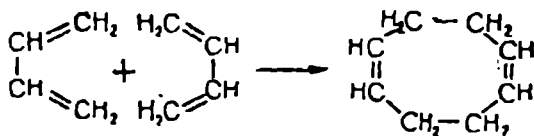


14. დიენური ნახშირწყალბადების შიგამოლეკულური და მოლეკულთაშორის ციკლიზაციით მიიღებიან ალიციკლური, უნაჭერი ნახშირწყალბადები.

ა) შიგამოლეკულური ციკლიზაცია:



ბ) მოლეკულთაშორის ციკლიზაცია:



1,5-ციკლოქტალიენი

განხილული ციკლიზაციის რეაქციები მიმდინარეობს თერმული ან ფოტოქიმიური აქტივაციით, უდვარდისა და ჰოფმანის წესის შესაბამისად.

ორფუქიანი მკვებების რთული ეთერებს რთულეთერიული კონდენსაციით კარგი გამოსავლიანობით მიიღებან 5-, 6- და 7-წევრიანი ალიციკლური ნაერთები, ხოლო 9- და 10-წევრიანი ციკლური ნაერთების გამოსავლიანობა მკვეთრად ეცემა. თუ სარეაქციოდ ავიღებთ ისეთ ნივთიერებას, რომლის ჩაკვი 13 და მეტი C-ატომისაგან შედგება, მაშინ ალიციკლური ნაერთების გამოსავლიანობა უმნიშვნელოდ მატულობს.

რუგლიმ და ციგლერმა შეიმუშავეს ზეგანზავებისა და სწრაფ მორეკს მეთოდი. რითაც მნიშვნელოვნად დიდდება საშუალო და მაკროციკლური ნაერთებს გამოსავლიანობა. ზეგანზავებით ალიციკლური ნაერთების გამოსავლიანობის გადიდება შეიძლება აიხსნას შემდეგი მოსაზრებით. სარეაქციოდ აღებული ნივთიერების ციკლიზაცია შეიძლება მოხდეს, როგორც შიგამოლეკულურად, ასევე მოლეკულთაშორისად. შიგამოლეკულური ციკლიზაციის რეაქციის სისწრაფე უმთავრესად დამოკიდებულია სარეაქციო ნივთიერებათა კონცენტრაციაზე, ხოლო მოლეკულთაშორისი ციკლიზაციის რეაქციის სისწრაფე კი დამოკიდებულია მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციის კვადრატზე (რადგან რეაქცია ბიმოლეკულურია). ეს იმას ნიშნავს, რომ გამოსავლიანობის დიდი რაოდენობით (ზეგანზავება) გამოყენების შემთხვევაში გაიზრდება იმ ნივთიერების გამოსავლიანობა, რომელიც წარმოიქმნება შიგამოლეკულური ციკლიზაციის შედეგად, ხოლო ნაკლები ოდენობით მიიღება ის ნივთიერება, რომლის წარმოქმნა ხდება მოლეკულთაშორისი ციკლიზაციით.

ფიზიკური თვისებები. ციკლოალკანების დუდილისა და ლლობის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე შესაბამისი ალკანებისა. სიმკვრივე ერთზე ნაკლები აქვთ, მაგრამ უფრო მეტი, ვიდრე პარაფინულ ნახშირწყალბადებს. დუდილის ტემპერატურა უფრო მაღალი აქვთ იმ ციკლოალკანებს, რომლის ბირთვი მეტ C-ატომებს შეიცავს. ციკლოალკანების ინფრაწითელი სპექტრი ალკანების სპექტრის მსგავსია. CH<sub>2</sub>-ის ინტენსიური რხევის სიხშირე შედარებით მეტად აღინიშნება 1440—1470 სმ<sup>-1</sup> ინტერვალში.

ზოგიერთი ალკანებისა და ციკლოალკანების ფიზიკური თვისებები მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

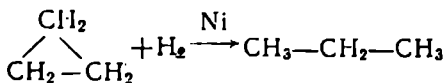
ზოგიერთი ალკანებისა და ციკლოალკანების ფიზიკური თვისებები

ნივთიერება	ლუღ. ტემპ.	ლ. ტემპ.	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>
პროპანი	—42	—187	0,580 <sup>a</sup>
ციკლოპროპანი	—33	—127	0,689 <sup>a</sup>
ნ-ბუტანი	—0,5	—135	0,579 <sup>b</sup>
ციკლობუტანი	+13	—90	0,683 <sup>b</sup>
ნ-პენტანი	36	—130	0,626
ციკლოპენტანი	49	—94	0,746
ნ-ჰექსანი	69	—95	0,059
ციკლოჰექსანი	81	+7	0,778
ნ-ჰეპტანი	98	—91	0,684
ციკლოჰეპტანი	119	—8	0,810
ნ-ოქტანი	126	—57	0,703
ციკლოოქტანი	151	+15	0,830
ა. —40°C დროს			
ბ. წნევის ქვეშ.			

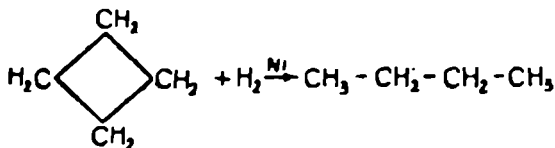
ქიმიური თვისებები. ქიმიური თვისებების თავისებურებანი, რომლითაც ალიციკლური ნაერთები განსხვავდებიან პარაფინული ნაერთებისაგან, ძირითადად განპირობებულია ბირთვით. თვით ალიციკლურ ნაერთებში სხვადასხვა ბირთვიანი ნაერთები ამჟღავნებენ ერთმანეთისაგან განსხვავებულ ქიმიურ თვისებებს. როგორც აღნიშნული იყო, დაბალი წვერებიდან ყველაზე უფრო არამტკიცეა სამწევრიანი ციკლური ნაერთები. აგრეთვე ნაკლები სიმტკიცით ხასიათდებიან ოთხწევრიანი ციკლური ნაერთები. მდგრადი ბუნებით გამოირჩევიან ხუთ- და ექვსწევრიანი ალიციკლური ნაერთები.

1. შეერთება. პირველი წვერები გარკვეულ პირობებში იერთებენ წყალბადს, ჰალოგენებს, ჰალოგენწყალბადებს და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებებს, მაგალითად:

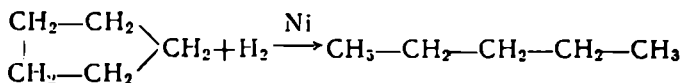
ა) ციკლოპროპანი 80°C-ზე კატალიზატორ Ni თანაობით ჰიდრირდება C—C ბმის გაწყვეტით და მიიღება პროპანი:



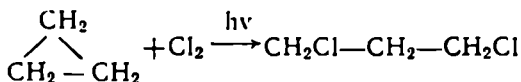
ბ) ციკლობუტანი იგივე კატალიზატორის თანაობით ჰიდრირდება 120°C-ზე და მიიღება ბუტანი:



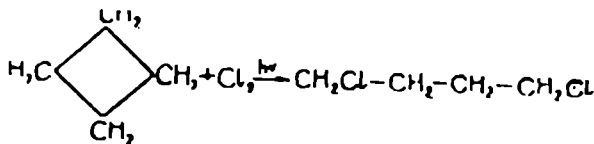
გ) ციკლოპენტანის კატალიზური ჰიდრირებისათვის საჭიროა მაღალი ტემპერატურა (300°C):



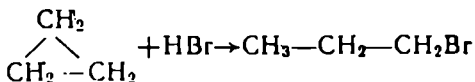
დ) ციკლოპროპანისა და ქლორის ურთიერთმოქმედებით მიიღება 1,3-დიქლორპროპანი:



ე) ციკლობუტანთან ქლორის შეერთების რეაქცია ძალიან ნელა მიმდინარეობს და წარმოიქმნება 1,4-დიქლორბუტანი:

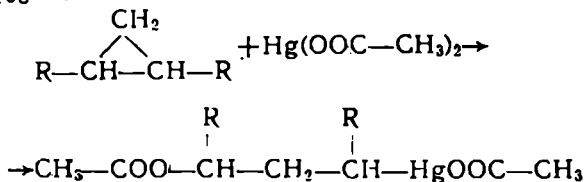


ვ) ციკლოპროპანი და მისი ალკილჩანაცვლებულები ჰალოგენწყალბადის მოქმედებით გარდაიქმნებიან ჰალოგენალკილებად:

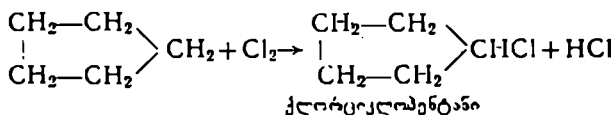


ზ) საყურადღებოა, რომ ალკილჩანაცვლებულები ადვილად შედიან შეერთების რეაქციებში. მაგალითად, ალკილჩანაცვლებული

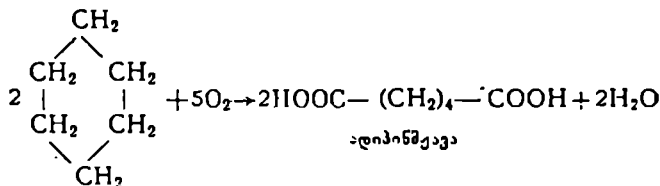
ციკლოპროპანი ადვილად იერთებს ვერცხლისწყლის აცეტატს (რ. ი. ლევინა):



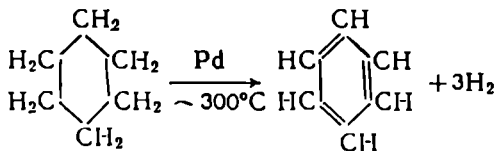
2. **ჩანაცვლება.** ციკლოპენტანი, ციკლოჰექსანი და მათი ნაწარმები ქალოგენებთან რეაგირებენ ალკანების მსგავსად და ბირთვის წენარჩუნებით წარმოიქმნება ქალოგენნაწარმები:



3. **დაჟანგვა.** ციკლოალკანები მძლავრ ტემპერატურაზე ძლიერი დამჟანგავების მოქმედებით იჟანგებიან და გადადიან ლიაქაქვიან ორფუძიან მჟავებში:

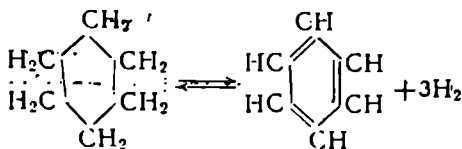


4. **არომატიზაცია.** ციკლოჰექსანი და მისი ალკილჩანაცვლებულები (ჰემი — დიჩანაცვლებულის გამოკლებით) კატალიზატორების (Pd ან Pt) თანობით 300°C-ზე გაუხელებისას რაოდენობრივად გარდაქმნიებიან არომატულ ნახშირწყალბადებად, თუ ამ დროს გამოყოფილ წყალბადს გამოვიყვანთ რეაქციის სფეროდან:



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



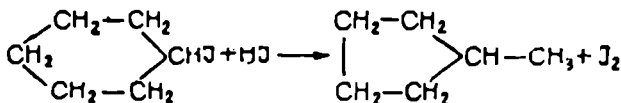


ციკლოპექსანის ჩანაცვლებულების არომატიზაცია შესწავლილია ნ. დ. ზელინსკისა და მისი მოწაფეების მიერ.

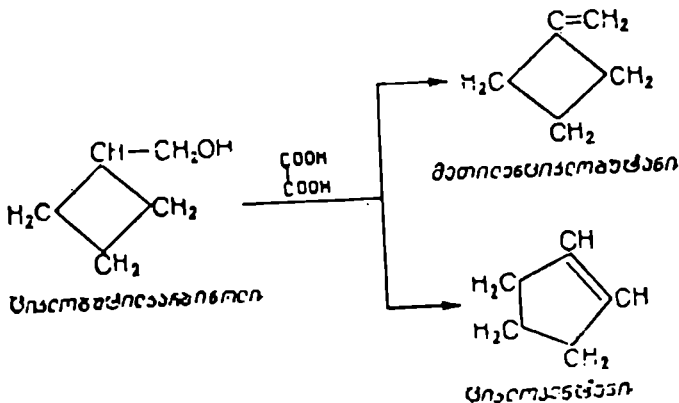
ბ. ბირთვების ურთიერთგადახვლა. რიგი ალიციკლური ჰალოგენნაერთები, სპირტები, ამინები და სხვა ნაწარმი. ზოგიერთი მინერალური მკაეების ან ლუისის მკაეების ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$  და სხვა) გავლენით განიცდიან იზომერიზაციას ბირთვის ერთი C-ატომით გაფართოების ან შეკუმშვის მიმართულებით. აღნიშნულ ნაერთთა იზომერული გარდაქმნები ფართო მასშტაბით შესწავლილია ვ. ვ. მარკოვნიკოვის, ნ. დ. ზელინსკის, ს. ს. ნაშიოტკინის, ნ. მ. კეენერის, ნ. ი. დემიანოვის, ი. ი. ვაგნერის, ბ. კაზანსკის, გ. მკიერვეინისა და სხვათა მიერ.

ზემოთ. ნათქვამის საილუსტრაციოდ განვიხილოთ ზოგიერთი ნაერთის იზომერული გარდაქმნები:

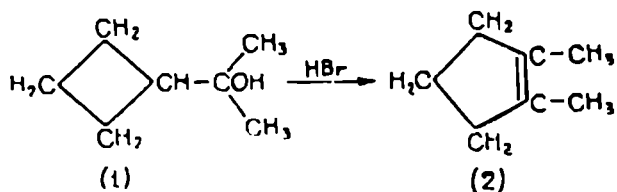
ა) იოდციკლოპექსანზე იოდწყალბადმკაევას მოქმედებისას ადგილი აქვს ბირთვის შევიწროებას (ვ. მარკოვნიკოვი, ნ. ზელინსკი):



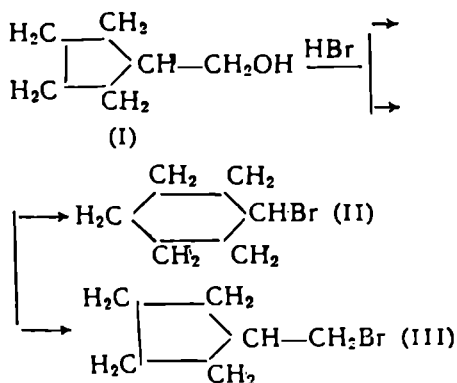
ბ) ციკლობუტილკარბინოლის მკაუნმკაევიტ დეჰიდრატაციის დროს ადგილი აქვს რეაქციის ნორმალური პროდუქტის წარმოქმნას და აგრეთვე რგოლის გაფართოებას (ნ. დემიანოვი):



გ) დამეთილციკლოპენტილკარბინოლი (1) მბოლავი ბრომწყალბადმეავის მოქმედებით განიცდის იზომერიზაციას ბირთვის გაფართოებით და წარმოიქმნება 1,2-დიმეთილ-1-ციკლოპენტენი (2) (ს. მ. კენერი):



დ) ციკლოპენტილკარბინოლი (I) მბოლავი ბრომწყალბადმეავის გავლენით განიცდის იზომერიზაციას რგოლის გაფართოების მიმართულებით და მიიღება ბრომციკლოპექსანი (II). ამასთან წარმოიქმნება რეაქციის ნორმალური პროდუქტი — ციკლოპენტილბრომმეთანი (III) (ს. ს. ნამიოტკინი, ო. ნ. მოროზოვა):



ე) დიმეთილციკლოპენტილკარბინოლი (1) მბოლავი ბრომწყალბადმეავის ან კრისტალური მეთაუნმეავის მოქმედებით განიცდის იზომერიზაციას ბირთვის გაფართოების მიმართულებით და შესაბამისად წარმოიქმნება 1,1-დიმეთილ-2-ბრომციკლოპექსანი (II) და 1,2-დიმეთილ-1-ციკლოპექსენი. ამასთან ადგილი აქვს რეაქციის ნორმალური პროდუქტების წარმოქმნასაც (ს. ს. ნამიოტკინი, დ. მ. გაბრიაძე):

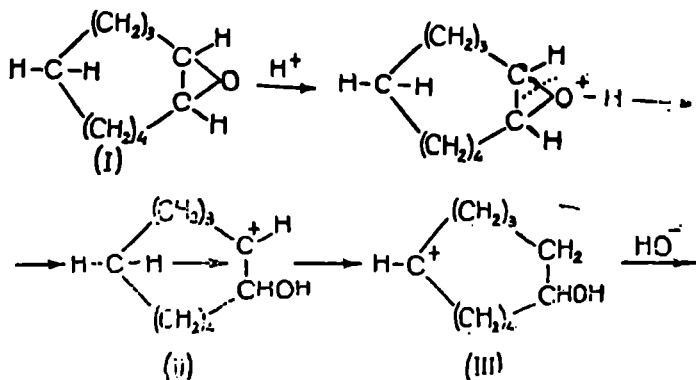


საშუალო წვერების (8—13 წვერმდე) მიღების სიძნელე და მოსალოდნელზე მეტი წვის ენერჯიის გამოყოფა განპირობებულია ბირთვის ისეთი ტიპის დაძაბულობით, რომელიც განსხვავებულია დაძაბულობათა იმ მიზეზებისაგან, რომელიც ადრე განსილული იყო (გვ. 10). ბირთვების დაძაბულობას იწვევს მიზეზი, რომელიც ცნობილია ბრანს-ანულარული ეფექტის სახელწოდებით. ეს ეფექტი 1952 წელს კოუპმა და პერლოგმა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად აღმოაჩინეს.

ბრანს-ანულარული ეფექტი გამოწვეულია იმით, რომ ზოგერთი წყალბად-ტოპი მჯუბ-რობს ბირთვის კაიეთ სკვადასკვა მხარეზე, ერთმანეთთან ახლოსა და ერთმანეთზე მოქმედებს გაჭითმველად. ეს ეფექტი ყველაზე მეტად თავს იჩენს 9-, 10- და 11-წვერიან ბირთვებში.

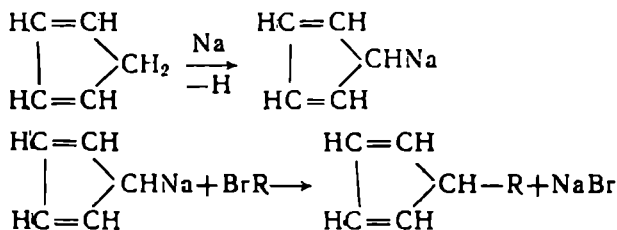
ბრანს-ანულარული ეფექტი შეიძლება განვიხილოთ ციკლოდეცენის ოქსიდის ჰიდროლიზის მაგალითზე შეაუერ გარემოში.

ციკლოდეცენის ოქსიდის (α-ფორმა) შეაუერი ჰიდროლიზით უნდა წარმოიქმნას 1,2-ციკლოდეკანდიოლი, ნაცელად ამისა, ძირითადად წარმოიქმნება 1,6-ციკლოდეკანდიოლი. უკანასკნელის წარმოქმნის მექანიზმი შეიძლება ვივარაუდოთ შემდეგნაირად: ციკლოდეცენის α-ოქსიდზე (I) პროტონის დაჯახებითა და გარდამავალსაფეხურის გავლით წარმოიქმნება კარბკაციონი (II). ნახშირბადის დადებითი ონისკენ გადაინაცვლებს მასთან ახლოს მდგომი H-ატომი და გაჩნდება ახალი კარბკაციონი (III), რომელიც შეიერთებს ჰიდროქსილიონს და მიიღება 1,6-ციკლოდეკანდიოლი:

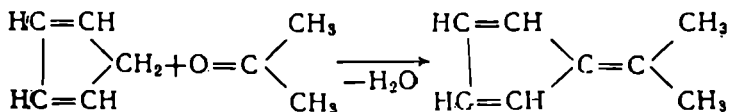




ციკლოპენტენს, როგორც უნაჯერ ნახშირწყალბადს, ახასიათებს ოლეფინების თვისებები. ციკლოპენტენის რიგის უნაჯერი ნახშირწყალბადებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს 1,3-ციკლოპენტადიენი (შეუღლებული ორი ორმაგბმისანი ნაერთი). ამ ნახშირწყალბადს ღებულობენ ქვანახშირის კოქსის შედეგად გამოყოფილი გაზებიდან. ციკლოპენტადიენში C—C ორმაგი ბმის —I-ეფექტის გავლენით მეთილენური წყალბადატომები ადვილმოძრავი ხდება და იცვლება მეტალ ნატრიუმით. მიღებული მეტალნაწარმიდან ღებულობენ ციკლოპენტადიენის მრავალ სხვადასხვა ალკილნაწარმს:

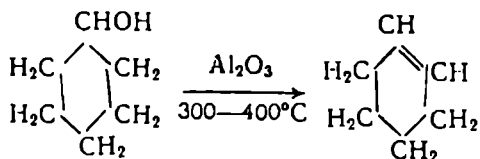


მეთილენური წყალბადატომების ადვილძვრადობის გამო ციკლოპენტადიენი კონდენსაციის რეაქციებში შედის კარბონილის ჯგუფის შემცველ ნაერთებთან:

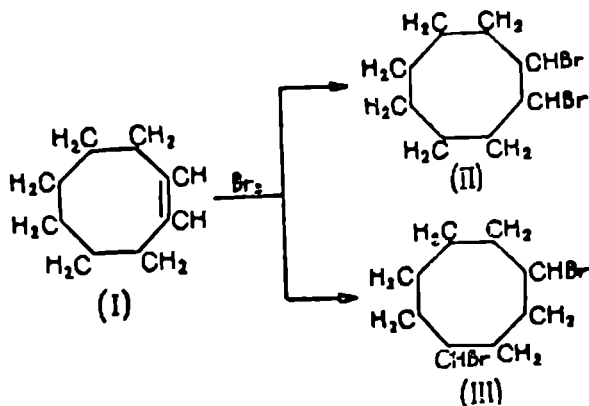


მიღებული ნაერთი არის ფულენენების უმარტოვესი წარმომადგენელი, რომელიც მოლეკულაში მრავალი ორმაგი ბმის არსებობის გამო შეფერილია.

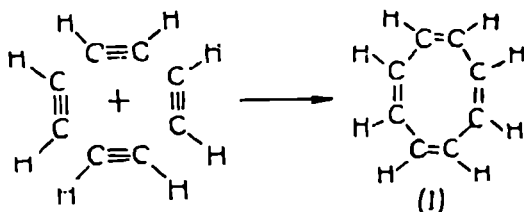
ციკლოპენტადიენი ადვილად შედის დილს-ალდერის რეაქციაში. ციკლოპენტენის ღებულობენ ციკლოპენტანოლზე წყალწამრთმევი საშუალებების ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  და სხვა) მოქმედებით:



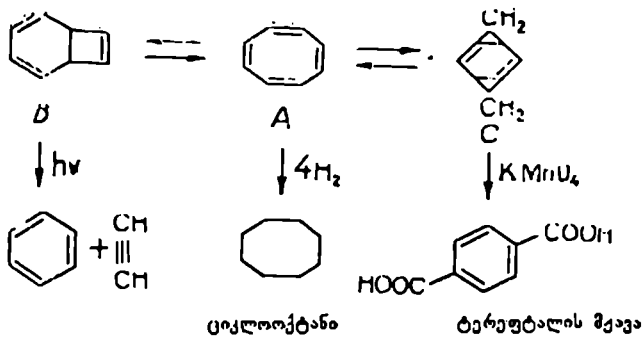
ციკლოპექსენს აქვს ისეთი ქიმიური თვისებები, რაც დამახასიათებელია ოლფენებისათვის. ამასთან მას ახასიათებს სპეციფიკური ქიმიური ბუნება. მაგალითად, მასზე ბრომის მოქმედებით ხდება კონფორმაციული შეერთება და მიიღება ტრანს-1,2-დიბრომციკლოპექსანი. ამისაგან განსხვავებით, ციკლოპექსენის საშუალო წევრები ბრომის მოქმედებით იძლევიან როგორც ცის- ასევე ტრანს-შეერთების დიბრომნაერთებს. მაგალითად, ციკლოქტენი (I) ბრომთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნის ტრანს-1,2-დიბრომციკლოქტანს (II) და ცის-1,2-დიბრომციკლოქტანს (III):



ალიციკლური უნაჯერი ნახშირწყალბადებიდან განსაკუთრებული თვისებების გამო დიდ ყურადღებას იმსახურებს ციკლოქტატეტრაენი (I). უკანასკნელი მიიღება აცეტილენის ტეტრაჰეროზაციით, ნიკელის აცეტილენიდის თანაობით (რეჰე):



ულტრაიისფერი დასხივებით ციკლოქტატეტრაენი იძლევა ბენზოლსა და აცეტილენს.  $KMnO_4$ -ით დაქანგვისას გარდაიქმნება ტერფტალის მჟავად. ხოლო აღდგენით იძლევა ციკლოქტანს. ამ გარდაქმნების დროს იგი რეაგირებს, როგორც ტაუტომერული ნაერთი:



როგორც რეაქციათა სქემებიდან ჩანს, ციკლოქტატეტრაენის გარდაქმნას ბენზოლად და აცეტილენად შეესაბამება B, ციკლოქტანს A, ხოლო ტერეფტალის მჟავას C-ტაუტომერი. რადგან ციკლოქტატეტრაენის აღნიშნული გარდაქმნების დროს ადგილი აქვს ვალენტური ბმების გადანაწილებას (ელექტრონების გადანაწილება და არა ატომების), ტაუტომერულ ფორმებს შეიძლება ეუწოდოთ ვალენტური ფორმები ანუ ვალენტური იზომერები. მოცემულ შემთხვევაში A, B და C ფორმები არიან ვალენტური იზომერები. მაშასადამე, ციკლოქტატეტრაენი გვევლინება სამი ვალენტური იზომერის სახით (A, B, C).

ალიციკლური უნაჭერი ნახშირწყალბადებიდან, რომლებიც შეიცავენ რამდენიმე იზოლირებულ ორმაგ ბმას, ყურადღებას იპყრობს

ბულვალენი —  $C_{10}H_{16}$   იგი წარმოადგენს კრისტალურ

ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $96^{\circ}\text{C}$ -ზე.

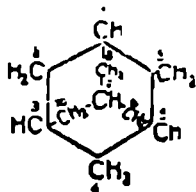
ბულვალენი ნასიათდება ფლუქტურული (ლათ. fluctuari—რხევა) სტრუქტურით. ბულვალენის ყველა C-ატომი სწრაფმდინარებით იცვლის თავის მდებარეობას, ხოლო H-ატომები ვალენტური იზომერიზაციის მეოხებით მოლეკულაში შენაცვლებით იკავებენ სხვადასხვა ადგილს. ამ გარემოებათა გამო განპირობებულია ბულვალენის მოლეკულის აგებულების განსაცვიფრებლად ხშირი ცვალებადობა, რაც თავისი ბუნებით განსხვავდება მეზომერიისაგან. ბულვალენის მოლეკულის ცვალებად სტრუქტურათა ურთიერთგარდაქ-



მნა ხორციელდება კოუპის გადაჯგუფების (გვ. 31) ხარჯზე. 82,7°C-ზე 1 სეკუნდში ადგილი აქვს კოუპის გადაჯგუფების 79.000 შემთხვევას.

### პოლიმერული ალიციკლანი

პოლიმერული ალიციკლების მოლეკულებში კონდენსირებულია რამდენიმე ბირთვი. ამ რიგის ნაერთებიდან აღსანიშნავია ადამანტანი, კატენანები და როტაქსანები. ადამანტანი პირველად 1933 წელს გამოიყვანა ნავთობიდან. ადამანტანის მოლეკულაში კონდენსირებულია სამი ექვსწევრიანი ბირთვი:



ტრიციკლო-[3.3.1.1<sup>2,7</sup>]-დეკანი (ადამანტანი)



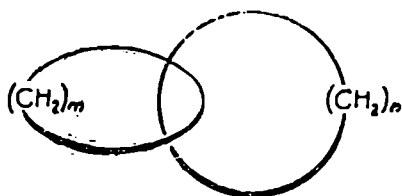
ადამანტანის კონფორმაცია

ადამანტანი ადვილად აქროლადი ქაფურის სუნის მქონე უფერო კრისტალებია, იგი ღვება 269°C-ზე. ადამანტანის მოლეკულა ხასიათდება დიდი სიმეტრიით, რაც იმით აიხსნება, რომ ციკლოპექსანის სამივე რგოლი, რომელსაც ადამანტანის მოლეკულა მოიცავს, იმყოფება „სავარძლის“ ფორმაში და ამით კუთხისეული დაძაბულობა გამოირიცხება.

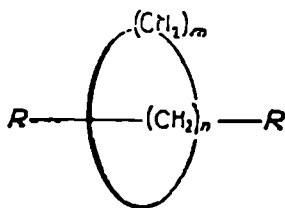
ადამანტანის 1, 3, 5 და 7 C-ატომებთან მდგომი H-ატომები იცვებიან ბრომით. ნიტროჯგუფითა და სხვა. ნიტროადამანტანის აღდგენით მიიღება ამანოადამანტანი, რომელსაც იყენებენ გრიპის გამომწვევი ზოგიერთი ვირუსის საწინააღმდეგოდ.

უკანასკნელი წლების ქიმიურ ლიტერატურაში ხშირად ვხვდებით ცნობებს ახალი მაკროციკლური ნაერთების სინთეზის შესახებ. დადგენილია, რომ მრავალრგოლიანი ნაერთების წარმოქმნა ხდება არა მარტო ქიმიური ბმების ხარჯზე. არამედ ქიმიური ბმების გარეშეც. მაგალითად, მოლეკულები ერთმანეთს შეიძლება დაუკავშირდეს კვანძების მექანიკური გამოსკვნით. გადახლართვით (გადაწნულობა), გაყრით და სხვა. ასეთი მექანიკური ხასიათის ბმებს უწოდებენ ტოპოლოგიურ ბმებს (ბერძ. *topos* — ადგილი და *logos* — მოძღვრება), ხოლო მოლეკულებს — ტოპოლოგიურ იზომერებს. უკანასკნელიდან

ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია კატენანები (ლათ. catena — ძეწკვი) და როტაქსანები (ლათ. rota — ბორბალი და axis — ღერძი). კატენანებში რგოლები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ისე, როგორც ეს ძეწკვშია, ხოლო როტაქსანებში ერთი მოლეკულის რგოლი წამოგებულია განუშტოებელი მოლეკულის ღერძზე. რომლის თავსა და ბოლოში დაკავშირებულია ვრცელი მოცულობის ჯგუფები (ფრაგმენტები):



კატენანები



როტაქსანები

სადაც R არის ვრცელი მოცულობის ფრაგმენტები.

1967 წელს აღმოჩენილ იქნა ბუნებრივი კატენანები. ამასთან დადგენილია, რომ ბუნებაში არსებობენ კატენანური დეზოქსარიბონუკლეინის მკავეები (დნმ).

## თ ა ვ ი II

### ტერპენები

სახელწოდება ტერპენები წარმოდგება ბერძნული სიტყვისაგან terbinthos—ტერპენტინის ხე. ტერპენტინის ხის ფისის გამოსვით მიიღეს ნივთიერება, რომელსაც უწოდეს ტერპენი. ტერპენები ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული ეთერზეთების შემადგენელი ნაწილის სახით. ეთერზეთები იმყოფება დაფნის, ევკალიპტის, ქაფურის ხის ფოთლებში, გერანში. ვარდის ფურცლებში, ციტრუსოვანთა ნაყოფების კანში, წიწვოვან მცენარეებში, ბოსტნეულში (კამა, პიტნა, ქინძი, ქონდარი) და სხვა მცენარეში.

ეთერზეთების გამოყოფას მცენარეებიდან ძირითადად აწარმოებენ წყლის ორთქლით გამოხდის მეთოდით. ამისათვის ჯერ წვრილად დაჭრიან ეთერზეთების შემცველ მცენარეულ მასალას და შემდეგ მასში გაატარებენ წყლის ორთქლს. უკანასკნელთან ერთად გადაიღინება ეთერზეთი. მათ აგრეთვე ღებულობენ გამოხსნის (ექსტრაქცია) მეთოდით. გარდა ამისა, ისინი შეიძლება მივიღოთ ციტრუსოვანთა ნაყოფების კანის დაწნეხვით და სხვა.

ეთერზეთებს დიდი გამოყენება აქვს სუნამოების წარმოებაში. მათ: იყენებენ კულინარიაში, მედიცინასა და სხვა მრავალ დარგში. ეთერზეთები წარმოადგენენ ზეთისებურ სითხეებს. ისინი ჩვეულებრივი ზეთებისაგან იმით განსხვავდებიან, რომ დამახასიათებელი სასიამოვნო სუნის, ადვილაქროლადი ნივთიერებებია და აქროლის შემდეგ საგანზე (ქაღალდი, ქსოვილი და სხვა), განსხვავებით ზეთისაგან, კვალს არ ტოვებენ.

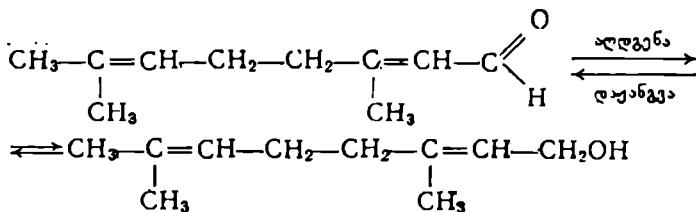
ტერპენები მოიცავენ მრავალ სხვადასხვა ნახშირწყალბადებსა და ჟანგბადშემცველ ნაერთებს. ჟანგბადშემცველი ნაერთებიდან უმთავრესად გვხვდებიან სპირტები, ალდეჰიდები და კეტონები, რომლებსაც, ტერპენული ნახშირწყალბადებისაგან განსხვავებით, უწოდებენ ტერპენოიდებს. ტერპენულ ნახშირწყალბადები აგებული არიან ე. წ. სობრენული წესის მიხედვით. ამ რიგის ნახშირწყალბადების დიდი ნაწილის მოლეკულა შეიცავს იზოპრენის ფრაგმენტებს და ისინი შეიძლება გამოვსატოთ ზოგადი ფორმულით —  $(C_5H_8)_n$ . იმის მიხედვით, თუ რამდენ იზოპრენის ფრაგმენტს შეიცავს ტერპენული ნახშირწყალბადის მოლეკულა. შეიძლება გავარჩიოთ: ტერპენი ანუ მონოტერპენი —  $C_{10}H_{16}$ , სესქვიტერპენი (ფრანგ. sesqui -- ერთნახევარი) —  $C_{15}H_{24}$ , დიტერპენი —  $C_{20}H_{32}$ , ტრიტერპენი —  $C_{30}H_{48}$ , ტეტრატერპენი —  $C_{40}H_{64}$  და ა. შ. მოცემული ფორმულებიდან ჩანს, რომ ტერპენი ანუ მონოტერპენი, სესქვიტერპენი, დიტერპენი, ტრიტერპენი და ტეტრატერპენი შესაბამისად შეიცავენ იზოპრენულ ფრაგმენტებს 2, 3, 4, 6 და 8. ზოგიერთი ტერპენის მოლეკულური შედგენილობა განსხვავდება ზემოთ მოყვანილი ფორმულებისაგან. მაგალითად, დიტერპენული სპირტი ფატოლი, რომელიც მონაწილეობას ღებულობს ქლოროფილისა და A-ვიტამინის მოლეკულის წარმოქმნაში,  $C=C$  ბმების ნაკლებობის გამო H-ატომებს მეტი ოდენობით შეიცავს, ვიდრე დასახელებული ტერპენები.

ტერპენულ ნახშირწყალბადებთან ახლო კავშირშია ბუნებრივი კაუჩუკი. კაროტინოიდები, ზოგიერთი ვიტამინი და ჰორმონი.

ტერპენებს ყოფენ ორ მთავარ ჯგუფად:

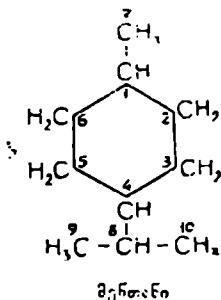
აციკლური ტერპენები და ციკლური ტერპენები. უკანასკნელისაგან არჩევენ — მონოციკლურ, ბიციკლურ და ტრიციკლურ ტერპენებს.



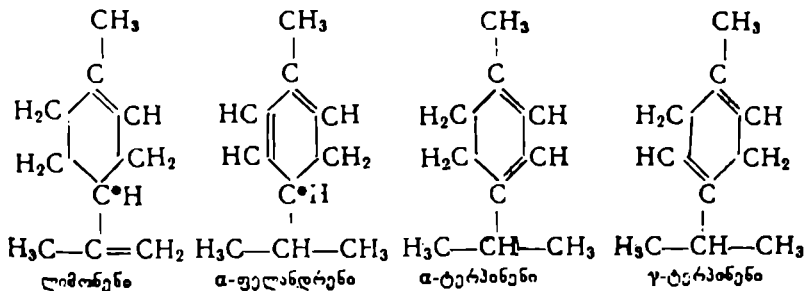


2. მონოციკლური მონოტერპენები

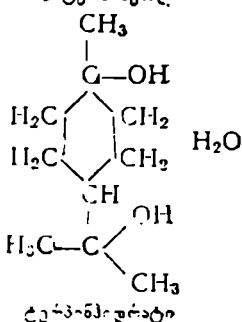
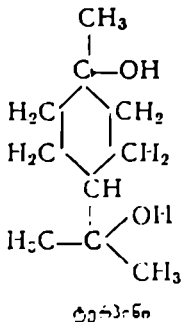
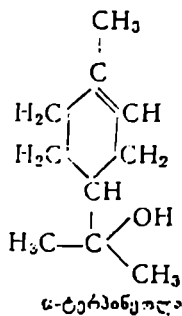
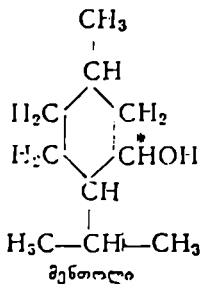
მონოციკლური მონოტერპენები შეიძლება განვიხილოთ როგორც მენტანის დეჰიდრირების პროდუქტები. ე. ი. მონოციკლური მონოტერპენების სტრუქტურული ფორმულები შეიძლება ვაწარმოოთ მენტანისაგან, რომელიც წარმოადგენს 1-მეთილ-4-იზოპროპილციკლოპექსანს. მის მოლეკულაში შემავალი C-ატომები ინომრება შემდეგი თანამიმდევრობით:



მონოციკლური მონოტერპენებიდან აღსანიშნავია: ლიმონენი,  $\alpha$ -ფელანდრენი,  $\alpha$ -ტერპინენი და  $\gamma$ -ტერპინენი. დასახელებული ნახშირწყალბადების მოლეკულები მოიცავენ ერთ ექვსწევრიან კარბოციკლურ რგოლსა და ორ ორმაგ ბმას:



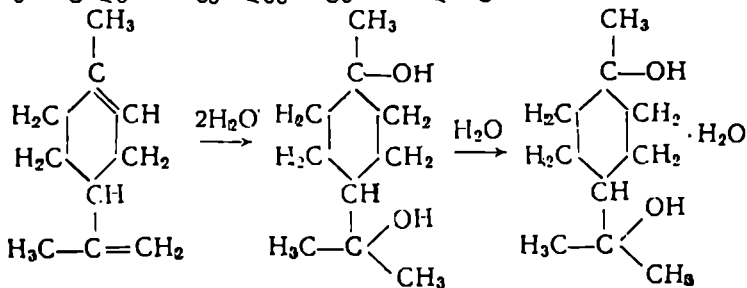




L-მენტოლი წარმოადგენს პიტნის ეთერზეთის მთავარ შემადგენელ ნაწილს. იგი არის უფერო კრისტალი პიტნის დამახასიათებელი სუნიითა და გემოთი. ლღვება 42.5°C-ზე. გამოყენებულია მედიცინაში როგორც სადენზიფიკაციო და ანესთეზიის საშუალება. მას იყენებენ აგრეთვე კვებისა და პარფიუმერიის მრეწველობაში.

$\alpha$ -ტერპინეოლი იმყოფება ნარინჯისა და ქაფურის ეთერზეთში. იგი წარმოადგენს სქელ სითხეს. ახასიათებს იასამნის სუნი. გამოყენებულია სუნამოებისა და საპნის წარმოებაში.

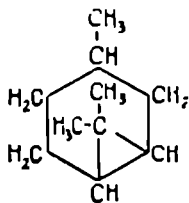
ტერპინიდირატი მიიღება ლიმონენის ჰიდრატაციით. ამ დროს ჯერ წარმოიქმნება ტერპინი, რომელიც ერთ მოლეკულა წყალთან დაკრისტალებით გვაძლევს ტერპინიდირატს.



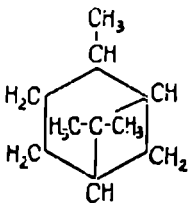
ტერპინიდილატი გამოყენებულია მედიცინასა და სუნამოების წარმოებაში.

4. ბიციკლური მონოტერპენები და ტერპენოიდები

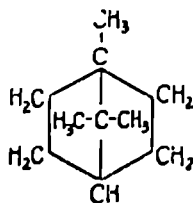
ბიციკლურ მონოტერპენებს საფუძვლად უდევს ციკლური ნახშირწყალბადები — კარანი, პინანი და კამფანი:



კარანი



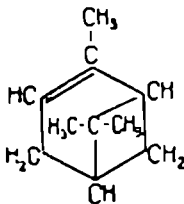
პინანი



კამფანი

ბიციკლური მონოტერპენებიდან და ტერპენოიდებიდან განხილული იქნება პინანისა და კამფანის ჯგუფის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი წარმომადგენელი.

პინანის ჯგუფის ტერპენებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია  $\alpha$ -პინენი, რომელიც შეიცავს ორ ბირთვსა და ერთ ორმაგ ბმას:



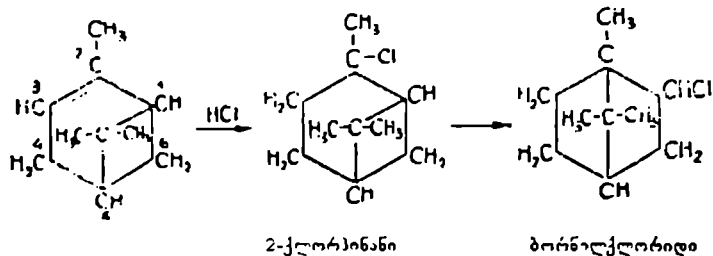
$\alpha$ -პინენი

$\alpha$ -პინენი არის სკიპიდარის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი (60—70%). სკიპიდარი მიიღება ნაქვის ფისის წყლის ორთქლით გამოხდის მეთოდით. ფისის გამოხდის შემდეგ რჩება მყარი მასა, რომელსაც ეწოდება კანიფოლი. კანიფოლი წარმოადგენს ფისების მყარი მუყაების ნარევს, რომლის მთავარი შემადგენელი ნაწილია აბისტინის მუყა (C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>2</sub>). სკიპიდარში  $\alpha$ -პინენთან ერთად იმყოფება  $\beta$ -პინენი ( $\beta$ -პინენში ორმაგი ბმა იმყოფება გვერდით ჯაჭვში), რომლებსაც ერთმანეთისაგან ყოფენ ფრაქციული გამოხდით. სკიპიდარი არის



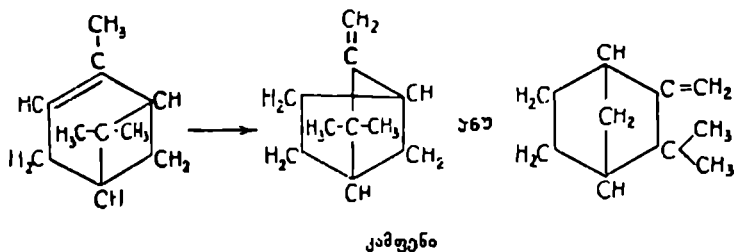
კარგი ორგანული გამხსნელი, რისთვისაც იგი დიდი ოდენობით იხარ-  
 ჯება. სკიპიდაროდან ლებულობენ ტერპინიპირატსა და ქაფურს.

α-პინენისა და ქლორწყალბადის ურთიერთმოქმედებით მიიღე-  
 ბა უმდგარი 2-ქლორპინანი, რომელიც განიცდის შიგამოლეკუ-  
 ლურ გადაჯგუფებასა და წარმოიქმნება ბორნილქლორიდი:

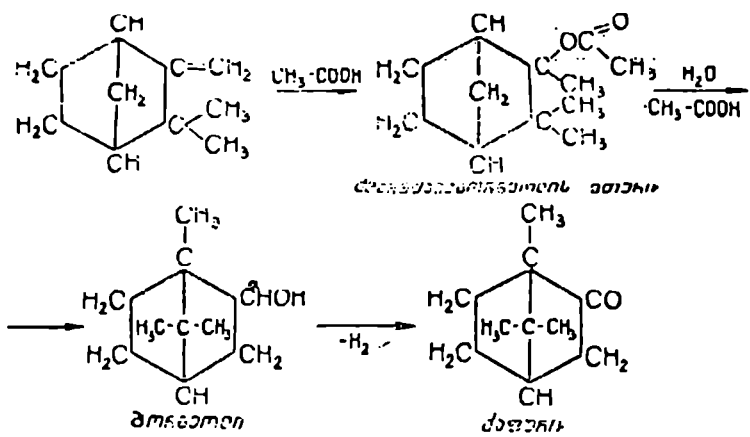


ბიციკლური ტერპენოიდების კეტონის ჯგუფის შემცველი ნაერ-  
 თებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანს წარმოადგენს ქაფური. დი-  
 დი ხნის მანძილზე მისი მიღების ერთადერთ საშუალებას წარმოად-  
 გენდა ქაფურის ხის მერქნის წყლის ორთქლით გამოხდის მეთოდი.  
 ამჟამად მას სამრეწველო მასშტაბით ლებულობენ α-პინენიდან. უკან-  
 ასკენიდან ქაფურის მიღებას ახორციელებენ სხვადასხვა მეთო-  
 დით. აქ განხილულ იქნება მხოლოდ ერთ-ერთი მათგანი.

თიხაზე α-პინენის ორთქლის გატარებით α-პინენი განიცდის  
 იზომერიზაციას და წარმოიქმნება კამფენი (ე. ვ. ტიშჩენკო):



კამფენზე ძმარმეყვას ან ჭიანჭველმეყვას მოქმედებით მიიღება  
 ბორნეოლის შესაბამისი რთული ეთერი, რომლის პიღროლიზით  
 წარმოიქმნება ბორნეოლი. უკანასკნელის დეჰიდრირებით მიიღება  
 ქაფური:



ქაფური წარმოადგენს ადვილაქროლად, უფერო. მსუბუქ კრისტალს დამახასიათებელი სუნით. იგი ღლკება 179.5°C (დასშულ კაპილარში). ქაფური როგორც კეტონის ჯგუფის შემცველი ნაერთი. რეაქციაში შედის პიდროქსილამინთან, ფენილპიდრაზინთან, სემიკარბაზინთან და სხვა. ქაფურს იყენებენ მედიცინაში, როგორც გულის მოქმედების აღმგზნებ, საღვინფექციო საშუალებასა და სხვა. ქაფური დიდი ოდენობით გამოიყენება ცელულოზისა და უკვამლო ღენტის წარმოებაში.

თ ა ვ ი III

**კაროტინოიდები**

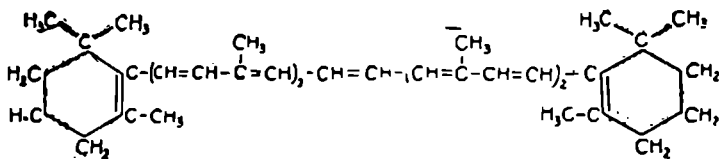
ტერპენების თვისების მქონე ნაერთებს მიეკუთვნებიან ისეთი მრავალი ორი ორმაგბმინანი ნახშირწყალბადები, როგორც არის ლიკოპინი და კაროტინები. უკანასკნელის საბელწოდების მიხედვით ეწოდათ მათ კაროტინოიდები. კაროტინოიდების მეტი ნაწილი შეიცავს 40 C-ატომს, ამიტომ ისინი შეიძლება მიეკუთვნონ ტეტრა-ტერპენებს. ეს ნაერთები არიან მცენარეული წარმოშობის ყვითელი ფერის პიგმენტები. პამიდორისა და ასკილის მუჭი ყვითელი ფერი განპირობებულია ამ ნაყოფებში ლიკოპინის არსებობით. ლიკოპინის მოლეკულური ფორმულაა C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>. იგი შეიცავს 13 ორმაგ ბმას, აღდგენით იერთებს 13 მოლეკულა წყალბადს და გარდაიქმნება შესაბამის ნაჯერ ნახშირწყალბადად, რომლის ემპირიული ფორმულაა:

$C_{40}H_{52}$ . ლიკოპინის ჰიდრირებისა და დაენგვის პროდუქტების სტრუქტურული ფორმულების მიხედვით დადგენილ იქნა, რომ იგი მიეკუთვნება აციკლურ ნახშირწყალბალებს.

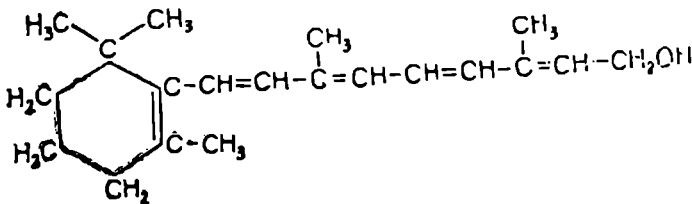
კაროტინი წარმოადგენს ლიკოპინის იზომერს. იგი 1931 წელს ყვითელი თალგამიდან გამოყო ვაენდროდერმა. ვალშტეტერმა დაადგინა, რომ კაროტინის ეპირიული ფორმულა იგეგმა. რაც ლიკოპინისა ( $C_{40}H_{52}$ ). მოგვიანებით დადგინდა, რომ კაროტინი არსებობს სამიზომერის სახით, რომლებსაც ეწოდებათ —  $\alpha$ -,  $\beta$ - და  $\gamma$ -კაროტინი. აქედან  $\alpha$ -იზომერი ოპტიკურად მოქმედია, ხოლო  $\beta$ - და  $\gamma$ -იზომერი ოპტიკურად უმოქმედონი არიან.

ბუნებაში კაროტინები ფართოდ არიან წარმოდგენილი. მათ შეიცავს მცენარეთა მწვანე ფოთლები, ყვავილები, ნაყოფები. იმყოფებიან აგრეთვე რქეში, ცხ-მეხში და სხვა ცხოველურ და მცენარეულ პროდუქტებში.

$\beta$ -კაროტინი იერთებს 11 მოლეკულა წყალბადს, რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ იგი შეიცავს 11 ორმაგ ბმას.  $\beta$ -კაროტინის ოზონირების შედეგად მიღებული ოზონიდის დაშლის პროდუქტების სტრუქტურული ფორმულები და ის, რომ იგი შეიცავს 11 ორმაგ ბმას. საფუძველი გახდა მოსაზრებასა, რომ  $\beta$ -კაროტინი წარმოიშობა ლიკოპინის ციკლოზაციის შედეგად. ეს შეესაბამება ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურული ფორმულა (პ. კარერი):



ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმში  $\beta$ -კაროტინი ფერმენტების გავლენით გარდაქმნება  $A_1$  ვიტამინად. 1 მოლეკულა  $\beta$ -კაროტინიდან წარმოიქმნება 2 მოლეკულა  $A_1$  ვიტამინი. უკანასკნელის აგებულება დაადგინა 1931 წელს კარერმა.



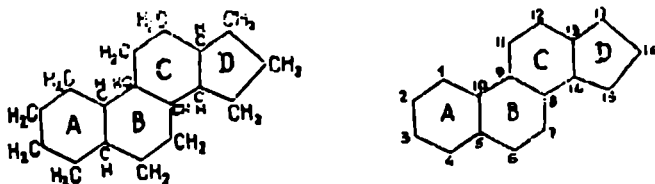
ვიტამინი A<sub>1</sub>. როგორც მოტანილი ფორმულიდან ჩანს, A<sub>1</sub> ვიტამინი შეიცავს 1 ექვსწევრიან კარბოციკლურ ბირთვის (რომელიც წარმოადგენს β-იონონის ბირთვს), 5 ორმაგ ბმასა და ერთ პირველად სპირტოჯგუფს. ამ მაჩვენებლებით ხასიათდება მისი ქიმიური ბუნება.

A<sub>1</sub> ვიტამინს შეიცავს რძე, კარაქი, თევზის ზეთი, კვერცხის გული და სხვა ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები. A<sub>1</sub> ვიტამინის ნაკლებობა მოზარდში აფერხებს ზრდას. იწვევს თვალის დაავადებას — ქსეროფტალმიას, აქვეითებს ინფექციური დაავადებებისადმი გამძლეობასა და სხვა.

## თ ა ვ ი V

### სტეროიდები

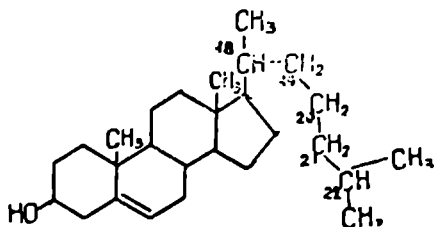
სტეროიდები არის დიდი ჯგუფი ნაერთებისა, რომელიც შეიცავს ერთმანეთთან შერწყმულ ოთხ ბირთვს. ამათგან 3 ბირთვი ექვსწევრიანია და ერთი ხუთწევრიანი. ბირთვებს აღნიშნავენ ლათინური ასოებით. სტეროიდების მოლეკულის რგოლური ფრაგმენტი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც დეკალინისა და ჰიდრინდანის შერწყმული ბირთვები:



A და B ბირთვები განეკუთვნება დეკალინს, ხოლო C და D — ჰიდრინდანს. უმრავლეს სტეროიდებში A, B და C ბირთვები იმყოფებიან „საეარძლოს“ კონფორმერების სახით.

სტეროიდები ფართოდ არიან გავრცელებული ცხოველთა და მცენარეთა საზყაროში. დღეისათვის ცნობილია 15.000 და მეტი ამ ჯგუფის ნაერთი, რომელთაგან 100-ზე მეტი გამოყენებულია მედიცინაში. სტეროიდებში იმყოფება ისეთი ფუნქციონალური ჯგუფები, როგორცაა ჰიდროქსილი, კარბონილი, კარბოქსილი. სტეროიდებს მიეკუთვნება ბუნებრივი, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები — სტერინები, ნაღვლის მჟავები, სასქესო ჰორმონები, ზოგიერთი ცხოველთა და მცენარეული წარმოშობის შხამები.

1. სტერინები (ბერძ. Stereos — მყარი). სტერინები მეტნაკლები ოდენობით ცხოველისა და მცენარის ყველა ქსოვილშია. სტერინების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ქოლესტერინი:

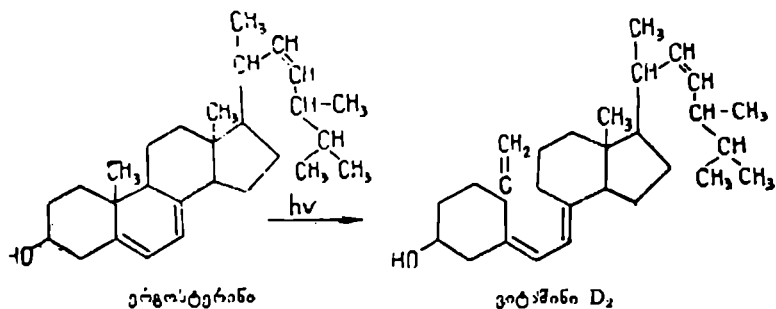


ქოლესტერინი

ქოლესტერინი პირველად 1775 წ. კონრადმა გამოყო ნაღვლის ქვებიდან, ხოლო მისი სინთეზი განახორციელა რ. ვუდვორდმა. იგი წარმოადგენს წყალში უხსნად. თეთრი ფერის, მყარ ნივთიერებას. კარგად იხსნება ორგანულ გამსხნელებში (ეთერი, ბენზოლი, ტეტრა-ქლორმეთანი და სხვა). ქოლესტერინი ყველაზე მეტი რაოდენობით (60—97%) იმყოფება ნაღვლის ქვებში. იგი აგრეთვე შედარებით დიდი რაოდენობით არის ხერხეშლისა და თავის ტვინის ქსოვილებში. თავის ტვინის ქსოვილის მშრალ მასაზე იგი მოდის დაახლოებით 10% ოდენობით. ადამიანის ორგანიზმი დღე-ღამის განმავლობაში ძმარქვევიდან ასინთეზებს 1000 მგ-მდე ქოლესტერინს. იკვეთება დროში ადამიანი საკვებიდან მას ღებულობს: 500—1000 მგ-მდე. ქათმის ერთი კვირტის ვული შეიცავს 250 მგ-მდე ქოლესტერინს. უკანასკნელით მდიდარ საკვებს წარმოადგენს ცხოველური წარმოშობის ცხიმებიც. ქოლესტერინის გარკვეული ნაწილი ორგანიზმში გარდაიქმნება ნაღვლის მჟავებად. ადამიანის სისხლში ქოლესტერინის ნორმალური ითვისება 150—250 მგ დეცილიტრში. მეცნიერები იმ აზრისა არიან, რომ არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება სისხლში ქოლესტერინის კონცენტრაციასა და გულის გვირგვინოვან დაავადებათა შორის. დაკვირვებით დადასტურდა, რომ ნორმასთან შედარებით, რაც მეტია ქოლესტერინის რაოდენობა სისხლში, მით მეტია გულის გვირგვინოვანი დაავადების შემთხვევები.

ერგოსტერინი. ერგოსტერინი მცენარეული წარმოშობის სტერინია, რომელიც აგებულია ახლოს დგას ქოლესტერინთან. ერგოსტერინის ულტრაიისფერი დასხივებით წარმოიქმნება ვიტამინი D<sub>2</sub> (კალციფეროლი). ერგოსტერინის D<sub>2</sub> ვიტამინად გარდაქმნა რთული

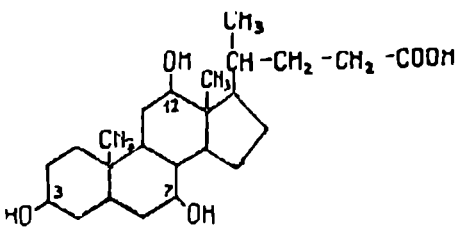
ქიმიური პროცესია. ამ დროს B რგოლის 9 და 10 C-ატომებს შორის წყდება ბმა



D<sub>2</sub> ვიტამინის ნაკლებობა ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმში არღვევს კალციუმის მარილების ნორმალურ ცვლას, რის შედეგადაც ვითარდება რაქიტი (მოზარდებში) და სხვა მძიმე ხასიათის დაავადებანი (როგორც მოზარდში, ასევე ზრდადამთავრებულში).

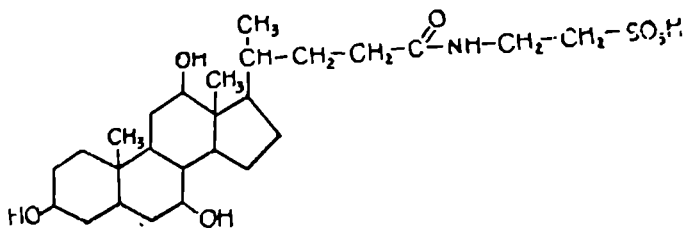
2. ნაღვლის შეყვები. ნაღველში ქოლესტერინთან ერთად იძყოფება ნაღვლის შეყვები.

ნაღვლის შეყვებიდან არჩევენ ოთხ სხვადასხვა შეყვას. აქედან მოკლედ განხილულ იქნება. მხოლოდ ქოლის შეყვა. უკანასკნელი 3-, 7- და 12-მდებარეობაში შეიცავს სამი ჰიდროქსილისა და ერთი კარბოქსილის ჯგუფს, გვერდითი ჯაჭვის ბოლოს. გვერდითი ჯაჭვი ქოლესტერინთან შედარებით დამოკლებულია სამი C-ატომით:



ქოლის შეყვა

ნაღვლის შეყვები კარბოქსილის ჯგუფის მეშვეობით (პეპტიდური ბმით) დაკავშირებულია ამინომჟავებთან. ამინომჟავებიდან შეტწილ შემთხვევაში ნაღვლის შეყვებთან დაკავშირებულია გლიცინი ან ტაურინი. მაგალითად. ქოლის შეყვისა და ტაურინის ნაშთების ერთმანეთთან გადაბმით წარმოიქმნება ტაუროქოლის შეყვა:

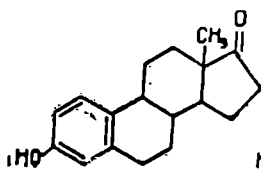


ტუროქოლის შეავა

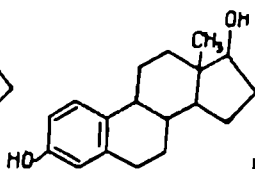
ტუროქოლისა და გლიკოქოლის შეავების ტუტე მეტალთა მარილები არიან ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები და ახდენენ ცხიმების ემულსირებას. ემულსირებული ცხიმები ადვილად შეიწოვებიან ნაწლავების ხაოიანი კედლების მიერ. ამასთან ისინი ახდენენ ფერმენტ ლიპაზის გააქტიურებას და ამით აადვილებენ ცხიმების პილროლიზს.

3. სტეროიდული ჰორმონები. სტეროიდულ ჰორმონებს მიეკუთვნებიან ქალთა და მამაკაცთა სასქესო ჰორმონები, რომელთა გამომუშავება ხდება საკვერცხე და სათესლე ჯირკვლებში. ეს ნივთიერებები გვხვდება ადამიანისა და ცხენის შარღში, საიღანაც ლებულობენ მათ.

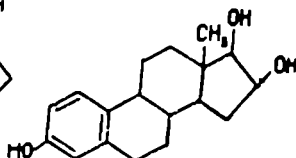
ქალთა სასქესო ჰორმონებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია ესტრონი, ესტრადიოლი და ესტრიოლი:



ესტრონი



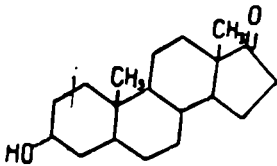
ესტრადიოლი



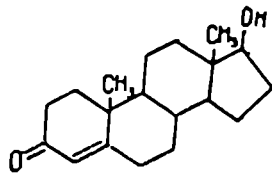
ესტრიოლი

სამივე ჰორმონი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, რომლებიც ლღებთან შესაბამისად: 225°C, 175°C, 280°C-ზე. ისინი ოპტიკურად მოქმედი ნივთიერებებია, მიეკუთვნებიან მარჯვნივმარუნებელ იზომერებს.

მამაკაცთა სასქესო ჰორმონებიდან ყურადღებას იპყრობს ანდროსტერონი და ტესტოსტერონი:



ანდროსტერონი



ტესტოსტერონი

ანდროსტერონი და ტესტოსტერონი სხვადასხვა დროს გამოიყენება სათესლე ჭირკვლევიდან. ტესტოსტერონი გამოიყენება მეტი აქტიულობით. ისინი კრისტალური ნივთიერებებია, რომლებიც ლღვებიან შესაბამისად: 182—183°C, 154,5°C-ზე.

სასქესო ჰორმონებით განპირობებულია ქალთა და მამაკაცთა სასქესო ორგანოების ზრდა-განვითარება და მრავალი ფიზიოლოგიური პროცესი. ქალის ორგანიზმში ისინი არეგულირებენ მენსტრუაციას, ლაქტაციასა და ორსულობის ნორმალურ მიმდინარეობას.

## არომატული რიგის ნაერთები

### თ ა ვ ი

#### ბენზოლის (ბენზოლიდური) რიგის

#### მონოგირთვიანი ნახშირწყალბადები (არენები)

მე-19 საუკუნის პირველ ნახევარში, როცა ორგანული ქიმია განვითარების პირველ საფეხურზე იდგა, ქიმიკოსებმა ბუნებრივი მასალებიდან გამოიყვეს ისეთი ჭკუფი ორგანული ნაერთებისა (ვანილინი, ბენზალდეჰიდი და სხვა), რომლებსაც ახასიათებთ სპეციფიკური სასაამოვნო სუნი. ამ ნიშნის გამო მათ უწოდეს „არომატული ნაერთები“. უკანასკნელს მიაკუთვნეს ისეთი ნივთიერებებიც, რომელთაც არა აქვთ სასაამოვნო სუნი, მაგრამ მიღებული არიან ბუნებრივი სურნელოვანი მასალებისაგან. ასეთებს მიეკუთვნება ტოლუოლი, რომელიც პირველად გამოიყვეს სურნელოვანი ტოლუანის ბალზამიდან, ბენზოის მჟავა, რომელიც მიიღეს ბენზოის ფისისაგან და სხვა.

არომატული ნაერთების შემდგომმა შესწავლამ მეცნიერები მიიყვანა იმ დასკვნაზე, რომ ამ ჭკუფის ნაერთებს საფუძვლად უდევს ნახშირწყალბადი ბენზოლი. ამ რიგის ნაერთთა დაახასიათებისათვის „არომატულობა“ როგორც კრიტერიუმი, სრულიად არადამაკმაყოფ



ფილებელია, რადგან ცნობილია მრავალი ისეთი ნივთიერება (ტერპენები), რომელთაც აქვთ სასიამოვნო სურნელება და არაფრით არ შეიძლება მივუსადაგოთ „არომატული რიგის“ ნაერთებს. ამასთან მრავალადაა ისეთი ნაერთები, რომლებსაც არა აქვთ სუნის და არიან ისეთებიც, რომლებსაც მეტად არასასიამოვნო სუნის აქვთ და თავიანთი ბუნებით განეკუთვნებიან არომატულ ნაერთებს. როგორც აღნიშნული იყო, არომატულ ნაერთებს მიეკუთვნება ყველა ის ნივთიერება, რომელთაც საფუძვლად უდევს ბენზოლი (აქ მხედველობაში არა გვაქვს არაბენზოიდური არომატული სისტემები, რომლის შესახებაც საუბარი გვექნება ქვემოთ).

რაოდენობრივი ანალიზისა და მოლეკულური მასის განსაზღვრით დადგენილ იქნა, რომ ბენზოლს შეესაბამება მოლეკულური ფორმულა:  $C_6H_6$ . არომატული რიგის ნახშირწყალბადებს ყოფენ ორ მთავარ ჯგუფად:

- I — მონობირთვიანი ნახშირწყალბადები,
- II — მრავალბირთვიანი ნახშირწყალბადები.

მრავალბირთვიან ნახშირწყალბადებს თავის მხრივ ყოფენ ორ ქვეჯგუფად:

- ა) არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი ნახშირწყალბადები
- ბ) კონდენსირებული მრავალბირთვიანი ნახშირწყალბადები.

მონობირთვიან ნახშირწყალბადებს მიეკუთვნება ბენზოლი და მისი უშუალო ჰომოლოგები (ტოლუოლი, ქსილოლი და სხვა).

არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი ნახშირწყალბადებია — ბიფენილი, დიფენილმეთანი, ტრიფენილმეთანი და სხვა. ხოლო კონდენსირებულ მრავალბირთვიან ნახშირწყალბადებს წარმოადგენენ — ნაფტალინი, ანთრაცენი და სხვა.

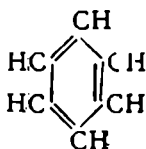
არომატული ნაერთების ჯგუფი მოიცავს უამრავ ნივთიერებას, რომლებსაც კოლოსალური გამოყენება აქვთ საღებარების, სურნელოვანი ნივთიერებების, პლასტიკური მასების, სინთეზური ბოქვოების, ფეტქებადი ნივთიერებების, მოტორული საწვავის, მედიკამენტების, პესტიციდებისა და სხვათა წარმოების საქმეში.

## 1. ბენზოლის აგებულება

ბენზოლის (როგორც არომატულ ნაერთთა პროტოტიპი) აგებულების დადგენას უაღრესად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს არომატულ ნივთიერებათა ბუნების შეცნობისათვის. ბენზოლის აგებულების თაობაზე მეცნიერთა შორის კამათი მიმდინარეობდა 30 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. ბენზოლის პირველი სტრუქტურული ფორმულა მოწოდებული იყო ა. მ. ბუტლეროვის

ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიის ჩამოყალიბების (1861 წ.) შემდეგ ავგუსტ კეკულეს მიერ 1865 წელს.

ა. კეკულემ, გამომდინარე ა. მ. ბუტლეროვის ორგანულ ნაერთთა აგებულების თეორიიდან და ბენზოლის სპეციფიკური თვისებებიდან, რაც მას (ბენზოლს) ანსხვავებს ალიფატური. შეუღლებული ორმაგ-ბმისანი ნაერთებისაგან. ბენზოლისათვის მოგვაწოდა ექვსწევრიანი კარბოციკლური სისტემა, რომელშიაც შეუღლებულ მდგომარეობაში იმყოფება სამი ორმაგი ბმა:



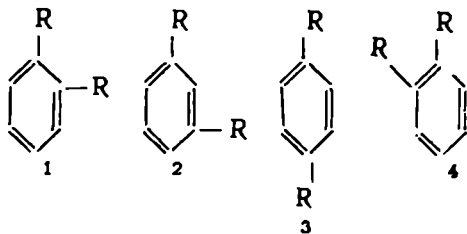
ა. კეკულეს მიერ მოწოდებულ ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულის მიხედვით მასში (ბენზოლში) არსებული C-ატომები ტოლფასიანი არიან. ასევე ტოლფასიანია 6-ვე H-ატომი, რაც სრულად შეესატყვისება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

ბენზოლში, ყველა C-ატომისა და აგრეთვე ყველა H-ატომის ტოლფასიანობის გამო, რომელი წყალბადატომიც არ უნდა შეეცვალოს სხვა ატომით ან ატომთა ფრაგმენტით, წარმოიქმნება ერთი და იგივე ნივთიერება. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ბენზოლის მონოჩანაცვლებულს იზომერი არა აქვს. ექსპერიმენტული მონაცემებისა და კეკულეს მიერ მოწოდებული ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულის აღნიშნული შესატყვისობის გამო დღემდე ჩვეულებრივ ხმარებაშია კეკულეს „ბენზოლი“, რომელიც გამარტივებულად შეიძლება გამოვსახოთ:

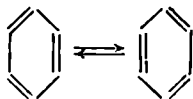


ამათგან თანამედროვე ქიმიურ ლიტერატურაში უფრო იხმარება პირველი ორი.

ზარბალია, არომატულ ნაერთთა ქიმიის განვითარებას დიდად შეუწყვა ხელი კეკულეს ბენზოლურმა ჰიპოთეზამ, მაგრამ ზოგიერთი კარდინალური საკითხის გადაწყვეტა შეუძლებელია ბენზოლის იმ სტრუქტურული ფორმულით, რომელიც კეკულემ მოგვაწოდა, მაგალითად, კეკულეს ფორმულის მიხედვით ბენზოლის დიჩანაცვლებულს უნდა ჰქონდეს ქვემოთ ნაჩვენები ოთხი იზომერი, სინამდვილეში კი აქვს სამი იზომერი:



პირველ ფორმულაში ჩანაცვლებულები (R) დგანან იმ C-ატომებთან, რომელთა შორის მარტივი ბმვა, ხოლო მე-4 ფორმულაში ჩანაცვლებულები ისეთ C-ატომებთან არის, სადაც ორმაგი ბმვაა. ამიტომ პირველი და მე-4 ტიპის ნაერთები ერთმანეთისაგან უნდა განსხვავდებოდნენ, სინამდვილეში კი ისინი ერთი და იგივეა, რაც შეუთავსებელია კეკულეს ფორმულასთან. ა. კეკულემ ასეთი შეუსაბამობის დაქლევის მიზნით წამოაყენა ოსცილაციის ჰიპოთეზა, რომლის მიხედვითაც ბენზოლში ბმები არ არიან ფიქსირებული. ისინი განიცდიან სწრაფ მონაცვლეობას:



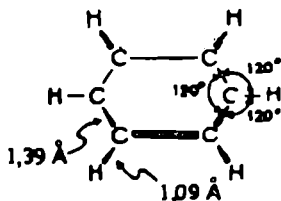
თუ მხედველობაში მივიღებთ აღნიშნულ ჰიპოთეზას, მაშინ ცხადი ხდება, რომ პირველი და მე-4 ფორმულა ერთი და იგივეა.

გარდა აღნიშნულისა, კეკულეს „ბენზოლი“ წარმოადგენს რა 1,3,5-ციკლოპექსატრიენს, მას უნდა ჰქონდეს უნაჭერი ბუნება, რათა იგი ენერგიულად რეაგირებდეს ოთხქლორიან ნახშირბადში გაბნეულ ბრომთან, ეს კი დამახასიათებელია ტიპური ალკენებისათვის. სინამდვილეში ბენზოლი კატალიზატორების გარეშე ბრომზე არ რეაგირებს. ცხადია, იმდროინდელი მეცნიერების განვითარების დონის მიხედვით მეცნიერებს არ შეეძლოთ ამ წინააღმდეგობის დაქლევა და საკითხი ღიად იყო დატოვებული. აღნიშნულ საკითხზე პასუხის გაცემა შესაძლებელი შეიქმნა მას შემდეგ, როცა დაიწყო რენტგენოსტრუქტურული და სპექტრალური ანალიზის გამოყენება ორგანულ ნაერთთა აგებულების დადგენის საქმეში. გარდა ამისა, პუნსილისა და საერთოდ ორგანული ნაერთების ქიმიურ თვისებათა მეცნიერული ახსნა შესაძლებელი შეიქმნა ელექტრონული თეორიის მეშვეობით. ბენზოლის ელექტრონული აგებულების შესახებ საუბარი გვექნება ქვევით. ახლა კი მოკლედ განვიხილავთ ბენზოლის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემებს, რომლებიც ერთ-ერთ მნიშვნელო-

ვან მახასიათებელს წარმოადგენს ბენზოლის გეომეტრიასა და საერთოდ მისი ბუნების შეცნობის მიმართულებით.

კრიტიკალური ბენზოლის რენტგენოსტრუქტურული ახალიზით დადგინდა, რომ ბენზოლში ყველა C—C ბმის სიგრძე ერთნაირია და იგი უდრის  $1,39 \text{ \AA}$ , რაც წარმოადგენს ჩვეულებრივი მარტივი ბმისა ( $1,54 \text{ \AA}$ ) და ორმაგი ბმის სიგრძის ( $1,34 \text{ \AA}$ ) შუალედურ სიგრძეს. მაშასადამე, ბენზოლის შემთხვევაში C—C ბმები მარტივ C—C ბმებთან შედარებით დამოკლებულია ( $0,15 \text{ \AA}$ -ით), ხოლო ორმაგ ბმასთან შედარებით დაგრძელებულია ( $0,05 \text{ \AA}$ -ით). ბენზოლში ყველა C—H ბმის სიგრძე  $1,09 \text{ \AA}$  ტოლია. კუთხის სიდიდე ყველა C—C და C—H ბმებს შორის უდრის  $120^\circ$ . ეს და სხვა მონაცემები საფუძველს გვაძლევს ვთქვათ, რომ ბენზოლი არ წარმოადგენს ციკლოპექსატრიენს და ამიტომაც, რომ მას ოლეფინებისაგან განსხვავებული ქიმიური ბუნება აქვს.

ბენზოლის მოლეკულის გეომეტრია  $\pi$ -ბმების გარეშე შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



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



კეკულეს დიაგონალური ფორმულა (1867 წ.)



დეიარის ფორმულა (1867 წ.)



ლადენბურგის პრიზმული ფორმულა (1869 წ.)



არმსტრონგისა და ბაიერის ცენტრისკენული ფორმულა (1887—1888 წწ.)



თილეს ფორმულა (1889 წ.)

მოცემული სისტემებიდან ბენზოლის აგებულების თანამედროვე წარმოდგენებთან შედარებით უფრო ახლოს დგას არმსტრონგ-ბაიერის „ბენზოლი“, სადაც ექვსივე C-ატომის მე-4 ბმები მიმართულია მოლეკულის ცენტრისაკენ და თილეს „ბენზოლი“, რომელიც არ საჭიროებს კეკულეს ოსცილაციის თეორიას.

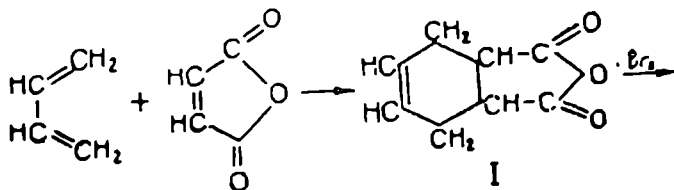
## 2. ბენზოლის პალანტური იზომერები

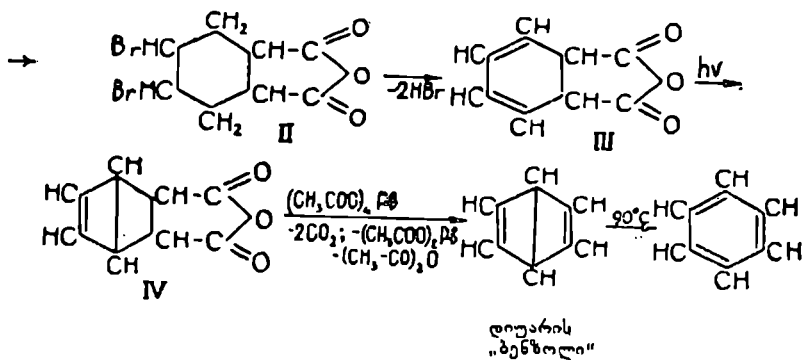
ახლო წარსულში მიიღეს ბენზოლისა და მისი ზოგიერთი ნაწარმის ვალენტური იზომერი. ვან ტამენელმა 1963 წელს ბენზოლის ფოტოქიმიური გარდაქმნით მიიღო ბენზოლის ვალენტური იზომერი—დიუარის „ბენზოლი“, რომელსაც სისტემატური ნომენკლატურით ეწოდება ბიციკლო-[2, 2, 0]-2,5-ჰექსადიენი:



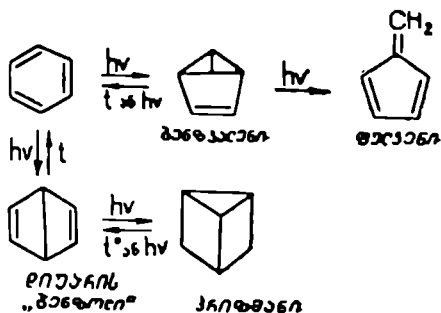
დიუარის „ბენზოლი“  
ბიციკლო [2,2,0]-2,5-ჰექსადიენი

გარდა ამისა, დიუარის „ბენზოლი“ ვან ტამენელმა და პაპასმა მიიღეს შემდეგი გარდაქმნების მეშვეობით: 1,3-ბუტადიენისა და მალეინმეჟის ანჰიდრიდის ურთიერთმოქმედებით მიიღეს ტეტრაჰიდროფტალის მჟავის ანჰიდრიდი (I), რომელიც ბრომის მოქმედებით გარდაქმნილ იქნა დიბრომტეტრაჰიდროფტალის მჟავას ანჰიდრიდად (II). მიღებული ანჰიდრიდის დეჰიდროპალოგენირებით წარმოიქმნება 1,2-დიჰიდროფტალის მჟავას ანჰიდრიდი (III). უკანასკნელი ფოტოქიმიური გარდაქმნით წარმოშობს ბიციკლო-[2,2,0]-5-ჰექსენ-2,3-დიკარბონმჟავას ანჰიდრიდს (IV). რომელიც ტყეის ტეტრააცეტატის გავლენით განიცდის დეკარბოქსირებასა და გარდაიქმნება დიუარის „ბენზოლად“. უკანასკნელი გაცხელებით ან ულტრაიისფერი დასხივებით რაოდენობრივად გადადის ბენზოლში:





ბენზოლის ფოტოქიმიური გარდაქმნით 1968 წელს უორდისა და უიშნოკის მიერ მიღებულ იქნა ბენზოლის ვალენტური იზომერები — დიუარის „ბენზოლი“, ბენზვალენი ანუ ტრიციკლო-[2,1,1,0<sup>2,6</sup>]-2-ჰექსენი (ჰიუკელის „ბენზოლი“), პრიზმანი (ლანდენბერგის „ბენზოლი“) და ფულენენი:



სადაც  $t$  არის ტემპერატურა (გაცხელების მაჩვენებელი).

მოცემული გარდაქმნების დროს ადგილი აქვს  $\pi$  და  $\sigma$  ბმების განლაგების შეცვლას, რასაც თან ახლავს ბირთვთაშორის მანძილისა და ვალენტური კუთხის სიდიდის ცვალებადობა. ბენზოლის ვალენტური იზომერები ბენზოლისაგან (რომელსაც აქვს სიბრტყული აგებულება) განსხვავებით ხასიათდებიან არასიბრტყული აგებულებით.

### 8. ბენზოლის ელემენტარული აგებულება

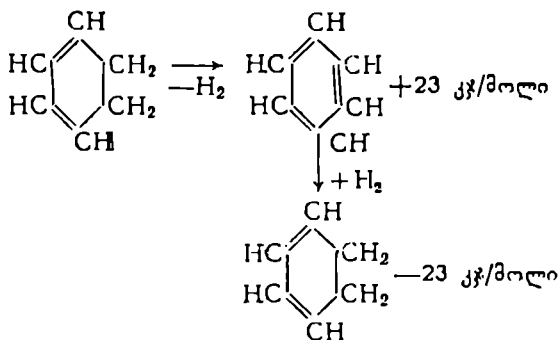
კვლევის თანამედროვე ფიზიკური და კვანტურმექანიკური მეთოდების გამოყენებით შეიძლება საკმაოდ სრულყოფილად წარმოვიდგინოთ ბენზოლის ელექტრონული აგებულება.

ბენზოლის მოლეკულა შეიძლება აღწეროს კეკულეს „ორი ბენზოლის“ (1, 2) და დიუარის „სამი ბენზოლის“ (3, 4, 5) სტრუქტურით:

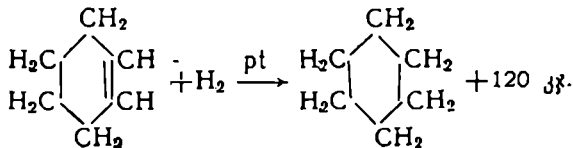


მაშასადამე, ბენზოლი წარმოადგენს აღნიშნული ხუთი სტრუქტურის რეზონანსულ ფორმას. მათგან 3,4 და 5 სტრუქტურული სისტემები უფრო ნაკლებად სტაბილურია, ვიდრე 1 და 2.

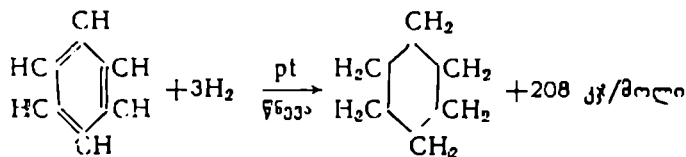
თერმოქიმიური მონაცემებით 1,3-ციკლოპექსადიენის ბენზოლად გარდაქმნას (რაც გამოიხატება 1,3-ციკლოპექსადიენში მესამე ორმაგი ბმის გაჩენაში) თან სდევს დაახლოებით 23 კჯ/მოლი ენერჯიის გამონათვისუფლება. ენერჯიის იგივე რაოდენობაა საჭირო იმისათვის, რომ ბენზოლი გარდაიქმნას 1,3-ციკლოპექსადიენად:



აღნიშნული თერმოქიმიური მონაცემები იმის მაჩვენებელია, რომ ბენზოლი თერმოდინამიკურად სტაბილური სისტემაა. რომ მისი წარმოქმნის განხილული რეაქცია ეგზოთერმულია, ხოლო ბენზოლში არსებული ორმაგი ბმებიდან ერთი ორმაგი ბმის მარტივ ბმაში გადასვლა საჭიროებს ენერჯიის დახარჯვას. ე. ი. რეაქცია ამ შემთხვევაში ენდოთერმულია, ან კიდევ 1 მოლი ციკლოპექსენის ჰიდრირების დროს გამოიყოფა დაახლოებით 120 კჯ ენერჯია:



ამ-ს მიხედვით. თუ გამოვთვლით, 1 მოლი ბენზოლის სრული ჰიდრირების დროს უნდა გამოიყოს 3-ჯერ მეტი (360 კჯ) (120×3) ენერგია. რეალურად კი (ექსპერიმენტული მონაცემი) გამოიყოფა 208 კჯ ენერგია:



ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ბენზოლი 152 კჯ/მოლით (360—208) უფრო მტკიცე სისტემაა, ვიდრე ეს მოსალოდნელი იყო. ენერგიის ამ სიდიდეს (152 კჯ/მოლი) ეწოდება ბენზოლის რეზონანსული ენერგია.

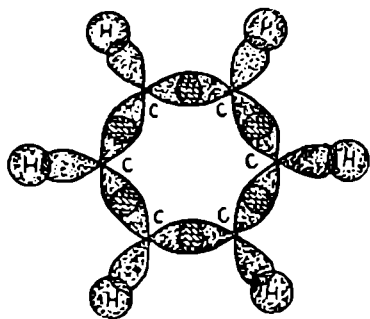
ბენზოლის დიპოლური მომენტი ნულის ტოლია. მისი მოლეკულა არაპოლარულია. ეს იმას ნიშნავს, რომ ბენზოლში ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე განაწილებულია თანაბრად. პირობითად მიღებულია, რომ ბენზოლის ექვსივე C-ატომთან ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე მივიჩნიოთ 1-ის ტოლად.

ბენზოლისა და საერთოდ არომატულ ნაერთთა ელექტრონული აგებულების თანამედროვე წარმოდგენები მოცემულია ე. ჰიუკელის მიერ, რომელიც ცნობილია ჰიუკელის წესის სახელწოდებით. არომატული ნაერთებისათვის მან პირველმა გამოიყენა კვანტური მექანიკის მოლეკულურ-ორბიტალური (მრ) გამოთვლის მეთოდი.

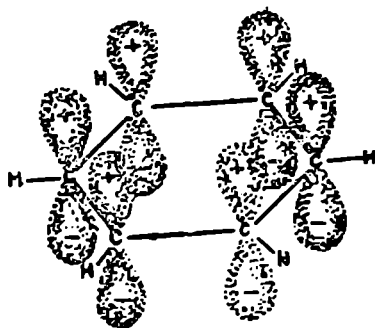
ჰიუკელის წესის მიხედვით მაღალი თერმოდინამიკური სტაბილურობით ხასიათდება მხოლოდ ისეთი მონოციკლური კარბოციკლები, რომლებსაც აქვთ სიბრტყული აგებულება და შეიცავენ დაბნულ (ჩაკეტილ) შეუღლებულ  $(4n+2)$   $\pi$ -ელექტრონებს (სადაც  $n$  შეიძლება იყოს ნული ან ნებისმიერი მთელი რიცხვი. მაგალითად, ბენზოლის შემთხვევაში  $n=1$ ).

ამ წარმოდგენის მიხედვით ბენზოლში თითოეული C-ატომი ერთი 2S და ორი 2P-ორბიტალის ხარჯზე წარმოქმნის  $\sigma$ -ბმას, რომლითაც ყოველი მეზობელი C-ატომები და C-H ატომები დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან. აქ C-ატომები იმყოფებიან ტრიგონალურ- $SP^2$  ჰიბრიდიზირებულ მდგომარეობაში (ნახ. 6). თითოეულ C-ატომთან დარჩენილი 2P-ორბიტალით წარმოქმნილია  $\pi$ -ბმები. (ნახ. 7), რომლებიც სიბრტყეში განლაგებულ ნახშირბად-ატომთა ჩონჩხის მიმართ პერპენდიკულარულ მდებარეობაში ქმნიან ერთიან საერთო ელექტრონულ ღრუბელს.



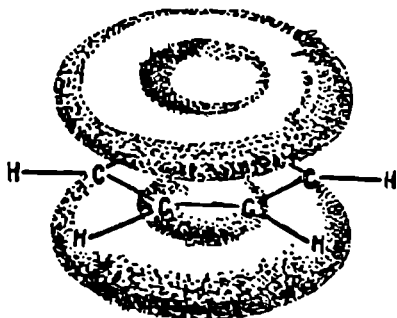


ნახ. 6. C-ატომების-პიბრედული  $\sigma$ -ორბიტალები ბენზოლის მოლეკულაში.

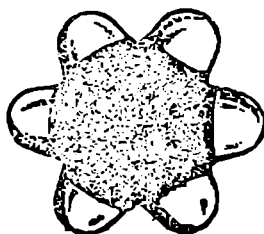


ნახ. 7. 2P-ორბიტალები ბენზოლის მოლეკულაში.

როგორც აღნიშნული იყო, ბენზოლის მოლეკულაში ყველა C—C ბმა ტოლფასია (ეკვივალენტურია). ამასთან,  $\pi$ -ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე თანაბრადაა განაწილებული ბირთვის ყველა C-ატომთან. ყველაფერი ეს ნათლად რომ წარმოვიდგინოთ, ბენზოლში არსებულ  $\sigma$ -ბმებს გამოხატავენ ჩარჩოს სახით. რომელიც მოთავსებულია  $\pi$ -ბმების სიმკვრივის ორ „ბლითს“ შორის, ე. ი. დამაკავშირებელი მთელი  $\pi$ -ელექტრონების ღრუბელი იმყოფება ბენზოლის ბირთვის სიბრტყის ქვევით და ზევით სურ. 4. მე-5 სურათზე გამოსახულია ბენზოლის მოლეკულის სტრუქტურული მოდელი.



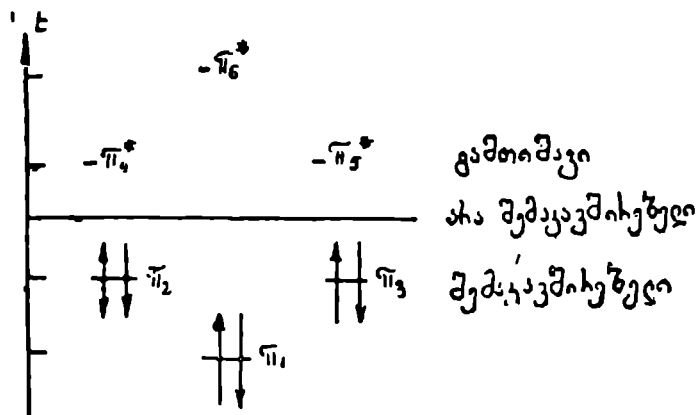
სურ. 4.  $\pi$ -ელექტრონული ღრუბლის განლაგება ბენზოლის მოლეკულაში.



სურ. 5. ბენზოლის მოლეკულის სტრუქტურული მოდელი.

$\pi$ -ელექტრონული სიმკვრივე ბენზოლის მოლეკულაში დედოკალიზებულია. ეს იმას ნიშნავს, რომ  $\pi$ -ელექტრონული სიმკვრივე განაწილებულია მთელს  $\pi$ -ორბიტალურ სისტემაში და იგი არ არის დედოკალიზებული ორ მეზობელ  $\pi$ -ორბიტალს შორის.

4. ბენზოლის მოლეკულური ორბიტალების სქემა. ბენზოლის ყველა ნახშირბადატომი იმყოფება  $SP^2$ -ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. ექვსი  $2P$ -ატომური ორბიტალი იძლევა ექვს  $\pi$ -მოლეკულურ ორბიტალს. აქედან სამი  $\pi_1$ ,  $\pi_2$  და  $\pi_3$  არის შემაკავშირებელი ორბიტალი, რომლებიც ხასიათდება მცირე ენერგიით, ხოლო დარჩენილი სამი  $\pi_4^*$ ,  $\pi_5^*$  და  $\pi_6^*$  წარმოადგენს გამთიშავ ორბიტალს, რომლებიც მოიცავენ შედარებით მეტ ენერგიას (ნახ. 8).

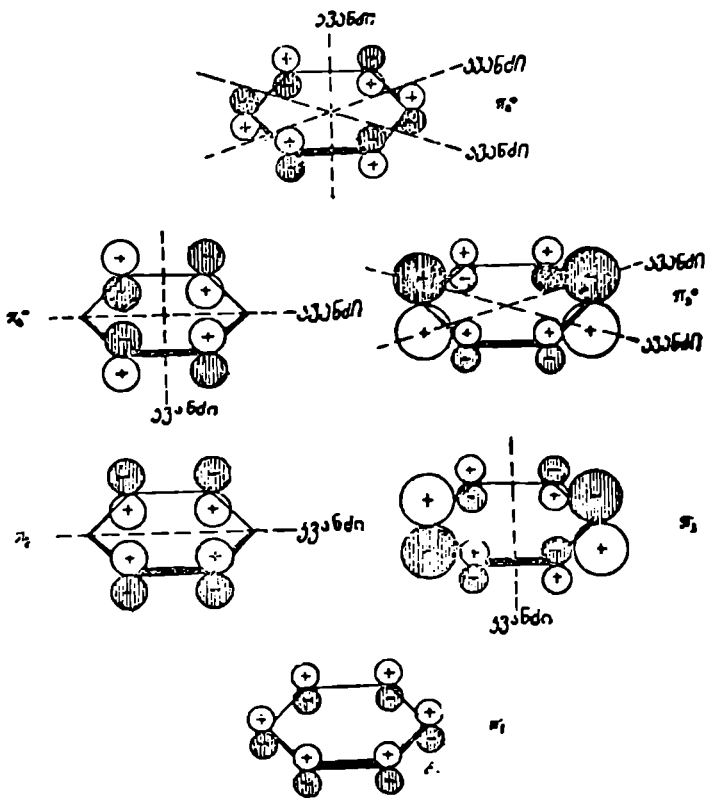


ნახ. 8. ბენზოლის მოლეკულური ორბიტალური ენერგების დონეთა სქემა.

როგორც ეს აღნიშნული იყო (წიგნი I), შემაკავშირებელი ეწოდება ისეთ  $\pi$ -ს, რომლის ენერგია ნაკლებია მათი წარმოქმნელი  $\pi$ -ს ენერგიაზე. არაშემაკავშირებელია ის  $\pi$ , რომლის ენერგია ტოლია მის წარმოქმნელ  $\pi$  ენერგიისა, ხოლო გამთიშავ  $\pi$ -ს უწოდებენ ისეთს, რომლის ენერგია აღემატება წარმოქმნელი  $\pi$ -ის ენერგიას.

ბენზოლის  $\pi$ -მოლეკულური ორბიტალები უფრო რელიეფურად შეიძლება გამოისახოს ნახაზით (ნახ. 9.).

ბენზოლის  $\pi$ -მოლეკულური ორბიტალებიდან ( $6\pi$ -ორბიტალი) ყველაზე მცირე ენერგიით (სტაბილურობით) ხასიათდება  $\pi_1$ -ორბიტალი, რომელსაც  $C$ -ატომებს შორის არ გააჩნია კვანძები. (კვანძები ჩნდება მაშინ, როცა მეზობელი ატომები მოიცავენ სხვადასხვა მუხტებს). ყველაზე მეტი ენერგიით (ლაბილურობით) ხასიათდება  $\pi_6$ -ორბიტალი.  $\pi_2$  და  $\pi_3$ -თანაბარი მცირე ენერგიის მქონე ორბიტალებია და აქვთ თითო კვანძი.  $\pi_4$  და  $\pi_5$ -ორბიტალებიც მომეტებული ენერგიით ხასიათდებიან და აქვთ ორ-ორი კვანძი.  $\pi_6$ -ორბიტალს აქვს სამი კვანძი. შემაკავშირებელი  $\pi$ -ორბიტალები ( $\pi_1$ ,  $\pi_2$ ,  $\pi_3$ )



ნახ. 9. ბენზოლის  $\pi$ -მოლეკულური ორბიტალები

მთლიანად შევსებულია ბენზოლში არსებული  $6\pi$ -ელექტრონით, ხოლო გამთიშავი  $\pi$ -ორბიტალები ცარიელია—ვაკანტურია (შეუვსებელია) და ამიტომ, რომ ისინი ხასიათდებიან მომეტებული ენერგიით (არასტაბილურობით).

ექვსი  $\pi$ -ელექტრონული ღრუბლებისაგან წარმოქმნილი დაბზული (ჩაკეტილი) ისეთი სისტემა, რის შესახებაც ლაპარაკი გვქონდა ზემოთ, არის არომატულობის ძირითადი განმსაზღვრელი ნიშანი. ამ უკანასკნელთა ძირითადად განპირობებულია ბენზოლის რიგის არომატული ნაერთების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.

ამრიგად, ბენზოლისა და საერთოდ მისი რიგის ნაერთების არომატულობა განპირობებულია ბენზოლის გეომეტრიითა და ელექტრონული აგებულებით.

### 5. ციკლოოქტატეტრაენი როგორც არაარომატული ნაერთი

ციკლოოქტატეტრაენი არომატული ბუნებისა უნდა იყოს, რადგან მის მოლეკულაში ოთხი შეუღლებული ორმაგი ბმავი ბმავია. მიუხედავად ამისა, მას აქვს ისეთი თვისებები, როგორც ვააჩნია ტიპურ შეუღლებულ ალკენს და არ ახასიათებს არომატულობა. ციკლოოქტატეტრაენის არაარომატულობა აიხსნება იმით, რომ მისი მოლეკულა სინბრტყული ფორმის არ არის. მას აქვს „აბაზანის“ ფორმა და ამის გამო ბენზოლის მოლეკულისაგან განსხვავებით  $\pi$ -ელექტრონების დელოკალიზაცია შეუძლებელია.

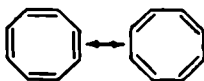
ჩვეულებრივ, ციკლოოქტატეტრაენის მოლეკულას გრაფიკულად გამოსახვენ შემდეგნაირად:



სინამდვილეში კი, როგორც აღინიშნა, ციკლოოქტატეტრაენის მოლეკულას აქვს „აბაზანის“ ფორმა:

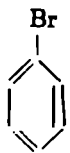


ციკლოოქტატეტრაენი მსგავსად ბენზოლისა, შეიძლება გამოისახოს მეზომერული (რეზონანსული) სტრუქტურებითა:

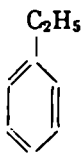


### 6. ბენზოლის ნაწარმთა იზომერია და ნოვაქალატურა

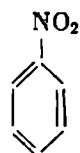
როგორც აღინიშნა, ბენზოლის მონოჩანაცვლებულს იზომერი არა აქვს, რადგან ბენზოლის ყველა C-ატომი და აგრეთვე H-ატომები ტოლფასია. ბენზოლის მონოჩანაცვლებულებს სახელწოდებას აძლევენ ჩანაცვლებულის სახელისა და სიტყვის — „ბენზოლი“ მიხედვით. მაგალითად, თუ ბენზოლში ერთი წყალბადატომი შეცვლილია ბრომით, ეთილის რადიკალით ან ნიტროჯგუფით, მაშინ მათი სახელწოდება იქნება შესაბამისად — ბრომბენზოლი, ეთილბენზოლი, ნიტრობენზოლი:



ბრომბენზოლი

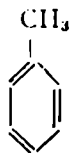


ეთილბენზოლი

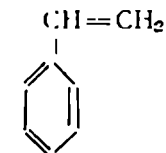


ნატრობენზოლი

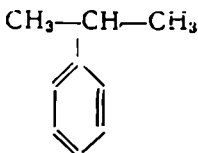
ბენზოლის ბევრ მონოჩანაცვლებულს აქვს ტრივიალური სახელწოდება, რაც მიღებულია IUPAC-ის ნომენკლატურითაც:



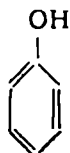
ტოლუოლი



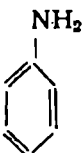
სტიროლი



კუმოლი

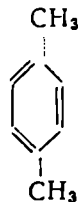
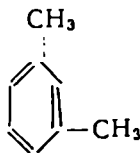
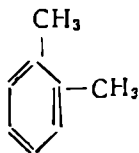


ფენოლი

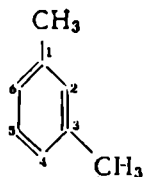


ანალინი

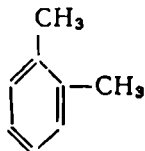
ბენზოლის დიჩანაცვლებულს (ჩანაცვლებულები ერთი და იგივე იქნება თუ სხვადასხვა) აქვს 3 იზომერი. ჩანაცვლებულები შეიძლება იყოს ბირთვის მეზობელ C-ატომებთან ან დამოკიდებული ერთმანეთისაგან ერთი ან ორი ნახშირბადატომით:



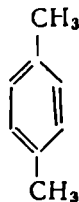
დიჩანაცვლებულები შეიძლება გავარჩიოთ ერთმანეთისაგან ორი სხვადასხვა წესის მიხედვით. ერთ შემთხვევაში უნდა დაინომროს ბირთვის C-ატომები, თანაც დანომერას ვიწყებთ იმ C-ატომიდან, რომელთანაც ერთ-ერთი ჩანაცვლებულია. დანომერას ვაგრძელებთ მეორე ჩანაცვლებულისკენ ისე, რომ ჩანაცვლებულებმა მიიღონ ყველაზე ნაკლები ნომერი. მაგალითად:



1,3-დიმეთილბენზოლი (და არა 1,5-დიმეთილბენზოლი)



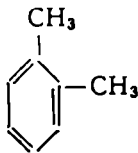
1,2-დიმეთილბენზოლი



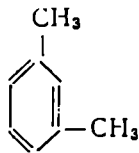
1,4-დიმეთილბენზოლი

დიმეთილბენზოლის სამივე იზომერს ეწოდება ქსილოლი (ტრივი-ალური).

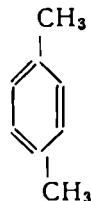
მეორე წესის მიხედვით დიანაცვლებულების ადგილმდებარეობას უჩვენებენ თავსართით ორთო (o), მეტა (m) და პარა (p) (შემოღებულია კერნერის მიერ). ამის მიხედვით ქსილოლებს (დიმეთილბენზოლები) ჩვეულებრივ უწოდებენ:



o-ქსილოლი  
(ორთო-ქსილოლი)

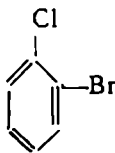


m-ქსილოლი  
(მეტა-ქსილოლი)

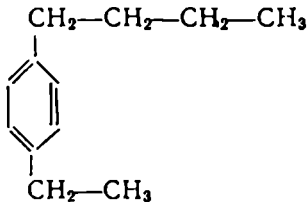


p-ქსილოლი  
(პარა-ქსილოლი)

თუ ჩანაცვლებულები სხვადასხვაა, მაშინ სიტყვას „ბენზოლი“ წინ დაურთავენ ჩანაცვლებულების სახელს ალფაბეტის მიხედვით.



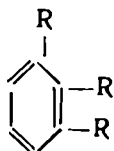
O-ბრიმქლორბენზოლი



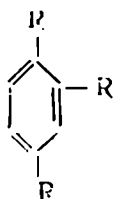
P-ბუტილეთილბენზოლი

ცხადია, სავალდებულო არ არის ჩანაცვლებულთაგან ერთ-ერთი ყოველთვის დაიწეროს ბირთვის წვერში. სულ ერთია, სადაც არ უნდა იყოს ჩანაცვლებულები, თუ ისინი ღვანან მგზობელ C-ატომებთან, ისინი ყოველთვის შეესაბამებიან ორთოიზომერს. ჩანაცვლებულთა 1 C-ატომითა და 2 C-ატომით ერთმანეთისაგან დაშორების შემთხვევაში ყოველთვის საქმე გვაქვს შესაბამისად მეტა- და პარა-იზომერებთან.

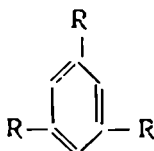
ბენზოლის ტრი- და პოლიჩანაცვლებულების შემთხვევაში ჩანაცვლებულების ადგილმდებარეობას უჩვენებენ ციფრებით. სამჩანაცვლებული ბენზოლი, თუ ჩანაცვლებულები ერთი და იგივეა, არსებობს 3 იზომერის სახით:



1,2,3-ტრი-R-ბენზოლი



1,2,4-ტრი-R-ბენზოლი




1,3,5-ტრი-R-ბენზოლი  
(ამფეტროული-ტრა-R-ბენზოლი)

სამჩანაცვლებული ბენზოლი, როცა ჩანაცვლებულები სხვადასხვაა, არსებობს 10 იზომერის სახით.

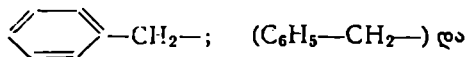
ტეტრაჩანაცვლებული ბენზოლი, ერთი და იგივე ჩანაცვლებულების შემთხვევაში გვევლინება 3 იზომერული ფორმით.

თუ ჩანაცვლებულები ერთნაირია, მაშინ ბენზოლის პენტაჩანაცვლებულს აქვს ერთი იზომერი.

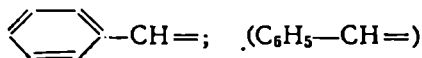
## 7. ბენზოლის რივის ნახშირწყალბადრადიკალური ნოვინალაბურა

ბენზოლისაგან ერთი H-ატომის ჩამოცილებით მიიღება ერთვალენტოვანი ნახშირწყალბადრადიკალი  — (შემოკლებით C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>—), რომელსაც ეწოდება ფენილი. სახელწოდება ფენილი წარმოდგება ბენზოლის პირველი (ძველი) სახელწოდებიდან „ფენი“.

ტოლუოლის მოლეკულის მეთილის ჯგუფიდან ერთი და ორი H-ატომის ჩამოცილებით მიიღება შესაბამისად ერთვალენტოვანი და ორვალენტოვანი ნახშირწყალბადრადიკალი — ბენზილი და ბენზილდენი:

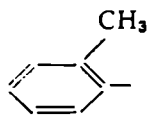


ბენზოლი

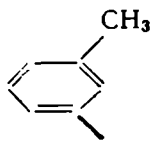


ბენზილიდენი

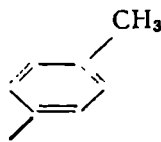
თუ ტოლუოლის მოლეკულას ბირთვიდან ჩამოვაცილებთ ერთ H-ატომს, მაშინ წარმოიქმნება რადიკალი (ფრაგმენტი), რომელსაც ეწოდება ტოლილი. იმის გამო, რომ ბირთვის (ფენილის) H-ატომები ტოლუოლის CH<sub>3</sub> ჯგუფის მიმართ განლაგებული არიან o-, m- და p-მდებარეობაში, მიიღება სამი სხვადასხვა ტოლილის რადიკალი:



o-ტოლილი



m-ტოლილი



p-ტოლილი

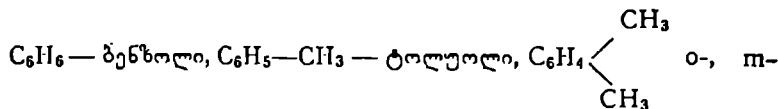
ანალოგიურად შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქსილოლის მოლეკულის ბირთვის H-ატომების ჩამოცილებით ერთვალენტოვანი რადიკალების წარმოქმნა, რომელთაც ქსილილები ეწოდებათ.

ფენილი, ტოლილები, ქსილილები და საერთოდ ყველა ნახშირწყალბადრადიკალი, რომლებიც მიღებულია ბენზოლის, მისი რიგის პოლიციკლური და მათი ალკილჩანაცვლებულთა ნახშირწყალბადების ბირთვიდან წყალბადის ჩამოცილებით ეწოდებათ არილი და შემოკლებით აღინიშნება Ar-ით. სახელწოდება არილი წარმოდგება არენისაგან. არენები არიან ბენზოლი, ყველა მისი პოლიციკლური ანალოგები და მათი ალკილჩანაცვლებულები.

## თ ა ვ ი VI

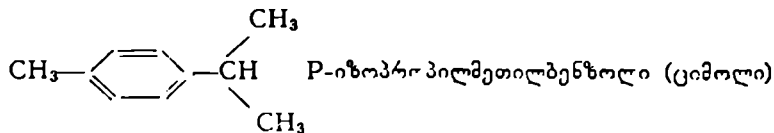
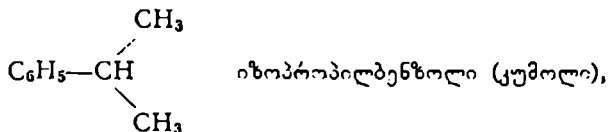
### ბენზოლი და მისი უშუალო ჰომოლოგები

ბენზოლისა და მისი უშუალო ჰომოლოგების ზოგადი ფორმულაა  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ . ამ რიგის ნახშირწყალბადების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლებია:



და p-ქსილოლი,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}_2\text{H}_5$  — ეთილბენზოლი.





### არომატული ნაერთების ნაღვალე

ამჟამად არომატული ნაერთების მიღებისათვის გამოყენებულია, ორი ძირითადი ბუნებრივი ნედლეული — ქვანახშირი და ნავთობი. ქვანახშირის საკოქსე ღუმელში ჰაერის შეუღწევლად 1100-1200°C-ზე გასურების დროს კოქსის გაზთან (სანათი გაზი) ერთად წარმოიქმნება წყალი, ამიაკური წყალი და სქელი, მოყავისფრო-შავი, ცუდი სუნის მქონე სითხე — ქვანახშირის კუპრი. საკოქსე ღუმელში რჩება მყარი მასა — კოქსი, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს მეტალურგიაში მეტალთა ოქსიდებიდან მეტალის აღდგენისათვის. კოქსს იყენებენ სათბობად. კოქსის გაზიდან ლებულობენ ამიაკს, ბენზოლს. კოქსის გაზის კონდენსაციით წარმოიქმნება ე. წ. მსუბუქი ზეთის ფრაქცია. იგი შეიცავს 60%-მდე ბენზოლს, ტოლუოლს და ზოგიერთ სხვა არომატულ ნახშირწყალბადს. ქვანახშირის ბაზაზე მიღებული ბენზოლის 90% მოდის კოქსის გაზზე. გაწმენდილი კოქსის გაზი შეიცავს დაახლოებით, მოცულობით 52% წყალბადსა და 32% მეთანს, რომელიც გამოყენებულია საწვავად, რეაქტორებში მაღალი ტემპერატურის შენარჩუნების მიზნით.

ქვანახშირის კუპრი (ქვანახშირის დაკოქსვიდან მიიღება 3%-მდე) შეიცავს მრავალ სხვადასხვა არომატულ ნაერთს. მის გადაამუშავებას ახდენენ ფრაქციული გამოხდით და ძირითადად აგროვებენ ოთხ ფრაქციას:

1. მსუბუქი ზეთი, იზდება 80-170°C. 0,2-2%.
2. საშუალო ზეთი, ღულ. ტემპ. 170-230°C. 10-12%.
3. მძიმე ზეთი, ღულ. ტემპ. 230-270°C. 10-12%.
4. ანთრაცენის ზეთი, ღულ. ტემპ. 270-350°C. 18-20%.
5. ნარჩენი — ფისი, 50-60%.

მსუბუქი ზეთის ფრაქცია უმთავრესად შეიცავს ბენზოლს, ტოლუოლს, ქსილოლებს. გარდა ამისა, მასში არის პირიდინი და თიოფენი. ამ ფრაქციიდან ნახშირწყალბადების გამოყოფისათვის მიმართავენ ფრაქციულ გამოხდას. გამონახადს ამუშავებენ გოგირდ-

მეავით უნაჭერი ნახშირწყალბადების ჩამოშორების მიზნით. ამის შემდეგ დამუშავებას ახდენენ ტუტით ფენოლთა ჩამოშორებისათვის. ამ გზით მიღებული ბენზოლი, თუ სპეციალურად არ არის დამუშავებული, ყოველთვის შეიცავს გარკვეული ოდენობის თიოფენს.

საშუალო ზეთის ფრაქცია ძირითადად შეიცავს ნაფტალინსა და ფენოლებს. ამასთან მასში მცირე ოდენობით გაყოლილია მსუბუქი და მძიმე ფრაქციების კომპონენტები, რომელთა მოშორების მიზნით საშუალო ზეთის ფრაქციულ გამონახადს ისევ ხდიან. გაცივებისას ფრაქციული გამონახადიდან გამოკრისტალდება ნაფტალინი. ფენოლებს გამოყოფის მიზნით ჭერ ამუშავებენ ტუტით და შემდეგ მკაფას მოქმედებისას გამოილეკებიან.

მძიმე ზეთის ფრაქციაში უმთავრესად იმყოფება საშუალო ზეთის ძირითადი კომპონენტები (ნაფტალინი, ფენოლი) და უფრო მაღალი ფრაქციის პროდუქტები. მძიმე ზეთის ფრაქციული ვაპონახადის გაცივებით ილეკება (გამოკრისტალდება) ნაფტალინი. გარდა აღნიშნულისა, მძიმე ზეთის ფრაქციაში იმყოფება კრეზოლები, დიფენილი და ზოგიერთი სხვა არომატული ნაერთი. მძიმე ფრაქციიდან ძირითადი კომპონენტების ჩამოშორების შემდეგ დარჩენილი მასა გამოყენებულია მერქანის გასაჟღენთად (კონსერვაცია).

ანთრაცენის ზეთის ფრაქცია. აქ უპირატესად წარმოდგენილია ანთრაცენი, ფენანთრენი, ინდოლი, კარბაზოლი, აკრიდინი და სხვა ძვირფასი ნივთიერებები, რომლებიც გამოყენებულია სანთეზური საღებარების მისაღებად. ანთრაცენის ზეთის ნარჩენი გამოყენებულია მერქანის გასაჟღენთად, კონსერვირების მიზნით.

ნარჩენი — ფისი. ფისში იმყოფება ნახშირი და პოლიციკლურა კონდენსირებულბირთვიანი არომატული ნახშირწყალბადები. იგი გამოყენებულია გზების მოასფალტებისათვის, ბრიკეტებისა და ლაქების დაზადებისათვის.

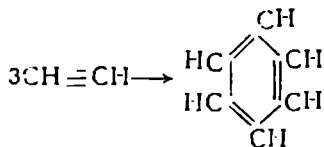
არომატულ ნახშირწყალბადებს დიდი რაოდენობით ღებულობენ ნავთობიდან. ზოგიერთი ნავთობსაბადო, როგორცაა ურალის (პერმის), რუმინეთის, ბორნეოსა და შუაზიის, დიდი ოდენობით შეიცავენ არომატულ ნახშირწყალბადებს. არომატული ნახშირწყალბადები შეიქლება მივიღოთ ნებისმიერი ნავთობიდან კატალიზური არომატიზაციისა და პიროლიზის მეთოდით. განსაკუთრებით ადვილად შეიძლება არომატული ნახშირწყალბადები მივიღოთ ისეთი ნავთობის კატალიზური არომატიზაციით, რომლებიც შეიცავენ ციკლოპექსანის რიგის ნახშირწყალბადებს. ამ რიგის ნახშირწყალბადებს საკმაოდ დიდი რაოდენობით შეიცავს ბაქოს ნავთობი, რის ბაზაზეც საბჭოთა ქიმიკოსების მიერ დამუშავებულია არომატული ნახშირწყალბადების მიღების მეთოდები.

პარაფინული ნახშირწყალბადების კატალიზური არომატიზაციის რეაქცია აღმოაჩინეს საბჭოთა ქიმიკოსებმა ნ. ზელინსკიმ, ბ. კაზანსკიმ, ა. პლატემ, ბ. მოლდაესკიმ და სხვებმა.

არომატულ ნახშირწყალბადებზე სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგის მზარდი მოთხოვნილების დაკმაყოფილებასათვის, ამჟამად ინტენსიური კვლევითი მუშაობა მიჰდინარეობს ალიფატური და ალიციკლური ნახშირწყალბადების არომატიზაციის მიმართულებით. მიუხედავად იმისა, რომ ნავთობის არაარომატული ნახშირწყალბადების დეჰიდრირებით, დეჰიდროციკლიზაციით, დეჰიდროიზომერიზაციითა და პიროლიზით დიდი რაოდენობით ღებულობენ არომატულ ნახშირწყალბადებს, იგი მაინც სრულყოფილად ვერ აკმაყოფილებს მათზე სახალხო მეურნეობის მოთხოვნებს.

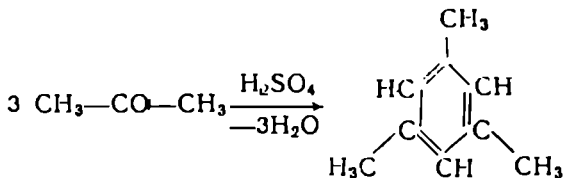
არომატული ნახშირწყალბადების მიღების სინთეზური საშუალებანი:

1. აცეტონის გავარკარებულ მინის მილში გატარებით მცირე ოდენობით მიიღება ბენზოლი (ბერტლო):

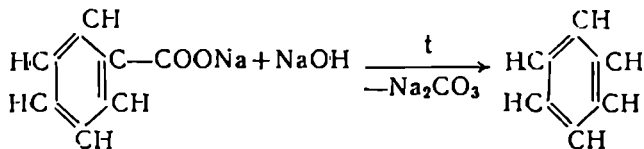


ბენზოლი შედარებით კარგი გამოსავლიანობით მიიღება, თუ აცეტონს გავატარებთ 450-500°C-ზე გახურებულ, გააქტივებულ ხის ნახშირზე (ნ. ზელინსკი).

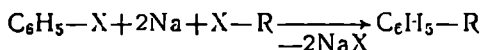
2. აცეტონზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით მიიღება 1, 3, 5-ტრიმეთილბენზოლი (მეზიტილენი):



3. არომატული ერთფუძიანი მჟავას მარილისა და ტუტის ნარევის მშრალი გამოხდით მიიღება არომატული ნახშირწყალბადები:

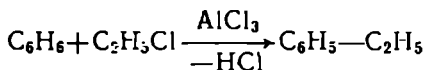


4. ალკილბენზოლებს ღებულობენ პალოგენბენზოლისა და პალოგენალკილზე მეტალ ნატრიუმის მოქმედებით (ვიურც-ფიტციგის რეაქცია, 1863 წ.):



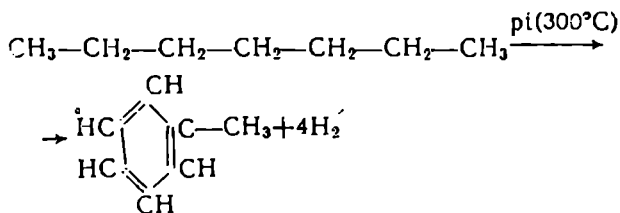
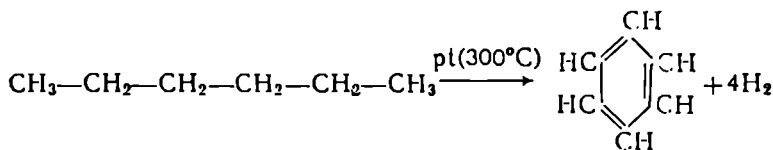
ამ რეაქციის დროს, როგორც დამატებითი პროდუქტები, წარმოიქმნება ბიფენილი ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_5$ ) და ალკანი ( $\text{R}-\text{R}$ )

5. ალკილბენზოლების მიღების დიდი მნიშვნელობის რეაქციას წარმოადგენს ფრიდელ-კრაფტისის რეაქცია (1877 წ.). ამ რეაქციის დროს არომატული ნახშირწყალბადების ალკილირება ხდება პალოგენალკილით ლუისის მკვებების თანაობით:



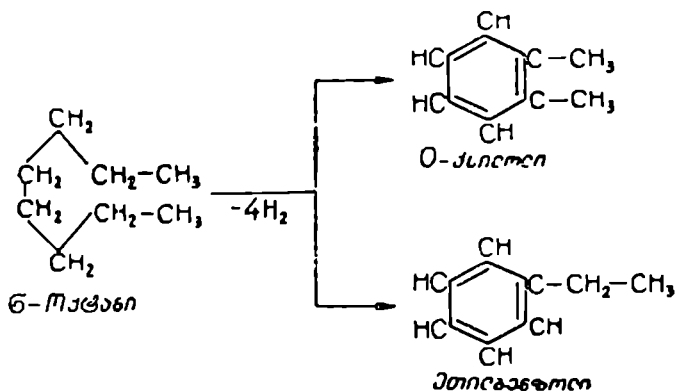
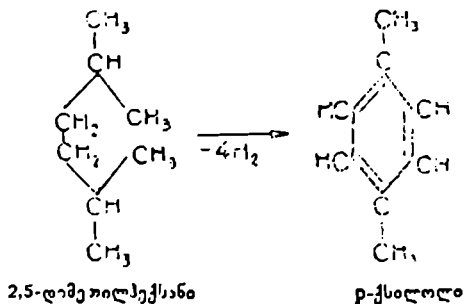
ფრიდელ-კრაფტისის რეაქციას ახორციელებენ როგორც თხევად, ასევე გაზურ ფაზაში. ამ რეაქციას იყენებენ სამრეწველო მასშტაბით ეთილბენზოლის, კუმოლისა და ზოგიერთი სხვა ალკილბენზოლების მისაღებად. ფრიდელ-კრაფტისის რეაქციის ნაკლად ითვლება ის, რომ ძირითად ნაერთებთან ერთად წარმოიქმნება სხვადასხვა თანაჰდე პროდუქტები.

6. დიდი მნიშვნელობის რეაქციას წარმოადგენს პარაფინული ნახშირწყალბადების არომატიზაცია, რომელიც აღმოჩენილ იქნა ნ. ზელანკის, ბ. კახანსკისა და ა. პლატეს მიერ. ამ რეაქციის დროს კატალიზატორ პლატინის გავლენით ადგილი აქვს პარაფინული ნახშირწყალბადების დეჰიდროციკლიზაციას:

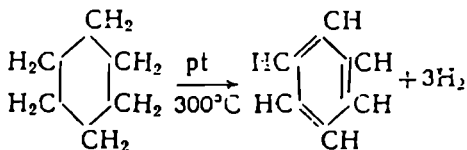


აღმოჩნდა, რომ შედარებით უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ( $400^\circ\text{C}$ ) იგივე შედეგს იძლევა ქრომის უანგი (ბ. მოლდავსკი).

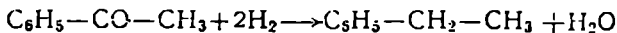
ანალოგიურ პირობებში 2,5-დიმეთილქექსანიდან მიიღება p-ქსილოლი, ხოლო n-ოქტანიდან O-ქსილოლი და ეთილბენზოლი:



7. ციკლოქექსანი და მისი ჰომოლოგები 300°C-ზე გაცხელებისას კატალიზატორ პლატინის ან პალადიუმის თანაობით განიცდიან დეჰიდრირებას და გარდაიქმნებიან არომატულ ნახშირწყალბადებად (ნ. ზელინსკი):



8. არომატულ ნახშირწყალბადებს, რეაქციის დამატებითი პროდუქტების გარეშე, სუფთა სახით ღებულობენ არომატული კეტონების აღდგენით (აღმდგენელად იყენებენ ამალგამირებულ თუთიას):



ფიზიკური თვისებები. ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები წარმოადგენენ თავისებური სუნის, უფერო, წყალში უხსნად სითხეებს. კარგად იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში, თვითონაც არიან საუკეთესო ორგანული გამხსნელები. მათი ორთქლის ხშირად ჩასუნთქვა მოწამვლას იწვევს.

ბენზოლისა და მისი ალკილჩანაცვლებულებისათვის  $n_D^{20}$ -სპექტრში ანთანტემის ტიპური ზოლი შეიმჩნევა 1500—1600 სმ<sup>-1</sup> ინტერვალში. ხოლო  $n_D$ -სპექტრის დროს 180—255 ნმ უბანში.

ბენზოლისა და მისი ჰომოლოგების ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ბენზოლისა და მისი ჰომოლოგების ფიზიკური თვისებები

სახელწოდება	დუღ. ტემ. °C	ლ. ტემ. °C	სიმკვრივე $d_4^{20}$
ბენზოლი	80,1	+5,5	0,8795
ტოლუოლი	110,6	-95,0	0,8669
o-ქაილილი	144,4	-25,2	0,8802
m-ქაილილი	139,1	-47,9	0,8642
p-ქაილილი	139,4	+13,3	0,8610
ეთილბენზოლი	136,2	-95,0	0,8669
მეზიტილენი (1,3,5-ტრიმეთილბენზოლი)	164,7	-44,7	0,8651
პროპილბენზოლი	159		
კუმოლი (იზოპროპილბენზოლი)	152,4	-99,5	0,8632
სიმოლი (p-იზოპროპილმეთილბენზოლი)	177,1	-67,9	0,8618
			0,8572

როგორც ცხრილიდან ჩანს, იზომერული ნაერთების დუღილის ტემპერატურა ერთმანეთისაგან უმნიშვნელოდ განსხვავდება. ლობობის ტემპერატურის მხრივ ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ტოლუოლისა და ეთილბენზოლის ლობობის ტემპერატურას, დიდად განსხვავებიან ერთმანეთისაგან. სიმკვრივე, არომატულ ნახშირწყალბადებს უფრო მეტი აქვთ, ვიდრე ალიფატურ და ალიციკლურ ნახშირწყალბადებს.

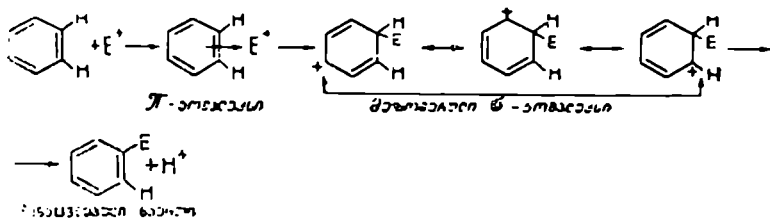
ქიმიური თვისებები. არომატული ნახშირწყალბადისათვის დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების ( $S_{E1}$ ) რეაქციები. ამასთან ისინი შედიან შეერთების რეაქციებშიც, მაგრამ გაცილებით უფრო ძნელად, ვიდრე უნაჯერი ალიფატური და ალიციკლური ნაერთები. დამახასიათებელია ისიც, რომ ბენზოლის ბირთვი მდგრადობას იჩენს დამჟანგავების მიმართ.





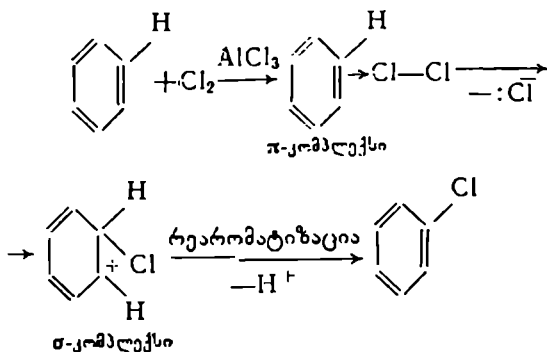


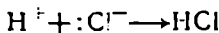
რეაქციები. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია ჰალოგენირება, ნიტრირება, სულფირება, ალკილირება, აცილირება. ყველა ამ რეაქციების დროს დადებითად დამუხტული რეაგენტი (ელექტროფილური ნაწილაკი) ეჭახება არომატული ნაერთის  $\pi$ -ელექტრონულ სისტემას და ჯერ მიიღება  $\pi$ -კომპლექსი, რომლიდანაც შემდეგ წარმოიქმნება მეზომერულად (რეზონანსული) სტაბილური არაარომატული  $\sigma$ -კომპლექსი, რომელსაც წყდება პროტონი. უქანასკნელის ადგილს იჭერს ელექტროფილური ნაწილაკი და მიიღება ჩანაცვლებული არომატული ნაერთი:



$\pi$ - და  $\sigma$ -კომპლექსების წარმოქმნა დადასტურებულია ექსპერიმენტული მონაცემებით.

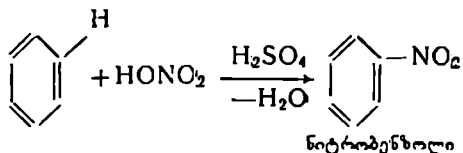
**ჰალოგენირება.** ქლორი და ბრომი ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციაში შედიან ბენზოლთან მხოლოდ კატალიზატორების თანობით. კატალიზატორებად იყენებენ ლუისის მჟავებს (აქედან ყველაზე უფრო მეტად გამოყენებულია უწყლო ალუმინის ქლორიდი), როგორც ზოგადად იყო განხილული, ჯერ წარმოიქმნება  $\pi$ -კომპლექსი, რომელიც შემდეგ გადადის  $\sigma$ -კომპლექსში. უქანასკნელის დეპროტონირებით ადგილი აქვს რეარომატიზაციას და მიიღება ჰალოგენბენზოლი:



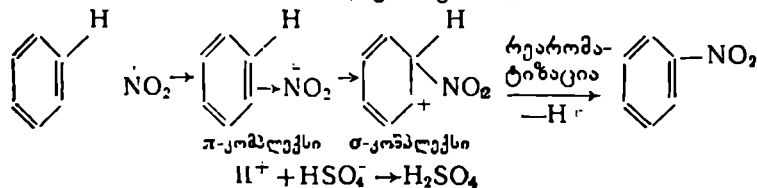
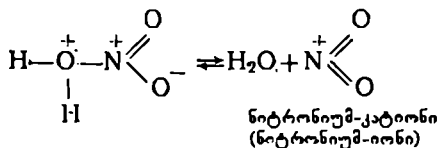
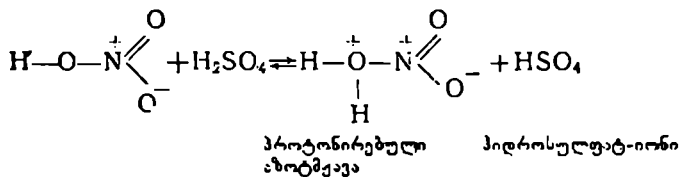


ბენზოლზე ფტორის მოქმედებისას მიმდინარეობს მძაფრი რეაქცია, რომლის დროსაც წარმოიქმნება მრავალი სხვადასხვა ნაერთი ნარევი, მათში უმნიშვნელო ოდენობით იმყოფება ფტორბენზოლი. იოდსა და ბენზოლს შორის ჩანაცვლების რეაქცია მიმდინარეობს აზოტმეჯვის თანაობით.

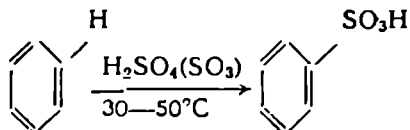
**ნიტრირება.** ბენზოლის ნიტრირება მიმდინარეობს მანიტრებელი ნარევის (კონცენტრირებული აზოტმეჯვისა და კონცენტრირებული გოგირდმეჯვის ნარევი) მოქმედებით. ბენზოლსა და აზოტის მეჯვას შორის რეაქცია მიმდინარეობს ძალიან ნელა. რეაქციაში გოგირდმეჯვას ჩართვა აჩქარებს ნიტრირების რეაქციას:



გოგირდმეჯვას, როგორც კატალიზატორის როლი იმაში გამოიხატება, რომ იგი ახდენს აზოტმეჯვას პროტონირებას. პროტონირებული აზოტმეჯვა იშლება წყლად და ნიტრონიუმ-კატიონად, რომელიც ბენზოლის π-ელექტრონულ სისტემასთან დაჭახებით წარმოქმნის π-კომპლექსს. π-კომპლექსი გარდაიქმნება σ-კომპლექსად. უკანასკნელიდან პროტონის ჩამოცილება გზას უხსნის რეარომატიზაციის პროცესს:

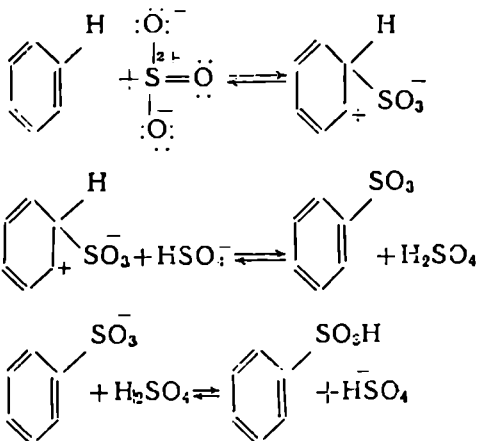


სულფირება. არომატული ნახშირწყალბადის ბირთვის H-ატომის სულფოჯგუფით ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) შეცვლას ახორციელებენ გაცხელებულ ნახშირწყალბადზე კარბი მბოლავი გოგირდმჟავას მოქმედებით:



ბენზოსულფომჟავა

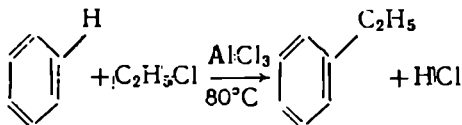
სულფირების რეაქციის მექანიზმი უფრო ნაკლებადაა შესწავლილი, ვიდრე ჰალოგენირებისა და ნიტრირების რეაქციისა. ექსპერიმენტული მონაცემებით დადგენილია, რომ მასულფირებელ აგენტად გვევლინება  $\text{SO}_3$ , რომელშიც გოგირდი ამჟღავნებს ძლიერ ელექტროფილურ ბუნებას. იგი ბენზოლისა და  $\text{SO}_3$ -ის ურთიერთქმედების დროს წარმოქმნის  $\sigma$ -კომპლექსს, პროტონს ჩამოაშორებს ჰიდროსულფატიონი და მიიღება ბენზოსულფომჟავის ანიონი, უკანასკნელი პროტონს ართმევს გოგირდმჟავას და გარდაიქმნება ბენზოსულფომჟავად:



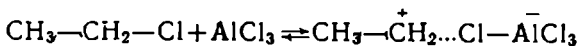
ან სულფირების რეაქციის მექანიზმი შეიძლება განხორციელდეს  $\pi$ -და  $\sigma$ -კომპლექსების წარმოქმნის საფეხურის გავლით (გვ. 100).

სულფირების რეაქციის ყველა საფეხურზე მიმდინარე პროცესი შექცევადია.

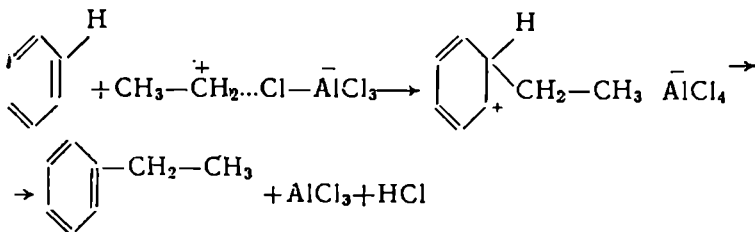
ალკილირება. როგორც აღინიშნა (გვ. 70), არომატულ ნაერთთა ალკილირებას ახორციელებენ ფრიდელ-კრაფტის რეაქციით:



ლუისის შეავის (ამ შემთხვევაში,  $\text{AlCl}_3$ ), როგორც კატალიზატორის როლი გამოიხატება იმაში, რომ იგი ახდენს დადებითად დამუხტული მოქმედი ჩამნაცვლების გენერაციას:



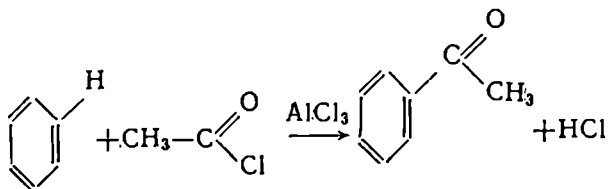
(ამ შემთხვევაში წარმოიქმნა კარბკატიონი  $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$ )



მაალკილირებელ რეაგენტებად გარდა ჰალოგენალკილებისა, გამოყენებულია ოლეფინები, ციკლოლეფინები, უნაჯერი სპირტები და სხვა. ამ შემთხვევაში კატალიზატორებად გამოყენებულია  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , კატიონიტი „Ky-2“,  $\text{BF}_3$ , გუბრინის სარჩულზე დამზადებული კატალიზატორი და სხვა.

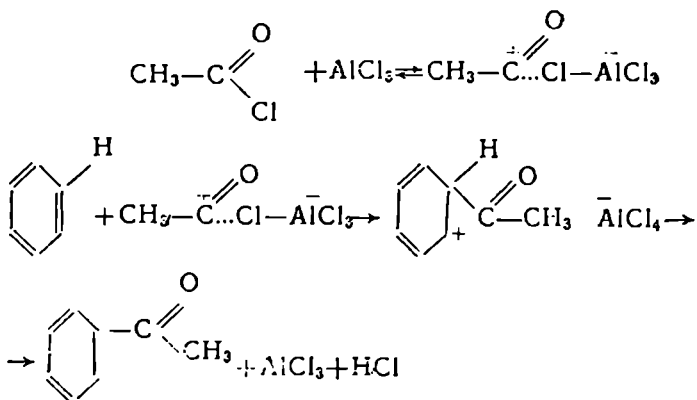
აცილირება. არენების აცილირებას ახორციელებენ ორგანულ მეავათა ჰალოგენანჰიდრიდებით ან ანჰიდრიდებით. კატალიზატორებად ამ შემთხვევაშიც გამოყენებულია ლუისის შეავეები (განსაკუთრებით უწყლო  $\text{AlCl}_3$ ). აცილირების რეაქციის დროს არომატულ ნახშირწყალბადთა (არენები) ბირთვში წყალბადის ადგილს იკვრს

აცილის ჯგუფი ( $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$ ) და წარმოიქმნება ალკილარილქეტონი:



მეთილფენილქეტონი (აცეტოფენონი)

აცილირების რეაქციის მექანიზმი პრინციპში იგივეა, რაც ალი-  
ლირების რეაქციის მექანიზმი. კატალიზატორი ამ შემთხვევაშიც იწ-  
ვეს მოქმედი აგენტის გენერაციას:



აცილირების დროს გამსხნელებად მეტწილად იყენებენ გოგირდ-  
ნახშირბადს ან ნიტრობენზოლს.

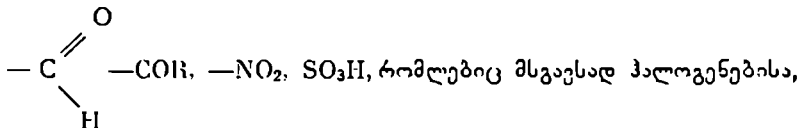
**ჩანაცვლებაზე და გავლენა ელვატროფილურ ჩააცვივაზე**

როგორც აღინიშნა, ბენზოლის მოლეკულაში ყველა C-ატომი და  
აგრეთვე ყველა H-ატომი ტოლფასია. ამიტომაც, რომ მონოჩანაც-  
ვლებულს იზომერი არა აქვს. მაგრამ როცა ბენზოლის ბირთვში  
იმყოფება ერთი ჩანაცვლებული, მაშინ დარჩენილი ყველა ხუთი C-  
ატომი და აგრეთვე ყველა ხუთი H-ატომი ტოლფასი აღარ არის. ამ  
შემთხვევაში (მონოჩანაცვლებულის დროს) ჩნდება ორი ორთო-  
ორი მეტა- და ერთი პარა-მდებარეობა, რომლებთანაც ჩანაცვლებუ-  
ლის ბუნების შესაბამისად ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე  
სხვადასხვა რაოდენობრივი მნიშვნელობისაა. ჩანაცვლებული გავლენ-  
ას ახდენს ბირთვის რეაქციის უნარიანობაზე. ამასთან იგი მეორე  
ჩანაცვლებულს გზავნის ორთო-პარა- ან მეტა-მდებარეობისაკენ. ე. ი.  
ბირთვში პირველი ჩანაცვლებულის არსებობის დროს მეორე ჩანაც-  
ვლებულს არ შეუძლია დაიკავოს ნებისმიერი ადგილი. ყველა ჩან-  
ნაცვლებულს მარჩიენტირებელი ბუნების მიხედვით ყოფენ ორ ჯგუ-  
ფად — პირველი და მეორე რიგის ჩანაცვლებლებად. მათ სხვაგვარად  
წოდებობთ პირველი და მეორე რიგის მარჩიენტირებლები.

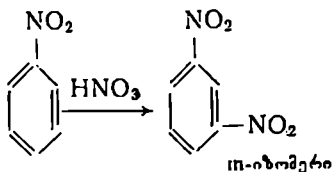
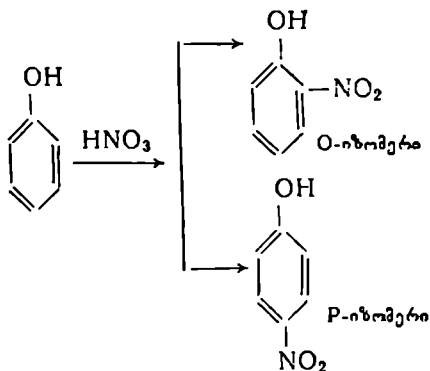
პირველი რიგის ჩანაცვლებლებს მიეკუთვნება:  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{NR}_2$ ,

$-\text{NH}_2$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{OR}$ ,  $-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}$ ,  $-\text{R}$ ,  $-\text{Ar}$ ;  $-\text{CH}_2-$   
 $-\text{COOH}$ . რომლებიც იწვევენ ბირთვის აქტივაციას და ადვილმოდრავს  
 ხლიან ორთო- და პარა- მდებარეობაში მყოფ H-ატომებს. ამავე  
 რიგს მიეკუთვნებიან ჰალოგენები, რომლებიც იწვევენ ბირთვის დე-  
 ზაქტივაციას და ამნულბენ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქ-  
 ტების შიმდინარეობას.

მეორე რიგს ჩანაცვლებლებია:  $-\text{CN}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{COOR}$ ,

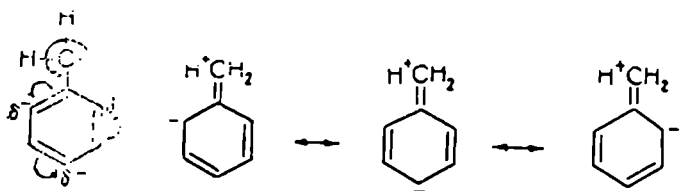


იწვევენ ბირთვის დეზაქტივაციას, განსაკუთრებით ორთო- და პარა-  
 მდებარეობაში. ამ მხრივ ისინი შედარებით ნაკლებ გავლენას ახ-  
 დენენ მეტა-მდებარეობაზე. როცა ბირთვში დგას პირველი რიგის  
 ჩანაცვლებელი, მაშინ ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე მომა-  
 ტებულია ორთო- და პარა-მდებარეობაში და შემდეგი ელექტროფი-  
 ლური ჩანაცვლებელი ძირითადად ადგის იქერს ორთო- და პარა-  
 მდებარეობაში, ხოლო როცა ბირთვში იმყოფება მეორე რიგის ჩა-  
 ნაცვლებელი, მაშინ შემდეგი ელექტროფილური ჩანაცვლებელი  
 ადგის იქერს ძირითადად მეტა-მდებარეობაში:



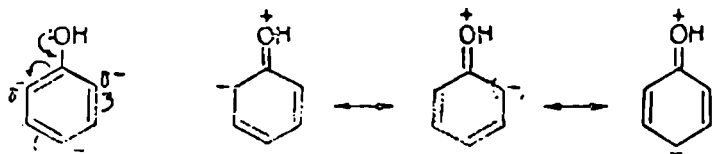
სინამდვილეში ძალიან იშვიათია ისეთი ჩანაცვლებას რეაქციები, რომლის დროსაც წარმოიქმნება, მხოლოდ ორთო-, პარა- ან მეტა-იზომერი. რეაქციათა უმრავლეს შემთხვევაში წარმოიქმნება ყველა იზომერი. განსხვავება იმაშია, რომ პირველი რიგის ჩანაცვლებები ჰეტი რაოდენობით წარმოიქმნიან O.P-ს, ხოლო მეორე რიგის ჩანაცვლებები — m-იზომერებს.

O- და P-მაროენტირებლებისაგან ელექტრონული ღრუბლის სამკვრივის მომატება O- და P-მდებარეობაში გამოწვეულია ინდუქციური და შეუღლებული მეზომერული ეფექტით. მაგალითად, ტოლუოლში მეთილის ჯგუფისა და ბირთვის ურთიერთქმედება ხორციელდება დადებითი ინდუქციური ეფექტისა (+I) და შეუღლების დადებითი მეზომერული ეფექტის (+M) ხარჯზე. ტოლუოლში ელექტრონების გადანაწილება აღიწერება ზღვრული სტრუქტურებით:



ტოლუოლის ზღვრული სტრუქტურები

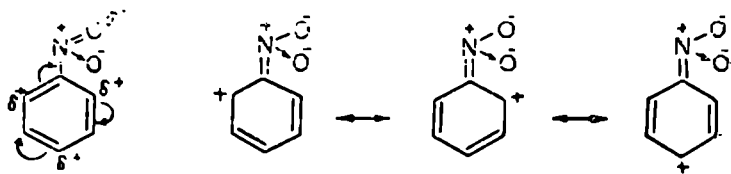
ისეთი პირველი რიგის ჩანაცვლებები, რომლებსაც აქვთ გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი. ავლენენ შეუღლების დადებით მეზომერულ და უარყოფით ინდუქციურ ეფექტს. მაგალითად, ფენოლის შემთხვევაში ჰეტეროატომის (ჟანგბადი) გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი გადაიწევს ბირთვის ნახშირბადისაკენ და ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე მოიმატებს O.P-მდებარეობაში:



ფენოლის ზღვრული სტრუქტურები

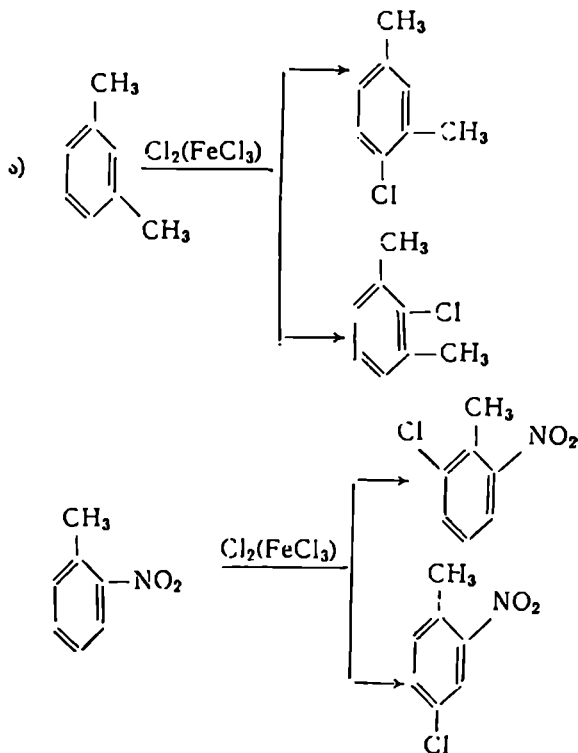
მეტა-მაროენტირებლების შემთხვევაში ბირთვისა და ჩანაცვლების ურთიერთგავლენა ხორციელდება უარყოფითი ინდუქციური და შეუღლების უარყოფითი მეზომერული ეფექტით. როცა ბირთვის წყალბადი შეცვლილია მეორე რიგის ჩანაცვლებ-

ლით, მაშინ ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე, ჩამნაცვლების ელექტროაქტობრიული ბუნების გამო, გადაწულია ჩახაცვლებულისაკენ:



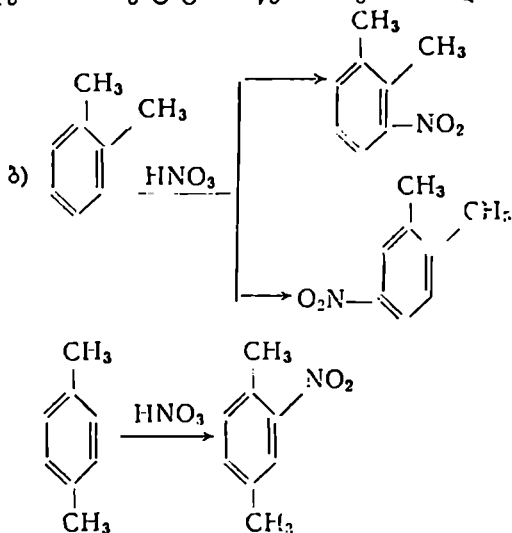
ნიტრობენზოლის ზღვრული სტრუქტურები

როცა ბენზოლის ბირთვში იმყოფება ორი ჩანაცვლებული, მაშინ მესამე ჩამნაცვლებელმა შეიძლება ადგილი დაიკავოს ორიენტაციის წესის შესაბამისად და არაშესაბამისად:

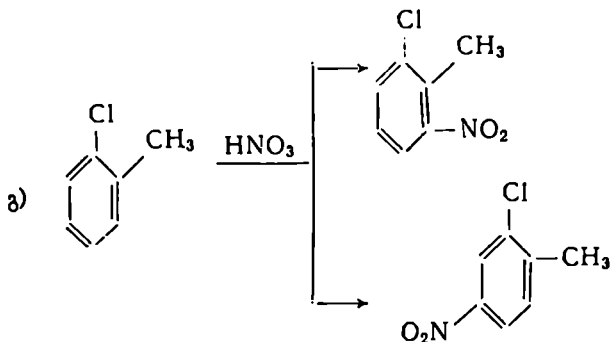




შოცემულ შემთხვევაში მესამე ჩანაცვლებულს ადგილი უკავია ჩანაცვლების ორიენტაციის წესის შესაბამისად.



აქ საწყის ნივთიერებებში ჩანაცვლებულები ტოლფასი მაორიენტირებელი ძალისაა. ამიტომ მესამე ჩანაცვლებულს ისეთი ადგილი უკავია, რომელიც ორიენტაციის წესს არ ემთხვევა.



ამ შემთხვევაში მაორიენტირებელი სხვადასხვა ძალისაა. მესამე ჩანაცვლებულს ადგილი უჭირავს ორიენტაციის არაშესაბამისად.

ცალკეული წევრები. ბენზოლი. ბენზოლი აღმოაჩინა ფარადეიმ 1825 წელს სანათ გაზში. ბენზოლი წარმოადგენს უფერო, დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეს. იგი ისე, როგორც ბენზოლის რიგის

ნახშირწყალბადეპი, საწამლევა. ბენზოლის ორთქლის ხანგრძლივად ჩასუნთქვა იწვევს ყურებში შეილს, თავბრუსხვევას, კრუნჩხვებს, აზიანებს თირკმლებს, ღვიძლს და სხვა. მასთან და საერთოდ ბენზო-იდურ ნახშირწყალბადებთან მუშაობის დროს მკაცრად უნდა დავიცვათ უსაფრთხოების წესები.

ბენზოლი წყალში უმნიშვნელო ოდენობით იხსნება. იგი წყალ-თან წარმოქმნის აბეოტროპულ ნარევის.

ბენზოლის ქრომის (III) ქლორიდთან ან ალუმინის ქლორიდთან გაცხელებით მიიღება ქრომისა და ალუმინის კომპლექსები.

ბენზოლისაგან, როგორც საწყისი ნივთიერებისაგან, საპრეწველო ნასშტაბით ღებულობენ ნიტრობენზოლს, ანილინს, ცელოპექსანს, სტიროლს. იზოპრაპილბენზოლს, ეთილბენზოლს, „ადტ“, ჰექსაგლო-რანს, საღებარებს. მედიკამენტებს. სინთეზურ ბოკოსას და სხვა მრავალ ძვირფას ნივთიერებასა და მასალას. მას ფართოდ იყენებდნენ, როგორც ძვირფას ორგანულ გამხსნელს, მაგრამ უკანასკნელ ხანებში ამ მიმართულებით მისი გამოყენება ძალიან შეზღუდულია ტოქსიკური ბუნებისა და ცეცხლსამიშროების გამო.

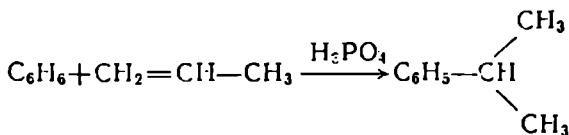
**ტოლუოლი (მეთილბენზოლი).** როგორც აღნიშნა, ტოლუოლი პირველად მიიღეს ტოლუანის ბალზამიდან, საიდანაც მან მიიღო თავისი სახელწოდება. საპრეწველო ნასშტაბით მას ბენზოლთან ერთად გამოყოფენ ქვანახშირის კუპრის I ფრაქციიდან, ქვანახშირის კოქსიას წარმოქმნილი გაზებიდან. პიროლიზური და რაფორმინგული ბენზინიდან. გარდა ამისა, ტოლუოლს ღებულობენ ხ-ქეპტანის კატალიზური დეჰიდროციკლიზაციით. იგი უფრო, დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხეა. ტოლუოლი, როგორც საწყისი ნივთიერება, გამოყენებულია საღებარებს, ფეტქებადი ნივთიერების (ტროტო-ლი), ბენზის მკაფისა და სხვა მრავალი ნივთიერების მისაღებად, რომელთაც განვიხილავთ მომდევნო თავებში.

**ქსილოლები.** ქვიპურ მრეწველობაში მათ გამოყოფენ ქვანახშირის კუპრიდან და ნავთობის შესაბამისი ფრაქციიდან. საჭირო რაოდენო-ბის ქსილოლების 90%-ს ღებულობენ ნავთობიდან. ასლო წარსულში 0-, III- და IV-ქსილოლს მრეწველობასა და ლაბორატორიულ პრაქ-ტიკაში იყენებდნენ სამივე იზომერის ნარევის სახით, როგორც ორგა-ნიულ გამხსნელსა და მოტორული საწვავის შემადგენელ ნაწილს. სა-ჯერადღებოა, რომ ქსილოლთა ნარევის ოქტანური რიცხვი 120-ს აღე-მატება. ქსილოლების, განსაკუთრებით 0- და IV-ქსილოლის, მიზნობ-რივმა გამოყენებამ მოითხოვა იზომერული ქსილოლების ერთმანეთი-საგან იზოლირება. 0-ქსილოლის გამოყოფას ახდენენ გამოსხივით, ხო-ლო III- და IV-ქსილოლს ერთმანეთისაგან აშორებენ ფრაქციული კრის-ტალიზაციით. 0-ქსილოლისაგან დაყანგვით ობიულობენ 0-ფტალის

მევენს, ხოლო p-ქსილოლისაგან ტერეფტალის მევენს. უკანასკნელია დან აწარმოებენ ლავსანის ბოჭკოს.

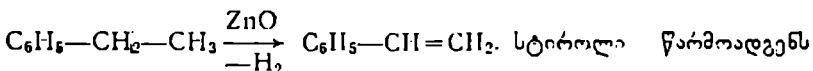
**ეთილბენზოლი.** ეთილბენზოლს სამრეწველო მასშტაბით ღებულბენ ბენზოლისა და ეთილენის ურთიერთმოქმედებით, კატალიზატორების  $AlCl_3$  ან რკინის (II, III) ოქსიდების დახაობით.  $C_6H_6 + CH_2=CH_2 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5-CH_2-CH_3$  ეთილბენზოლი, უმთავრესად, გამოყენებულია სტიროლის მისაღებად.

**კუმოლი (იზოპროპილბენზოლი):** კუმოლს დიდა რაოდენობით ღებულბენ სინთეზურად — ბენზოლისა და პროპალენის ურთიერთმოქმედებით. კატალიზატორად იყენებენ ფოსფორმევენს. ამ შემთხვევაში ბენზოლის აღკვირება პროპილენით მიმდინარეობს მაღალ წნევენსა და დაახლოებით  $250^{\circ}C$  ტემპერატურაზე:

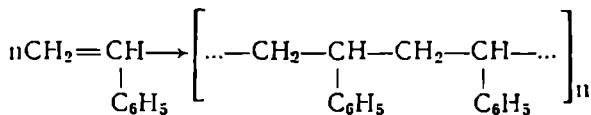


კუმოლი გამოყენებულია ფენოლისა და აცეტონის სამრეწველო მასშტაბით მიღებისათვის. გარდა ამისა, მას უმატებენ საავიაციო ბენზინს ოქტანური რიცხვის გასაღიდებლად.

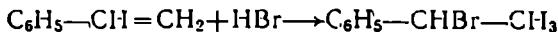
**სტიროლი (ვინილბენზოლი)**  $C_6H_5-CH=CH_2$  მიიღება ეთილბენზოლის კატალიზური (ZnO) დეჰიდრირებით, დაახლოებით  $600^{\circ}C$  ტემპერატურაზე:



სტიროლი წარმოადგენს უფრო სითხეს, რომელიც ღულს  $146^{\circ}C$ -ზე. იგი შენახვისას ოთახის ტემპერატურაზე ნელნელა განიცდის პოლიმერიზაციას და მიიღება მყარი ნახევრადგამჭვირვალე მასა — პოლისტიროლი:




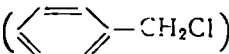
პოლისტიროლი ხასიათდება მაღალი ელექტროსაიზოლაციო და ტენგამძლე თვისებებით, რის გამოც მას ფართოდ იყენებენ, როგორც საიზოლაციო მასალას. სტიროლი, როგორც უნაჭერი არომატული ნახშირწყალბადი, მსგავსად ოლფენებისა, იერთებს ჰალოგენებს, ჰალოგენწყალბადმევენებს და სხვა:



როგორც რეაქციის განტოლებიდან ჩანს, რეაქცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის შესაბამისად.

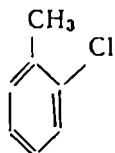
## თ ა ვ ი VII.

### არომატული რიგის ჰალოგენწარმეები

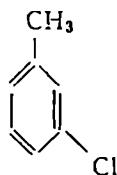
არომატული რიგის ჰალოგენწარმეებს ყოფენ ორ ჯგუფად: 1 — არილჰალოგენიდები და 2 — არილალკილჰალოგენიდები. არილჰალოგენიდების შემთხვევაში ჰალოგენი დაკავშირებულია ბირთვის C-ატომთან ()<sub>Cl</sub>), ხოლო არილალკილჰალოგენიდებში ჰალოგენი დაკავშირებულია გვერდითი ჯაჭვის C-ატომთან ()<sub>CH<sub>2</sub>Cl</sub>)

ბენზოლი წარმოქმნის ერთ მონოჰალოგენიდს, სამ დი- და სამ ტრიჰალოგენიდს, ერთ პენტა- და ერთ ჰექსაჰალოგენჩანაცვლებულს. (როცა ჰალოგენი ერთი და იგივეა).

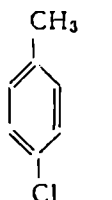
ტოლუოლის მონოჰალოგენჩანაცვლებული გვევლინება ოთხი იზომერის სახით:



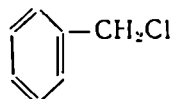
o-ქლორტო-  
ლუილი.



m-ქლორტო-  
ლუილი.

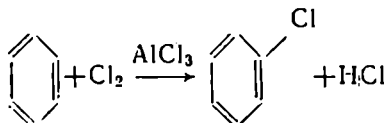


p-ქლორტო-  
ლუილი.

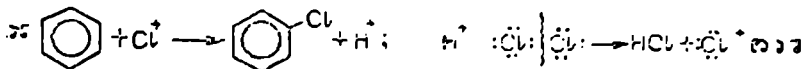
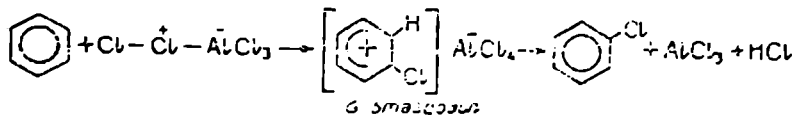
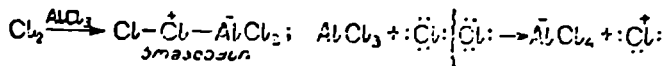


ბენზილ-  
ქლორიდი

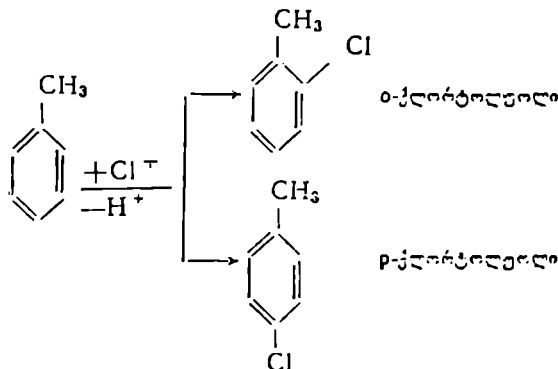
შიღების საშუალებანი. 1. არილჰალოგენიდებს ღებულობენ არენებზე ჰალოგენის მოქმედებით, ოთახის ტემპერატურაზე კატალიზატორებს — ალუმინის ან რკინის (III) ჰალოგენიდების თანაობით:



ჩანაცვლების ამ ელექტროფილური რეაქციის პროცესში ელექტროფილად გვევლინება ჰალოგენისა და კატალიზატორის ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნილი კოჰპლექსი ან ჰალოგენ-კატიონი:



ამის ანალოგიურად მიმდინარეობს ტოლუოლის ბირთვის H-ატომის შეცვლა ჰალოგენატომით, იმ განსხვავებით, რომ მოცემულ შემთხვევაში ძირითადად წარმოიქმნება O- და P-ტოლუოლჰალოგენიდი:

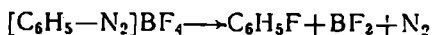
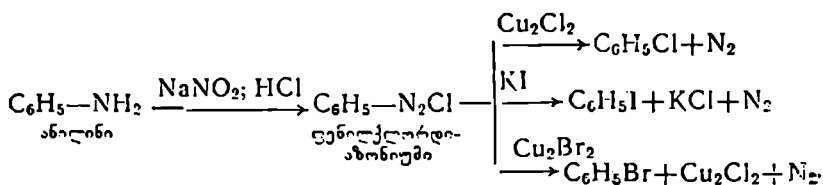


მაშასადამე, ბენზოლის მონობანაცვლებულთა პირდაპირი ჰალოგენირებით წარმოიქმნება იზომერთა ნარევი და არ ხერხდება მარტო ერთი იზომერის მიღება.

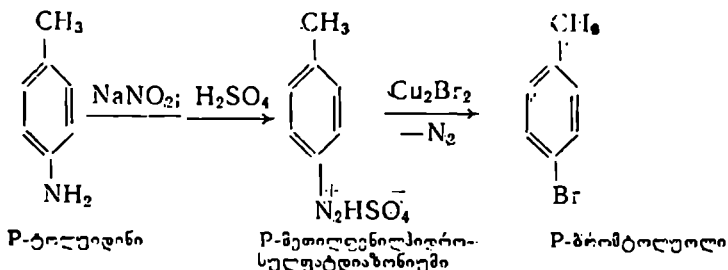
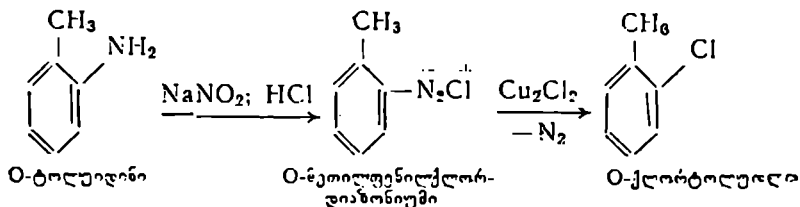
განხილულ შემთხვევაში ჰალოგენების რეაქციისუნარიანობა ეცემა შემდეგი რიგის მიხედვით:  $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$ . ფტორი იმდენად აქტიურია, რომ იგი არღვევს არენს, ხოლო იოდის შემთხვევაში პრაქტიკულად იოდნაწარმის მიღება შეუძლებელი ხდება, რადგან ამ დროს გამოყოფილი იოდწყალბადი აბრუნებს რეაქციას საწყისი ნივთიერებისაკენ. იმისათვის, რომ მივიღოთ არილიოდი, საჭიროა, რეაქციის სფეროდან გამოვიყვანოთ იოდწყალბადი. ამას აღწევენ რეაქციის არეში აზოტმეავის ან ვერცხლისწყლის (II) ოქსიდის ჩართვით.

2. არილჰალოგენიდების მისაღებად ხშირად იყენებენ არომატულ

პირველად ამინებს. უკანასკნელი აზოტოვანი მკავის მოქმედებით გა-  
დაყავთ არილდიაზონიუმის მარილში, რომელს შესაბამისი გარდაქ-  
მნით ლებულობენ სასურველ არილპალოგენიდს:

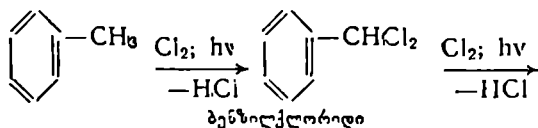


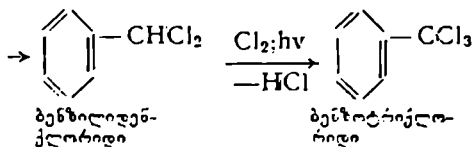
ამის ანალოგიურად შეიძლება მივიღოთ ტოლუოლპალოგენი-  
დები:



3. გვერდით ჯაჭვში პალოგენის შეყვანას აზორციელებენ გაცხე-  
ლებითა და ში — სინათლის მოქმედებით, კატალიზატორების გარე-  
შე. ამ დროს რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმის მი-  
ხედვით.

ტოლუოლის გვერდითი ჯაჭვის გლორირებით წარმოიქმნება შესა-  
ბამისი მონო-, დი- და ტრიქლორჩანაცვლებული:





ფიზიკური თვისებები. ბენზოლისა და მისი ჰომოლოგების ჰალოგენაწარმები წყალში უხსნადი სითხეებია და მყარი ნივთიერე შედგება. არილჰალოგენიდებს აქვთ „არომატული“ სუნი. ისეთ არილალკილჰალოგენიდებს, რომლებშიაც ბირთვის მიმართ ჰალოგენი იმყოფება  $\alpha$ -მდგომარეობაში, აქვთ გამაღიზიანებელი სუნი. სიმკვრივე 1-ზე მეტი აქვთ. ისინი კარგად იხსნებიან მრავალ ორგანულ გამხსნელში. ბენზოლის რიგის ზოგიერთი ჰალოგენაწარმის დუდილისა და ლობოს ტემპერატურა მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ბენზოლის რიგის ზოგიერთი ჰალოგენაწარმის დუდილისა და ლობოს ტემპერატურა

ცხ. 3

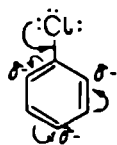
ფორმულა	სახელწოდება	დუდი. ტემპ.	ლ. ლობ.
$\text{C}_6\text{H}_5\text{F}$	ფტორბენზოლი	84,7	-4 1,9
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	ქლორბენზოლი	131,7	-4 5,2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	ბრომბენზოლი	156, 2	-30,6
$\text{C}_6\text{H}_5\text{I}$	იოდბენზოლი	188,5	-31,3
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{Cl}$	ბენზილქლორიდი	179,3	-41,1
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHCl}_2$	ბენზილიდენქლორიდი	205,2	-1 6,4
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CCl}_3$	ბენზოტრიქლორიდი	220,8	-4 8

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ჰომოლოგიურ რიგში დუდილის ტემპერატურის ცვალებადობა ხდება იმ საერთო კანონზომიერებების შესაბამისად, რომელიც დამახასიათებელია სხვადასხვა კლასის ორგანულ ნაერთთა ჰომოლოგიური რიგისათვის. მოცემულ შემთხვევაში მონოარილჰალოგენიდებიდან ყველაზე დაბალი დუდილის ტემპერატურა აქვს ფტორბენზოლს და ყველაზე მაღალი — იოდბენზოლს.

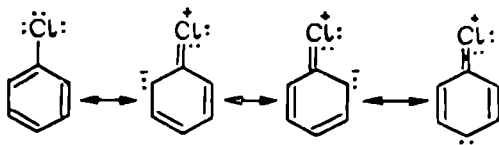
ქიმიური თვისებები. 1. ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები. ალკილჰალოგენიდებთან შედარებით არილჰალოგენიდები ხასიათდებიან დიდად ნაკლები ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციის უნარიანობით. ასე, მაგალითად, ისეთ პირობებში, როგორშიაც ალკილჰალოგენიდები მოქმედებენ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{KCN}$ ,  $\text{AgNO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  და სხვებთან არილჰალოგენიდები არ რეაგირებენ. იმისათვის, რომ არილჰალოგენიდები შევიდეს აღნიშნულ

გენტებთან რეაქციებში, საჭიროა უფრო მკაცრი პირობები. არილ-ჰალოგენიდში ჰალოგენის ინერტულობა ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებისადმი აიხსნება იმით, რომ ჰალოგენის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი გადაწეულია ბირთვის ნახშირბადისაკენ, (რაც აწვევს  $SP^2$  C-ატომის ელექტროუარყოფითობის მომატებას). ეს და ჰალოგენის +M-ეფექტი ამცირებს C-Hal. ბმის პოლარობასა და სიგრძეს. რაც, ცხადია, ხელს უშლის ჰალოგენის ძვრადობას.

ქლორბენზოლის ელექტრონული აგებულება და ზღვრული სტრუქტურები აღიწერება ფორმულებით:

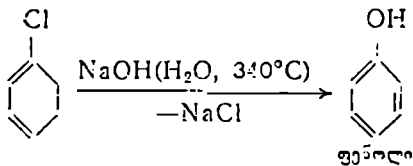


ქლორბენზოლის ელექტრონიული სტრუქტურა



ქლორბენზოლის ზღვრული სტრუქტურები

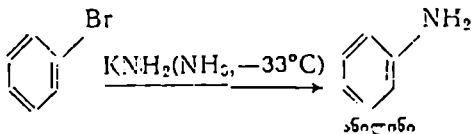
არილჰალოგენიდში, მაგალითად, როგორცაა ქლორბენზოლი და ქლორტოლუოლი ჰალოგენი შეიძლება შეეცვალოს ჰიდროქსილით, თუ მათზე ემოქმედებთ ისეთი ძლიერი ტუტის წყალხსნარით. როგორცაა NaOH და სარეაქციო ნარევეს გავაცხელებთ  $340^{\circ}C$ -მდე:



ფენოლი

ეს არის ფენოლის სამრეწველო მასშტაბით მიღების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რეაქცია.

თხევად ამიაკში ( $-33^{\circ}C$ ) არილჰალოგენიდისა და კალიუმამიდის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება არილამინი:

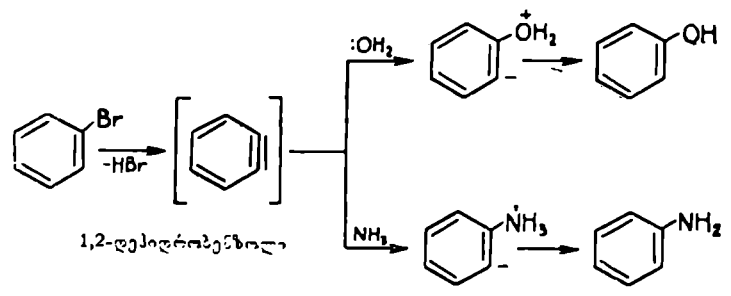


ანილინი

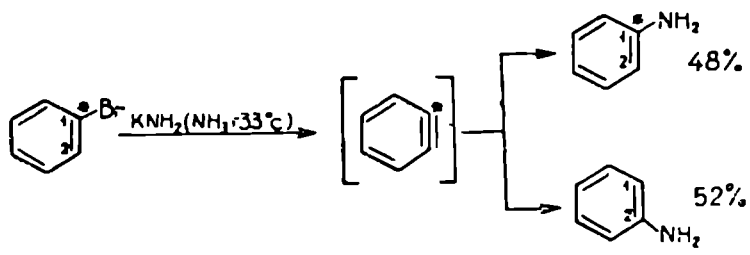
არილჰალოგენიდების ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმი. არილჰალოგენიდების ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია მიმდინარეობს ელიმინირება-შეერთებისა და შეერთება-ელიმინირების პროცესის მიხედვით.



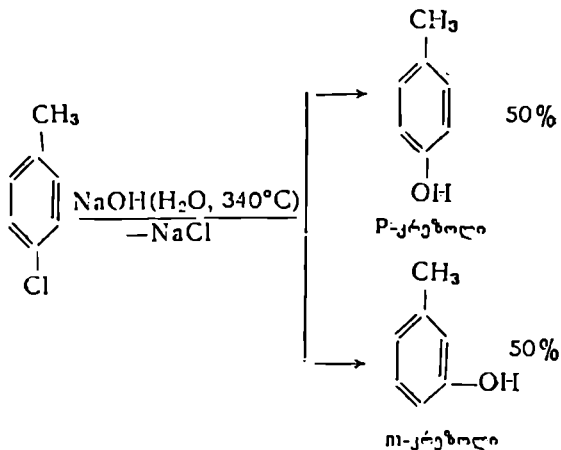
ა) ელიმინირება-შეერთების მექანიზმი. არსებობს მონაცემები, რომლის მიხედვითაც ვარაუდობენ, რომ ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია მიმდინარეობს საფეხურებრივად. პირველ საფეხურზე არილპალოგენიდს ფუძის კატალიზური მოქმედებით მოწყდება პალოგენწყალბადი და წარმოიქმნება ძლიერი რეაქციის უნარის მქონე შუალედური სისტემა — 1,2-დეჰიდრობენზოლი, რომელიც მომენტალურად შედის შეერთების რეაქციაში ნუკლეოფილთან და მიიღება შეერთების შესაბამისი პროდუქტი:



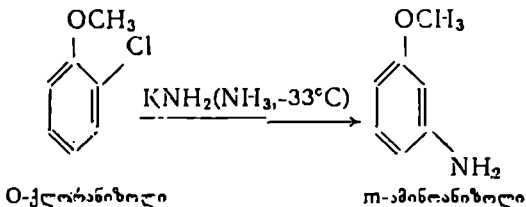
აღნიშნული მოსაზრების დადასტურებას წარმოადგენს ნიშანდებული  $^{14}\text{C}$ -ატომიანი ქლორ-, ბრომ- და იოდბენზოლის ამინირება, რომლის დროსაც თითქმის თანაბარი რაოდენობით წარმოიქმნება ნიშანდებულ 1 და 2 C-ატომთან ჩანაცვლების პროდუქტი. უკანასკნელის წარმოქმნა შეპირობებულია ელიმინირება-შეერთების პროცესით.



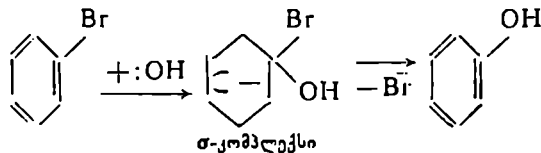
რეაქციის მოცემული მექანიზმის მიხედვით ადვილად შეიძლება წარმოვიდგინოთ, თუ P-ქლორტოლუოლზე ნატრიუმის ტუტის წყალხსნარის მოქმედებით რატომ მიიღება P- და m-კრეზოლის ეკვიმონალეკულური ნარევი და არა მარტო P-კრეზოლი:



საყურადღებოა, რომ O-ქლორანიზოლის ამინირების დროს წარმოიქმნება მხოლოდ m-ამინოანიზოლი:



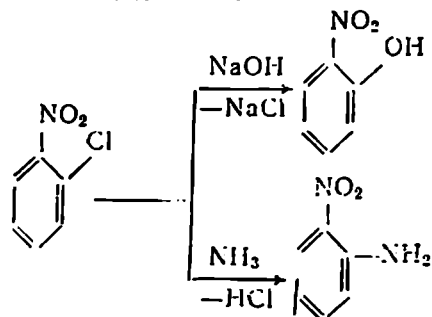
ბ) შეერთება-ელიმინირების მექანიზმი. არილპალოგენიდებზე ნუკლეოფილური რეაგენტის მოქმედების  $S_N2$  რეაქციის დროს მოქმედი ნუკლეოფილი ახალ ბმას წარმოქმნის ძველის გაწყვეტამდე და, როგორც შუალედური პროდუქტი, მიიღება σ-კომპლექსი, რომელიც შემდეგ გარდაიქმნება რეაქციის საბოლოო ნაერთად:



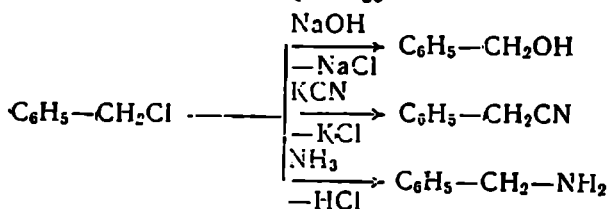
ახალი ბმის წარმოქმნა და ძველი ბმის გაწყვეტა ხდება არასინქრონულად და ამის გამო ეს პროცესი ცნობილია შეერთება-ელიმინირების საბუნდობლოდ.

არილპალოგენიდებთან ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები

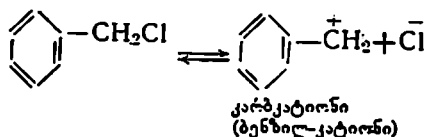
შედარებით ადვილად მიმდინარეობს იმ შეზღვევაში, როცა ჰალოგენის მიმართ O- ან P-მდებარეობაში იმყოფება ისეთი ძლიერი ელექტროაქცეპტორული ჩამნაცვლებლები, როგორაც არის NO<sub>2</sub>, CN, COOH და სხვა. ეს აიხსნება იმით, რომ ელექტროაქცეპტორული ჩამნაცვლების გავლენით იმ C-ატომთან, რომელთანაც უყოფება ჰალოგენი, წარმოიქმნება კარბი დადებითი მუხტა და იგი ადვილად ურთიერთმოქმედებს ნუკლეოფილთან, რასაც თან სდევს ჰალოგენის გამოძევება. მაგალითად, O- და P-ნიტროქლორბენზოლზე NaOH და NH<sub>3</sub> მოქმედებით ქლორი ადვილად იცვლება OH და NH<sub>2</sub>-ით:



3. არილალკილჰალოგენიდების ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები. არილალკილჰალოგენიდებში ჰალოგენი ადვილმოდრავა და ამ რიგის ნაერთები ზოგ შემთხვევაში უფრო ადვილად შედიან ნუკლეოფილურ ჩანაცვლების რეაქციებში, ვიდრე ჰალოგენალკილები. მაგალითად, ბენზილქლორიდი ადვილად ურთიერთმოქმედებს NaOH, KCN, NH<sub>3</sub> და სხვებთან:

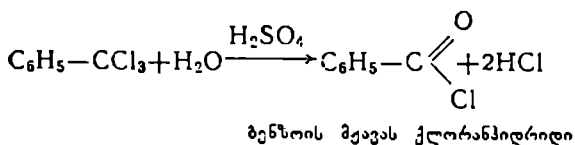
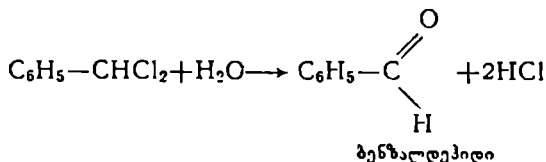


არილალკილჰალოგენიდებში ჰალოგენის ადვილმძვრადობა აიხსნება იმ კარბკატიონის მდგრადობით, რომელიც წარმოიქმნება არილალკილჰალოგენიდიდან ჰალოგენის მოწყვეტის შედეგად:

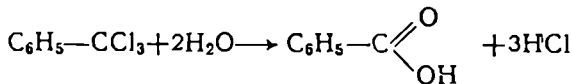


ბენზილ-კატიონი უფრო მეტად მდგრადია, ვიდრე ალკილკატიონები.

როცა გვერდით ჭაჭვეში ერთი და იმავე C-ატომთან იმყოფება ორი და მეტი ჰალოგენის ატომი, მაშინ ნაერთი ხასიათდება მდგრადობით და ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები შედარებით ძნელად მიმდინარეობს. მაგალითად, ბენზილიდენქლორიდის ჰიდროლიზი მოითხოვს გაცხელებას, ხოლო ბენზოტრიქლორიდის ჰიდროლიზისათვის საჭიროა მაღალი ტემპერატურა და გოგირდის მჟავა:

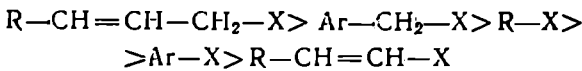


ბენზოტრიქლორიდის ჰიდროლიზი წყლის ჰარბი ოდენობის დროს იძლევა ბენზოის მჟავას:

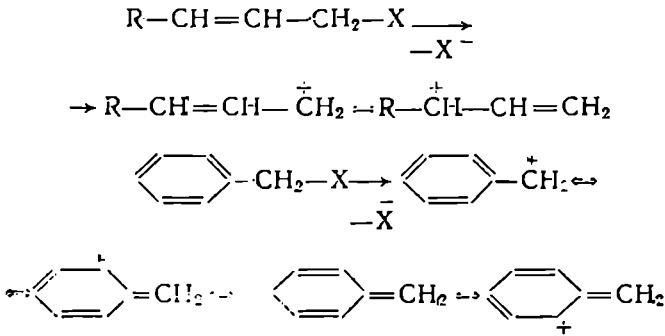


ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციისუნარიანობის მიხედვით ალილ-ბენზილ-და ალკილჰალოგენიდები უფრო აქტიურნი არიან, ვიდრე არილ- და ვინილჰალოგენიდები, რაც განპირობებულია სხვადასხვა ფაქტორებით. ჰალოგენიდის რეაქციისუნარიანობა დამოკიდებულია ჰალოგენის ბუნებაზე. ამასთან დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰალოგენიდში მყოფი რადიკალის აგებულებას. გარდა ამისა, ჰალოგენიდის ქიმიური ბუნება ორგანულ კავშირშია C-Hal ბმის პოლარობასთან.

არილ- და ვინილჰალოგენიდებში C-Hal ბმის სიგრძე და პოლარობა შემცირებულია და ამის გამო ნუკლეოფილური ჩანაცვლებების (OH<sup>-</sup>, NH<sub>2</sub><sup>-</sup>, CN<sup>-</sup> და სხვა) დაჭახება იმ C-ატომთან, რომელთანაც ჰალოგენი იმყოფება, ნაკლებად ეფექტურია, ვიდრე ალილ-, ბენზილ- და ალკილჰალოგენიდების შემთხვევაში. აღნიშნულ ჰალოგენიდებში C-Hal ბმის პოლარობა და სიგრძე კლებულობს შემდეგი რიგის მიხედვით:



C-Hal. ბმის პეტეროლიზი ალილ- და ბენზილქალოგენიდებში გადვილებულია იმითაც, რომ ქალოგენიდის გახლეჩით წარმოქმნილ არბკატონი მეზომერულად სტაბილურია:



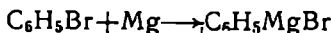
როგორც აღინიშნა, (გვ. 95), ამის საპირისპიროდ არილქალოგენიდებში SP<sup>2</sup> ჰიბრიდიზირებული C-ატომის გადიდებული ელექტროუარყოფითობა და ქალოგენის +M-ეფექტი ამცირებს C-Hal. ბმის პოლარობას. ასევე ითქმის ვინილქალოგენიდის შემთხვევაშიაც.

არილ- და ვინილქალოგენიდების დიბოლური მომენტის მაჩვენებელი სიდიდე ალკილქალოგენიდებთან შედარებით მცირეა. მაგალითად:

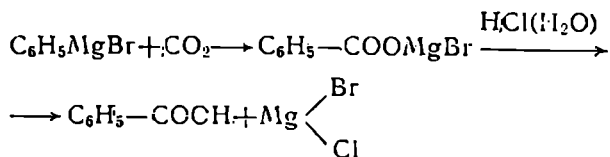
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl—2,0	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br—2,09
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl—1,56	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Br—1,54
CH <sub>2</sub> =CHCl—1,44	CH <sub>2</sub> =CHBr—1,41

ყველაფერი ის, რაც ითქვა, თავის ასახვას პოულობს ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციების მიმდინარეობაში. სახელდობრ, ალილ-, ბენზილ- და ალკილქალოგენიდების ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციათა მექანიზმი განსხვავდება არილ- და ვინილქალოგენიდების ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციათა მექანიზმებისგან (გვ. 96, 97).

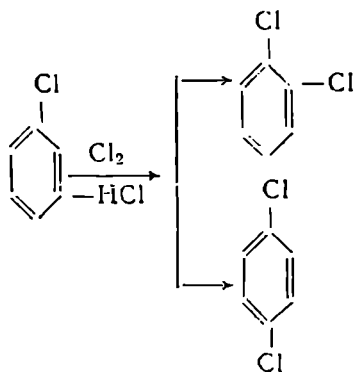
2. არილქალოგენიდები მეტალებთან ურთიერთმოქმედებით, მსგავსად ალკილქალოგენიდებისა, იძლევიან მეტალორგანულ ნაერთებს:



არილპლოგენიდიდან მეტალორგანული ნაერთების წარმოქმნის რეაქცია საშუალებას იძლევა ბირთვის C-ატომთან დაკავშირებულ პლოგენატომი ადვილად შეეცვალოს სხვადასხვა ატომთა ფრაგმენტით. ამის გამო ისინი ფართო გამოყენებას პოულობენ ორგანულ სინთეზში:



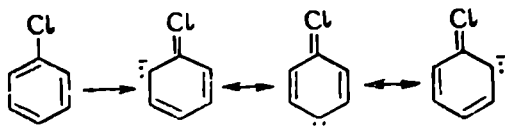
1. არილპლოგენიდების ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. როგორც აღინიშნა, პლოგენები იწვევენ ბირთვის წყალბად-ატომების დეზაქტივაციას (განსაკუთრებით m-მდებარეობაში). მიუხედავად ამისა, არილპლოგენიდები ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში შედიან პლოგენებთან, მანიტრებელ, მასულფირებელ და სხვა რეაგენტებთან. პლოგენი, როგორც პირველი რიგის ჩანაცვლებელი, შემდეგ ჩანაცვლებელს ძირითადად გზავნის O- და P-მდებარეობაში. მაგალითად, ქლორბენზოლის ქლორირებით მიიღება O- და P-დიქლორბენზოლი, რომელშიც ქარბობს P-იზომერი. m-იზომერი წარმოიქმნება უმნიშვნელო ოდენობით:



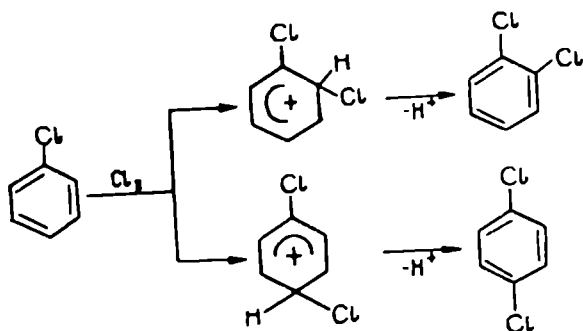
არილპლოგენიდის ბირთვში ჩანაცვლების რეაქციებისადმი ინერტულობა, შედარებით ბენზოლთან აიხსნება პლოგენის —I-ეფექტით, რომელიც იწვევს ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის შემცირებას ბირთვის C-ატომთან.

პლოგენის, როგორც პირველი რიგის, მარიკენტირებლობა შეიძ-

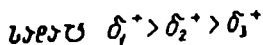
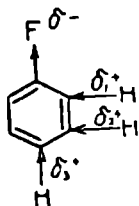
ლება აიხსნას იმით, რომ რეაქციის მომენტში, ჰალოგენის ელექტრონების ხარჯზე, ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე ნაწილობრივ მატულობს O- და P-მდებარეობაში და წარმოიქმნება მეზომერული სტაბილური კარბანიონები:



გარდა ამისა, არილჰალოგენიდთან დიჰალოგენჩანაცვლებულის წარმოქმნა შეიძლება მოხდეს შუალედური  $\sigma$ -კომპლექსის საფეხურის გავლით:



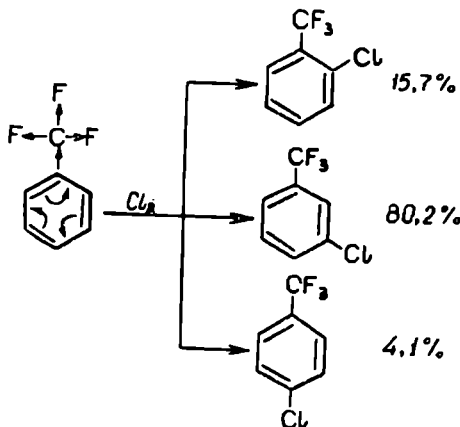
ფტორარენები. ფტორარენები, ფტორის ძლიერი ელექტროფილური ბუნების გამო, არომატულ ჰალოგენნაწარმთა შორის განსაკუთრებული თვისებებით გამოირჩევა. ასე მაგალითად, ფტორის  $-I$  ეფექტი ამცირებს ბენზოლის ბირთვის ელექტრონულ სიმკვრივეს და ამის გამო ბირთვის C—H ბმა იძენს მეაყურ ბუნებას. ამასთან, ფტორის ინდუქციური მოქმედება ბირთვის ნახშირბადატომზე მცირდება ფტორსა და C-ატომს შორის მანძილის ზრდის კვალობაზე:



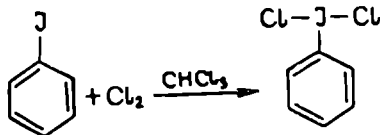
ფტორის —I ეფექტის გავლენა ბენზოლის ბირთვზე თავის ასახვას პოულობს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში. მაგალითად, ფტორბენზოლის ნიტრირების რეაქციის სიჩქარე 8,5-ჯერ ნაკლებია ბენზოლის ნიტრირების რეაქციის სიჩქარესთან შედარებით.

დი-, ტრი- და ა. შ. ფტორბენზოლის ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის სიჩქარე მკვეთრად ეცემა.

ბენზოტრიფტორიდში ტრიფტორმეთილის ( $-\text{CF}_3$ ) ჯგუფი, როგორც ძლიერი ელექტროფილური ჩანაცვლებელი —I ეფექტის მეშვეობით ბენზოლის ბირთვის O- და P-მდებარეობაში ამცირებს ელექტრონულ სიმკვრივეს და ელექტროფილურ ჩანაცვლებელს გზავნის უმთავრესად m-მდებარეობაში:



5. იოდარენების დაუანგვა. იოდბენზოლის ქლოროფორმთან ხსნარზე ქლორის მოქმედებით კარგი გამოსავლიანობით მიიღება ყვითელი ფერის კრისტალური ნივთიერება დიქლორიოოდბენზოლი, სადაც იოდი სამ ვალენტოვანია და სავალენტო გარსზე ნაცვლად 8 ელექტრონისა (ოქტეტი) მოიცავს 10 ელექტრონს (დეცეტი):



დიქლორიოოდბენზოლი

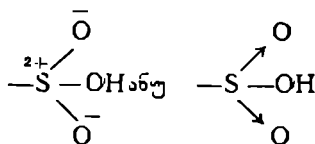
ამის ანალოგიურად ფტორ-, ქლორ- და ბრომბენზოლი ქლორთან არ რეაგირებს.



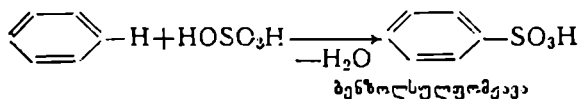


არონატული სულფომჟავები (სულფონმჟავები)

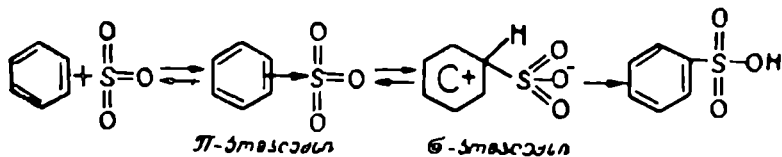
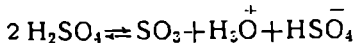
არონატულ სულფომჟავებს უწოდებენ ისეთ ნაერთებს, რომლებიც ბირთვში ან გვერდით ჯაჭვში შეიცავენ სულფოჯგუფს—SO<sub>3</sub>H. სულფოჯგუფი ელექტრონული აგებულების მხრივ ხასიათდება ორი სემიპოლარული ბმით:



მიღების საშუალებანი. 1. არენებისა და მათ მრავალრიცხოვან ნაწარმთა სულფირებას ახორციელებენ 80-100%-იანი გოგირდმჟავათი, მბოლავი გოგირდმჟავათი, აგრეთვე გოგირდის ტრიოქსიდის (SO<sub>3</sub>) მეშვეობით:



ექსპერიმენტული მონაცემებით დადასტურებულია, რომ სულფირების რეაქციის ელექტროფილურ რეაგენტს წარმოადგენს გოგირდის ტრიოქსიდი, რომელიც წარმოიქმნება შემდეგი სქემის მიხედვით:

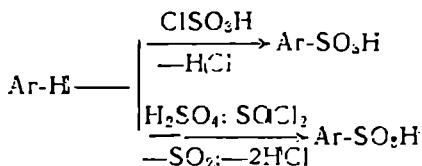


როგორც აღინიშნა, სულფირების რეაქცია არის შექცევადი პროცესი. არონატული ნაერთების სულფირების რეაქცია უფრო ადვილად მიმდინარეობს გოგირდის ტრიოქსიდით, ვიდრე გოგირდმჟავის გამოყენების შემთხვევაში.

სულფირების რეაქციის მექანიზმი ჯერ კიდევ სრულყოფილად შესწავლილი არ არის.

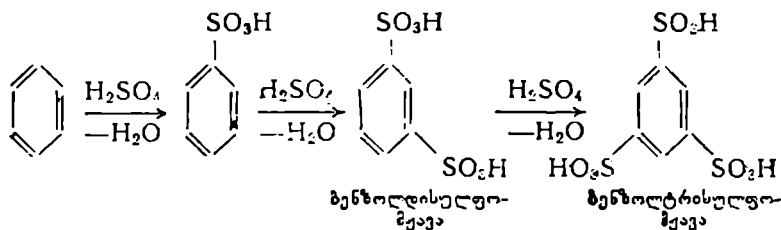
2. არენების სულფირებას აწარმოებენ ქლორსულფომჟავის

(CISO<sub>3</sub>H) და აგრეთვე ქლორთიონილიანი გოგირდმჟავას მეშვეობით:



ან შემთხვევაში სულფომჟავის წარმოქმნის რეაქცია მიჰდინარეობს ოთახის ტემპერატურაზე.

არილ-, დი- და ტრისულფომჟავებს ღებულობენ არენებზე მზოლავი გოგირდმჟავას ან უშუალოდ გოგირდის ტრიოქსიდის მოქმედებით, გაცხელებითა და კატალიზატორების თანაობით:



ბენზოლის ჰომოლოგების სულფირებით მიიღებიან შესაბამისი O- და P-სულფომჟავები.

**ფიზიკური თვისებები.** სულფომჟავები წარმოადგენენ წყალში ხსნად, ჰიგროსკოპულ კრისტალურ ნივთიერებებს. სულფომჟავების მარილებიდან განსაკუთრებით კარგად იხსნებიან წყალში ნატრიუმის მარილები. ამასთან, სულფომჟავების კალციუმის, ბარიუმისა და ტყვიის (II) მარილები კალციუმის, ბარიუმისა და ტყვიის სულფატებთან (CaSO<sub>4</sub>, BaSO<sub>4</sub>, PbSO<sub>4</sub>) შედარებით საკმარისად კარგად იხსნებიან წყალში. ამ თვისებით სარგებლობენ იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა სულფომჟავებისა და გოგირდმჟავის ერთმანეთისაგან იზოლირება. იწ-სპექტრში სულფომჟავების S=O ვალენტური რხევის შთანთქმის ორი მკვეთრი ზოლი შეიმჩნევა — ერთი 1150—1210 სმ<sup>-1</sup> და მეორე 1030—1060 სმ<sup>-1</sup> უბანში.

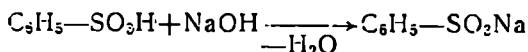
ორგანული ნივთიერების მოლეკულაში სულფოჯგუფის შეყვანა მნიშვნელოვნად ზრდის ნივთიერების წყალში ხსნადობას და ამ გარემოებას ხშირად იყენებენ საღებარების წარმოებასა და საერთოდ ორგანულ სინთეზში.

**ქიმიური თვისებები.** სულფომჟავები გოგირდმჟავის ანალოგი-

ურალ მკვეთრად იხიან ძლიერ მკვეთს. მაგრამ ისინი გოგირდმკვეთასთან შედარებით უფრო სუსტი მკვეთი ბუნებით ხასიათდებიან.

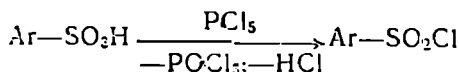
სულფომჟავები მრავალმხრივი ქიმიური გარდაქმნების პროდუქტს იძლევიან. ქიმიური რეაქციები მიმდინარეობს — სულფოჯგუფთან სულფოჯგუფის შეცვლით (ატომთა ფრაგმენტებით) და ბრტყთან:

1. რეაქციები სულფოჯგუფთან: ა). სულფომჟავებზე ტუტეების მოქმედებათ შიილებიან მარილები:



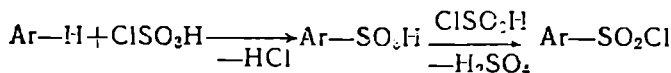
ბენზოლსულფომჟავანატრიუმი

ბ). სულფომჟავებზე ან მათ ნატრიუმის მარილზე ხუთქლორიან- (პენტაქლორიდი) ფოსფორის მოქმედებით წარმოიქმნება სულფოქლორიდები (სულფომჟავაქლორანჰიდრიდი):

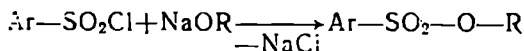


არისულფოქლორიდი

სულფოქლორიდები შეიძლება მივიღოთ არენებზე უშუალოდ ქლორსულფონმჟავის მოქმედებით:

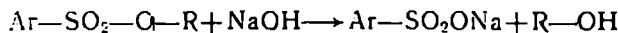


სულფომჟავაქლორანჰიდრიდები კარბონმჟავაქლორანჰიდრიდების მსგავსად შეიძლება გარდაიქმნას შესაბამის ეთერებად, ამიდებად და სხვა:

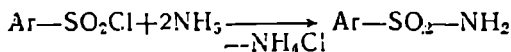


სულფომჟავათერი

სულფომჟავათერებიდან ვხვდებით, როგორც სიტხებებს, ასევე კრისტალურ ნათიერებებს, რომლებიც ტუტეების მოქმედებით გაწიციან ალკოლიზს O—R ბმის გაწყვეტით:



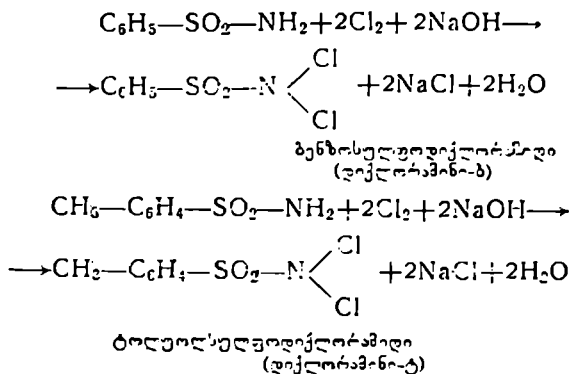
სულფომჟავათერებს იყენებენ, როგორც კარგ მაალკილირებელ საშუალებებს:



არისულფონჰიდი (არისულფამიდი)

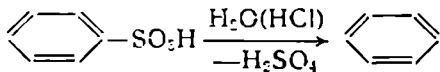
სულფონამიდები არიან უფერული კრისტალური ნივთიერებები, რომლებიც უფრო ნელა ჰიდროლიზდებიან, ვიდრე კარბონმჟავების ამიდები.

სულფონამიდებისა და ქლორის ურთიერთმოქმედებით ტუტე გარემოში ამინოჯგუფის წყალბადატომები იცვლება ქლორის ატომებით და მიიღება დიქლორამიდები ანუ დიქლორამინები:



ქლორამინებს იყენებენ სადეზინფექციო და სადეგაზაციო საშუალებებად.

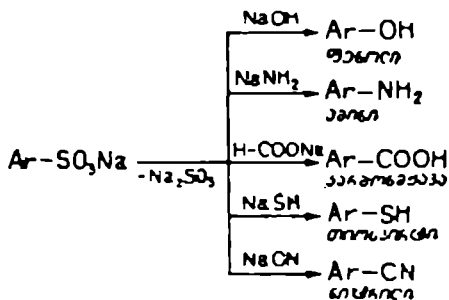
2. რეაქციები სულფოჯგუფის შიგნით. ა) არენსულფომჟავების დესულფირება. როგორც აღინიშნა, სულფირების რეაქცია შექცევადი პროცესია. მაგალითად, ბენზოსულფომჟავის 150-200°C-ზე გაცხელებით განზავებული მარილმჟავის თანაობით წარმოიქმნება ბენზოლი:



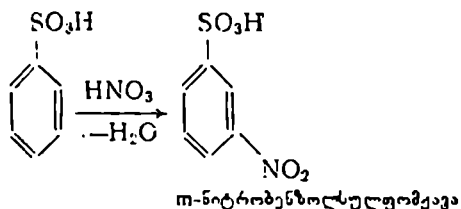
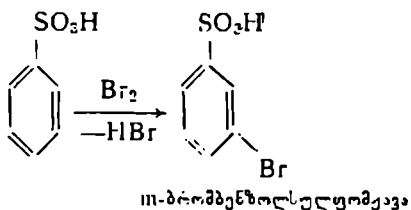
არიან ისეთი არილსულფომჟავები, რომლებიც წყლის ორატლით გამოხდის დროს განიცდიან ჰიდროლიზს.

არილსულფომჟავების ჰიდროლიზს იყენებენ არომატული ნახშირწყალბადების სხვა ჯგუფის ნახშირწყალბადებისაგან იზოლირებისათვის. გარდა ამისა, ამ მეთოდით შეიძლება ერთმანეთს დაეაყილა ზოგიერთი იზომერული არენები.

ბ). ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები. არილსულფომჟავების ტუტე მეტალთა მარილებს შესაბამის ნუკლეოფებთან შუღობით წარმოიქმნებიან ფენოლები, ამინები, კარბონმჟავები, თიოსპირტები, ნიტრილები:



3. რეაქციები ბირთვთან. (ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები). როგორც აღინიშნა, სულფოჯგუფი არის მეორე რიგის ჩანაცვლებელი, ამიტომ შემდეგი ელექტროფილური ჩანაცვლებელი ფუნქციონირებს ადგილს იქერს m-მდებარეობაში:



არილსულფომჟევები დიდ გამოყენებას პოულობენ მრეწველობაში და ორგანულ სინთეზში.

ცალკეული წევრები. ბენზოლსულფომჟევა. ბენზოლსულფომჟევას ღებულობენ ბენზოლზე კონცენტრირებული გოგირდმჟევის მოქმედებით (80°C-ზე). იგი წარმოადგენს წყალში ადვილად ხსნად უფერო, კრისტალურ ნივთიერებას. მას, როგორც კატალიზატორს, იყენებენ ეთერიფიკაციისა და დეჰიდრატაციის პროცესების განხორციელების დროს.

ტოლუოლსულფომჟევები. ტოლუოლისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟევის ურთიერთქმედებით 100°C-ს ქვევით, ძირითადად წარ-

მოიქმნება O-ტოლუოლსულფომჟეა, ხოლო უფრო მაღალტემპერატურაზე მეტწილად მიიღება P-ტოლუოლსულფომჟეა.

O-ტოლუოლსულფომჟეას იყენებენ საქარინის მისაღებად, ხოლო P-იზომერი, მსგავსად ბენზოლსულფომჟეისა, გამოიყენება ეთერფიკაციისა და დეჰიდრატიაციის რეაქციათა კატალიზირებისათვის.

## თ ა ვ ი IX

### არომატული ნიტრონაერთები

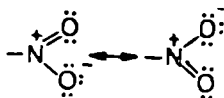
არომატული ნიტრონაერთები არიან ისეთი ორგანული ნივთიერებები, რომლებიც ბირთვში ან გვერდით ჯაჭვში შეიცავენ ნიტროჯგუფს-NO<sub>2</sub>.

როგორც აღინიშნა, არენების ნიტრირებას ახორციელებენ მანიტრირებელი ნარევი (კონცენტრირებული აზოტმჟეისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟეის ნარევი).

გარდა ამისა, ნიტრირებისათვის იყენებენ: მბოლავ აზოტმჟეას (ქარბი ოდენობით), აზოტმჟეისა და ყინულმმარმჟეას ნარევეს, კონცენტრირებული აზოტმჟეისა და აპროტონმჟეების (BF<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>) ნარევესა და სხვა.

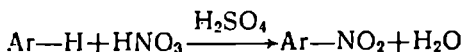
მანიტრებელ აგენტს წარმოადგენს ნიტრონიუმ-კატიონი (NO<sub>2</sub><sup>+</sup>), რომლის მანიტრებელი ნარევიდან წარმოქმნა და ნიტრირების რეაქციის მექანიზმი განვიხილეთ ზემოთ (გვ. 76). ნიტრონიუმ-იონის არსებობა ექსპერიმენტულად დაადასტურა 1925 წელს ა. ჰანჩმა.

ნიტრონიუმ-კატიონის (ნიტრონიუმ-იონი) ელექტრონული აგებულება აღიწერება ზღვრული სტრუქტურებით:



#### I. ნიტრონაერთები: ნიტროჯგუფით ბირთვში

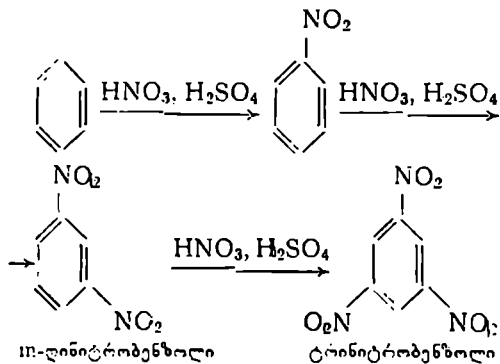
მიღების საშუალებანი. ნიტრონაერთები ნიტროჯგუფით ბირთვში ჩვეულებრივ მიიღებიან არენებისა და მანიტრებელი ნარევის ურთიერთმოქმედებით:



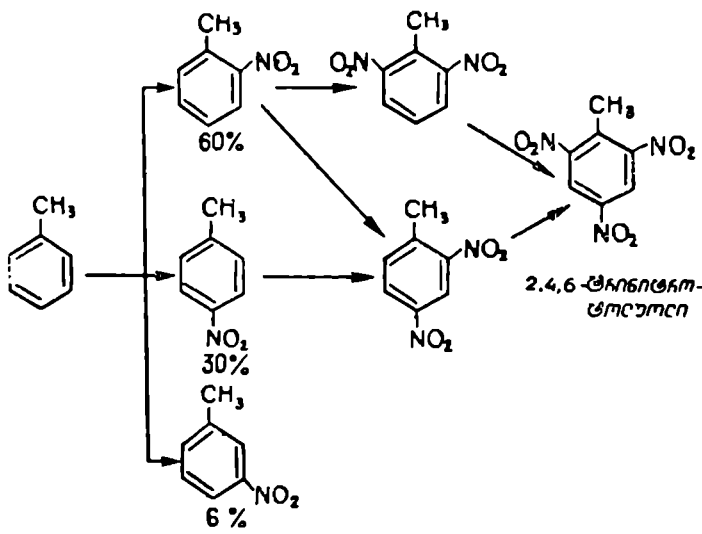
მრეწველობაში ნიტრირების პროცესს ახორციელებენ შეუწყვტლობაში.

ბენზოლზე მანიტრებელი ნარევის მოქმედებით (50-55°C) მიიღება ნიტრობენზოლი, უკანასკნელი შედარებით უფრო მკაცრ პირობებში (95°C) ნიტრირებისას გარდაიქმნება m-დინიტრობენზო-

ლად, ამასთან მცირე რაოდენობით მიიღება აგრეთვე O-დინიტრო-ბენზოლი, ხოლო დინიტრობენზოლიდან ტრინიტრობენზოლის წარმოქმნა ხდება კიდევ უფრო მკაცრ პირობებში. ამისათვის საჭიროა დინიტრობენზოლის, მბოლავი აზოტმქაერისა და მბოლავი გოგირდმქაევას ნარევის ხანგრძლივი გაცხელება:



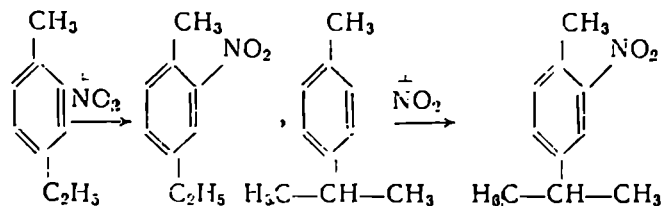
ბენზოლის კომპოლოგები უფრო ადვილად გარდაიქმნებიან ნიტრონაერთებად, ვიდრე ბენზოლი. მაგალითად, ჩვეულებრივ პირობებში ტოლუოლის ნიტრირებისას ჯერ მიიღება O- და P-ნიტროტოლუოლი, რომელთა შემდეგი ნიტრირებით წარმოიქმნება დინიტროტოლუოლები. ისინი კი თავის მხრივ ნიტრირებით იძლევიან 2, 4, 6-ტრინიტროტოლუოლს:





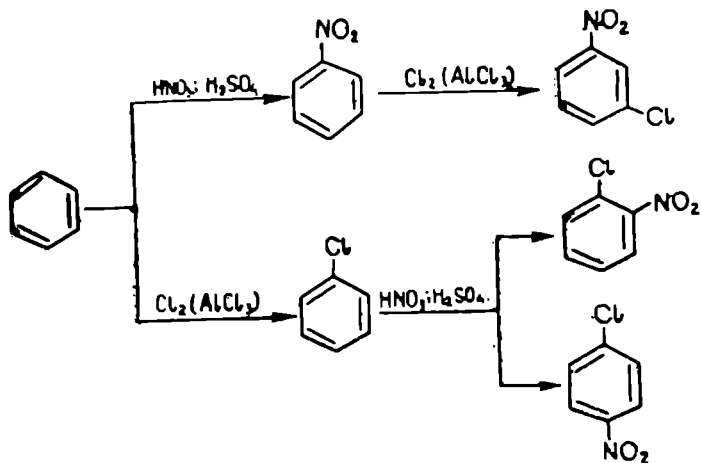
არენების ნიტრირების რეაქცია, განსხვავებით სულფირების რეაქციისაგან, შეუქცევადი პროცესია.

ბენზოლის დიჩანაცვლებულთა ნიტრირების დროს თავს იჩენს სიერცობრივი ეფექტი. მაგალითად, P-ეთილმეთილისა და P-იზოპროპილმეთილბენზოლის ნიტრირების დროს ნიტროჯგუფი ადგას იპერს მცირე მოცულობის მქონე ჯგუფის გვერდით (მოცემულ შემთხვევაში  $\text{CH}_3$ -ის გვერდით):



სიერცობრივი ეფექტის წარმოქმნა მოცემულ შემთხვევაში გამოწვეულია იმით, რომ მეთილის ჯგუფის მოცულობასთან შედარებით უფრო დიდი მოცულობისაა ეთილისა და იზოპროპილის რადიკალი და მათ მიერ უფრო მეტად არის გადაფარული მენობლად მდგომი C-ატომები. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ეთილისა და იზოპროპილის ჯგუფებით გვრანირებულია მათ მეზობლად მდგომი C-ატომები და მოქმედ აგენტს (მოცემულ შემთხვევაში  $\text{NO}_2^+$ ) არსებული ბარიერის გამო არ შეუძლია ბმა დააყაროს ბირთვის იმ C-ატომებთან, რომელთა გვერდით (მეზობლად) ეთილისა და იზოპროპილის ჯგუფები იმყოფებიან.

ბენზოლის ჩანაცვლებულთა ნიტრირების განხორციელებისათვის წინასწარ, სიერცობრივ ეფექტთან ერთად გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ბირთვში არსებული ჩანაცვლებულის მარიენტირებელი გავლენა. მაგალითად, ნიტრობენზოლის ქლორირებით მიიღება m-ქლორნიტრობენზოლი, ხოლო ქლორბენზოლის ნიტრირებით წარმოიქმნება O- და P-ქლორნიტრობენზოლის ნარევი. აქედან გამომდინარე, თუ გვინდა, რომ ბენზოლიდან მივიღოთ m-იზომერი (m-ქლორნიტრობენზოლი), ბენზოლის ქლორირების წინ უნდა მოვახდინოთ ბენზოლის ნიტრირება და შემდეგ ნიტრირებული ბენზოლის ქლორირება. ხოლო O- და P-ქლორნიტრობენზოლის მიღებისათვის ჯერ უნდა განვახორციელოთ ბენზოლის ქლორირება და შემდეგ მიღებული ქლორბენზოლის ნიტრირება:



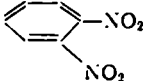
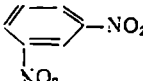
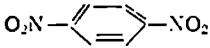
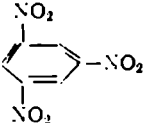
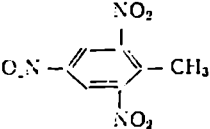
ფიზიკური თვისებები. ნიტროარენები (არმატული ნიტრონაერთები) გამოხატვის გარდა წარმოადგენენ უვიღელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებებს. ბევრი მათგანი გახურების დროს აფეთქებით იშლება.

ზოგერთი ნიტრონაერთის ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

ზოგიერთი ნიტრონაერთის ფიზიკური თვისებები

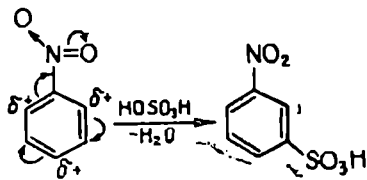
სახელწოდება	ფორმულა	ლ.ჯ. ტემპ.	ლ.ჯ. ტემპ.
ნიტრობენზოლი	<chem>O=[N+]([O-])c1ccccc1</chem>	210,9	5,7
o-ნიტროტოლუოლი	<chem>O=[N+]([O-])c1cccc(C)c1</chem>	222	—3,2
m-ნიტროტოლუოლი	<chem>O=[N+]([O-])c1cccc(C)c1</chem>	232	16
p-ნიტროტოლუოლი	<chem>O=[N+]([O-])c1ccc(C)cc1</chem>	238	52

სახელწოდება	ფორმულა	მ.წ.ტემპ.	დ.წ.ტემპ.
O-დინიტრობენზოლი		319	118
m-დინიტრობენზოლი		308	90
p-დინიტრობენზოლი		299	174
1,3,5-ტრინიტრობენზოლი		—	122
2,4,6-ტრინიტროტოლუოლი		—	80

ქიმიური თვისებები. ნიტროარენების ქიმიური თვისებები განპირობებულია ნიტროჯგუფით, ბენზოლის ბირთვითა და მათა (ბენზოლის ბირთვისა და ნიტროჯგუფის) ურთიერთგავლენით.

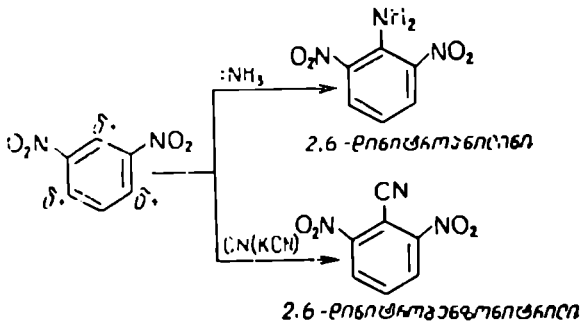
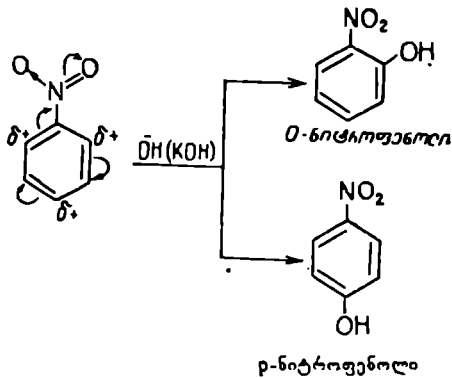
როგორც აღინიშნა, ნიტროჯგუფი წარმოადგენს ერო-ერთ ძლიერ ელექტროაქცეპტორულ ჩამნაცვლებელს. იგი იწვევს არენ-ის ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონების გადანაცვლებას. ნიტროჯგუფი O- და P-მდებარეობაში საგრძნობლად ამცირებს ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს. მცირდება ბირთვის C-ატომსა და ნიტროჯგუფის N-ატომს (C—N) შორის მანძილი ნიტროალკანებთან შედარებით. ამასთან მატულობს დიპოლური მომენტის სიდიდე ნიტროარენებში, ნიტროალკანებთან შედარებით. მაგალითად, ნიტრობენზოლსა და ნიტრომეთანში C—N ბმის სიგრძე უდრის, შესაბამისად, 1,40Å და 1,46Å. დიპოლური მომენტი, შესაბამისად 4,22 და 3,54-ია.

1. როგორც ითქვა, ნიტროარენებზე ელექტროფილური ჩამნაცვლებლების ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_3\text{H}$  და სხვა) მოქმედებით ძირითადად წარმოიქმნება შესაბამისი m-იზომერი:

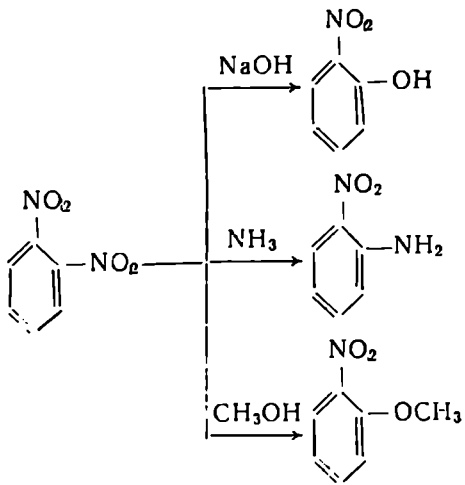


მ-ნიტრობენზოლსულფოჰმეა

2. ნუკლეოფილური ჩამნაცვლებები, რომლებსაც აქვთ თავისუფალი ელექტრონული მუხტი ან გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი, მაგალითად,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $:\text{NH}_3$  და სხვა ნიტროარენის ბირთვის ეჯახებიან იქ, სადაც ელექტრონული დეფიციტია (O- და P-მდებარეობაში), წარმოქმნიან შესაბამის ნუკლეოფილური ჩანაცვლების პროდუქტებს:

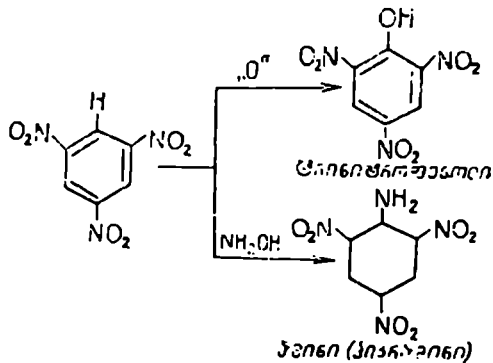


თუ ორი ნიტროჯგუფი ერთმანეთის მიმართ იმყოფება O- ან P-მდებარეობაში, მაშინ ერთ-ერთი ნიტროჯგუფი შეიძლება შეიცვალოს OH, NH<sub>2</sub> და OCH<sub>3</sub> ჯგუფით:

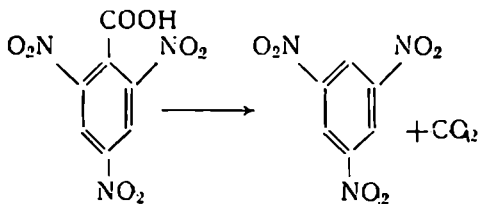


აღინიშნა, რომ O- და P-ნიტროქლორბენზოლში ნიტროჯგუფის გავლენით ჰალოგენი ადვილმოდრავი ხდება და იგი ადვილად იცვლება OH, NH<sub>2</sub> და სხვა ნუკლეოფილური ჩამნაცვლებლებით (გვ. 93).

1,3,5-ტრინიტრობენზოლში ნიტროჯგუფების გავლენით H-ატომები ადვილძვრადი ხდებიან. მაგალითად, 1,3,5-ტრინიტრობენზოლი ადვილად იუანგება და მიიღება ტრინიტროფენოლი, ხოლო ჰიდროქსილამინთან იძლევა ამინს:

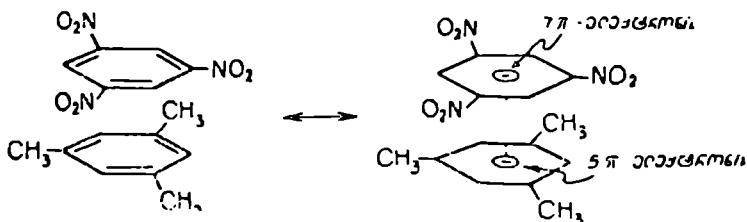


3. ტრინიტრობენზოის მეყავას მოლეკულაში ნიტროჯგუფების გაე-  
ლენით ადვილქრადი ხდება კარბოქსილის ჯგუფი. მაგალითად, ტრი-  
ნიტრობენზოის მეყავას წყალთან დუღილით ადგილი აქვს დეკარბოქ-  
სალირებას და წარმოიქმნება ტრინიტრობენზოლი.



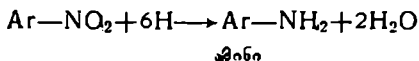
4. საერთოდ, ნიტრონაერთების და, განსაკუთრებით, პოლინიტ-  
რონაერთების დამახასიათებელი თვისებაა არომატულ ნახშირწყალბა-  
დებთან (განსაკუთრებით ისეთ არომატულ ნახშირწყალბადებთან,  
რომლებიც შეიცავენ ალკილის ჯგუფებს) მეტ-ნაკლები მდგრადი  $\pi$ -  
კომპლექსების წარმოქმნა. ასეთი კომპლექსების წარმოქმნისადმი  
ღაუ მიდრეკილებას ამჟღავნებს ტრინიტროფენოლი (პიკრინმეყავა),  
რომელიც არომატულ ნახშირწყალბადებთან წარმოქმნის მყარ ნივ-  
თაურებებს, რომლებიც კარგად კრისტალდებიან. არომატულ ნახშირ-  
წყალბადებთან ანალოგიურ კომპლექსებს იძლევა ტრინიტრობენზო-  
ლი, რაც იმაზე მიგვანიშნებს, რომ კომპლექსების წარმოქმნაში უფ-  
რო დადი მნიშვნელობა აქვს ნიტროჯგუფებს, ვიდრე ჰიდროქსილს.  
ასეთ კომპლექსებში ბმა წარმოქმნილია ელექტრონებით მდიდარი  
და ლარიბი მოლეკულების ერთმანეთთან მიზიდვის ძალით. ასეთ  
კომპლექსები აღიწერება რეზონანსული მეთოდით. ამ ტიპის კომ-  
პლექსებში ადგილი აქვს დონორ-მოლეკულიდან აქცეპტორ-მოლეკუ-  
ლაზე ელექტრონების გადატანას და ამის გამო მათ უწოდებენ მუხ-  
ტის გადატანით კომპლექსებს. უკანასკნელში არომატული ბირთვები  
განლაგებული არიან პარალელურ სიბრტყეებში.

1,3,5-ტრინიტრობენზოლისა (აქცეპტორი) და 1,3,5-ტრიმეთილ-  
ბენზოლის (დონორი) შორის მუხტის გადატანით კომპლექსს გამოსახა-  
ვენ შემდეგნაირად:

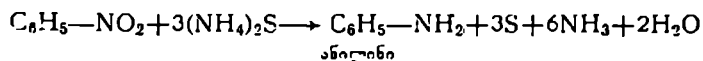


მუხტის გადატანითი კომპლექსები ინტენსიურად შეფერილ ნაერთებს წარმოადგენენ. ისინი ბევრ შემთხვევაში გამოყენებული არიან არომატული ნახშირწყალბადების გამოყოფის, გასუფთავებისა და იდენტიფიკაციისათვის.

5. ნიტროარენების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებას წარმოადგენს მათი ამინებად აღდგენა:

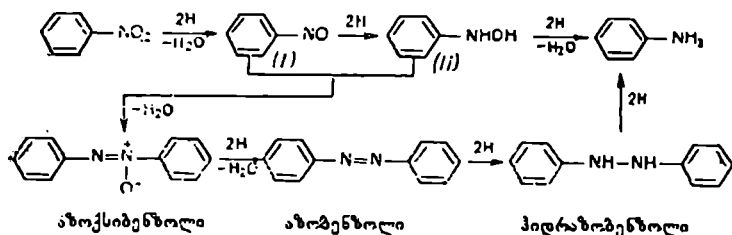


ნიტრობენზოლის ანილინად აღდგენა ამონიუმის სულფიდის მეშვეობით პირველად 1842 წელს განახორციელა ყაზანში ნ. ნ. ზინინმა (ზინინის რეაქცია):



არომატული ნიტრონაერთების აღდგენა დიდადაა დამოკიდებული გარემოსა და აღმდგენლის ბუნებაზე. მაგალითად, ნიტრობენზოლის მკავე გარემოში რკინით ან კალით აღდგენის დროს შუალედური პროდუქტების ნიტროზობენზოლის (I) და ფენილჰიდროქსილამინის (II) წარმოქმნის საფეხურის გავლით მიიღება ანილინი (ამ შემთხვევაში არ ხერხდება წარმოქმნილი შუალედური პროდუქტების იზოლირება).

ტუტე გარემოშიც (NaOH) თუთიის გამოყენებით ნიტრობენზოლი თავდაპირველად გარდაიქმნება ნიტროზობენზოლად და ფენილჰიდროქსილამინად, რომლებიც ერთმანეთთან კონდენსაციით წარმოქმნიან აზოქსიბენზოლს. აზოქსიბენზოლი აღდგენით გადადის აზობენზოლში, უკანასკნელი აღდგება ჰიდრაზობენზოლად, რომლის ჰიდრირებით მიიღება ანილინი.



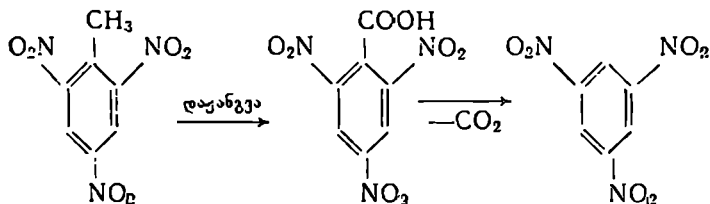
ნიტრობენზოლის მსუბუქ პირობებში აღდგენისას შეიძლება პროცესი შევაჩეროთ სასურველ სტადიაზე და გამოვყოთ შუალედური პროდუქტები.

ცალკეული წევრები. ნიტრობენზოლი. ნიტრობენზოლი პირველად ბენზოლისა და აზოტმეჯავას ურთიერთმოქმედებით სინთეზირებულ იქნა 1837 წელს ე. მიტჩერლის მიერ, ხოლო მისი სამრეწველო მასშტაბით მიღება განახორციელეს 10 წლის შემდეგ, 1847 წელს. ნიტრობენზოლს ჩვეულებრივ ღებულობენ ბენზოლზე მანიტრებელი ნარევის მოქმედებით. ნიტრობენზოლი არის მწარე ნუშის სუნის მქონე სითხე, რომელიც წყალში არ იხსნება. იგი ტოქსიკური ნივთიერებაა. ნასთან მუშაობა მოითხოვს უსაფრთხოების წესების მკაცრ დაცვას.

ნიტრობენზოლიდან დიდი რაოდენობით ღებულობენ ანილინს, ბენზიდილს და ზოგიერთ სხვა ფრიალ მნიშვნელოვან ორგანულ ნივთიერებას. გარდა ამისა, იგი გამოყენებულია როგორც დამყანგავი და გამხსნელი.

1,3-დინიტრობენზოლი. 1,3-დინიტრობენზოლი მიიღება ბენზოლზე მბოლავი აზოტმეჯავასა და კონცენტრირებული გოგირდმეჯავას ნარევის მოქმედებით ნიტრობენზოლის წარმოქმნის სტადიის გავლით. იგი წარმოადგენს ყვითელი ფერის მყარ ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $90^{\circ}\text{C}$ -ზე. 1,3-დინიტრობენზოლის აღდგენით მიიღება 1,3-დიამინობენზოლი, რომელიც გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში.

1,3,5-ტრინიტრობენზოლი. 1,3,5-ტრინიტრობენზოლი ნივთიერე გამოსავლიანობით მიიღება 1,3-დინიტრობენზოლზე მბოლავი აზოტმეჯავასა და გოგირდმეჯავას მოქმედებით. შედარებით მეტი გამოსავლიანობით იგი მიიღება 2,4,6-ტრინიტროტოლუოლიდან. უკანასკნელს ჯერ ეანგავენ და გადაყავთ 2,4,6-ტრინიტრობენზოლის მეჯავაში, რომლის დეკარბოქსილირებით წარმოიქმნება 1,3,5-ტრინიტრობენზოლი:



1,3,5-ტრინიტრობენზოლი არის ყვითელი ფერის მყარი ნივთიერება, რომელიც წარმოადგენს საუკეთესო ბრიზანტულ ფეთქებად ნივთიერებას. მისი ასეთი თვისების გამო მეორე მსოფლიო ომის პერიოდში მრავალი ქვეყნის ქიმიკოსები ინტენსიურ გამოკვლევებს აწარმოებდნენ იმისათვის, რომ შეემუშაებინათ 1,3,5-ტრინიტრო-



ბენზოლის მიღების რენტაბელური მეთოდი, რაც ვერ განხორციელდა.

2,4,6-ტრინიტროტოლუოლი (ტნტ, ტროტილი, ტოლი). 2,4,6-ტრინიტროტოლუოლი მიიღება ტოლუოლზე მბოლავი აზოტმეავისა და ოლეუმის ნარევის მოქმედებით.

იმის გამო, რომ მეთილის ჯგუფი აადვილებს ბენზოლის ბირთვში ელექტროფილურ ჩანაცვლებას, ტოლუოლის ნიტრირება მიმდინარეობს გაცილებით უფრო სწრაფად, ვიდრე ბენზოლიდან ტრანს-რობენზოლის წარმოქმნის რეაქცია.

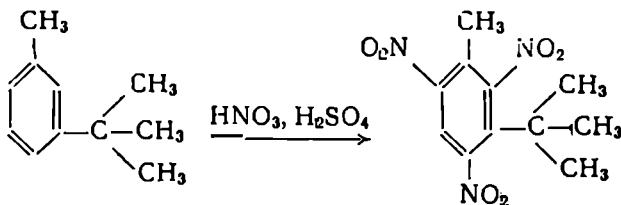
ტროტილი წარმოადგენს ყვითელი ფერის მყარ ნივთიერებას, რომელიც ხასიათდება ბრიზანტული ფეთქებადი თვისებებით. იგი ფეთქდება დეტონაციით. ტროტილი გამოყენებულია ნაღმების დასაზიანებლად და ნგრევეთი ხასიათის სამუშაოთა წარმოებისათვის.

ამასთან მას იყენებენ სხვა ფეთქებად ნივთიერებათა ფეთქვის ძალის საზომად—ეტალონად. მაგალითად, ბირთვული და თერმობირთვული ყუმბარის აფეთქების ძალას უფარდებენ ტროტილის ფეთქვის ძალას.

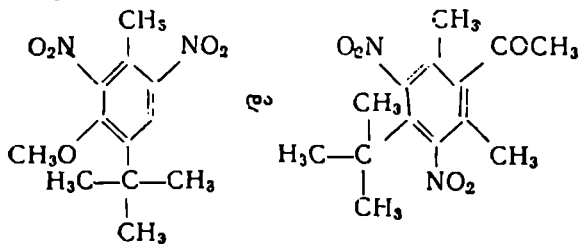
უცხოურ ლიტერატურაში ვხვდებით ცნობებს იმის შესახებ, რომ გამოცადეს თერმობირთვული ყუმბარა, რომელიც ეკვივალენტურია რამდენიმე ათეული მეგატონა (1 მეგატონა—1000 000 ტ) ტროტილის.

თერმობირთვული იარაღის უზარმაზარი დამანგრეველი ძალის შესახებ წარმოდგენას იძლევა ის, რომ მეორე მსოფლიო ომის მიმდინარეობის პერიოდში სულ საავიაციო ყუმბარები ჩამოყრილ იქნა დაახლოებით 3 მილიონი ტონა ტროტილის აფეთქების ძალის ეკვივალენტის რაოდენობით.

m-მესამეული-ბუტილტოლუოლის ტრინიტრონაერთაზღე ნიტრირების დროს მიიღება „ხელოვნური მუშკი“, რომელსაც აქვს ბუნებრივი მუშკის სუნი:



გარდა აღნიშნულისა, ხელოვნურ მუშეებს მიეკუთვნება:

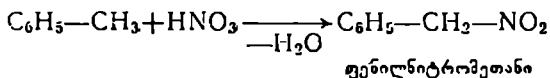


ხელოვნური მუშეები გამოყენებულია პარტიუმერიაში, როგორც სურნელოვანი ნივთიერებები და სუნის ფიქსატორები.

## II. ნიტრონაერთები ნიტროჯგუფით გვარდით ჯაფავში

შილდების საშუალებანი. ნიტრონაერთები ნიტროჯგუფით გვერდით ჯაჭვში მიიღებიან ისეთი მეთოდებით, რომლითაც ღებულობენ ალიფატურ ნიტრონაერთებს.

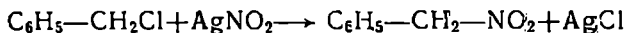
1. ტოლუოლზე განზავებული აზოტმეჯავას მოქმედებით 100-150°C-ზე მიიღება ფენილნიტრომეთანი (მ. კონოვალოვი):



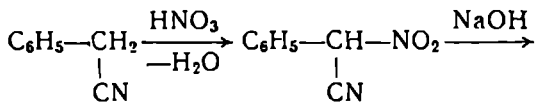
რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმის მიხედვით. ბირთვში ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქცია ამ პარობებში დატარგუნვილია განზავებული აზოტმეჯავათი.

ა. ტიტოვმა მანიტრირებელ რეაგენტად გამოიყენა აზოტის დიოქსიდი.

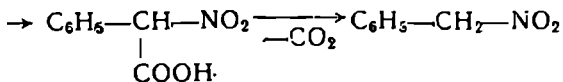
2. მიიღებიან არილაკილჰალოგენიდებზე ვერცხლის ან ნატრიუმის ნიტრიტის მოქმედებით:



ფენილნიტრომეთანს, ჩვეულებრივ, ღებულობენ შემდეგა მეთოდით: პირველად ახდენენ ბენზილნიტრილის ნიტრირებას, შემდეგ აწარმოებენ ნიტრირებულ ნაერთის ჰიდროლიზსა და დეკარბოქსილირებას:

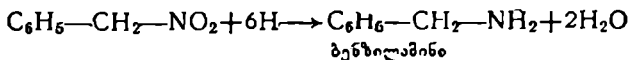


ბენზილნიტრილი



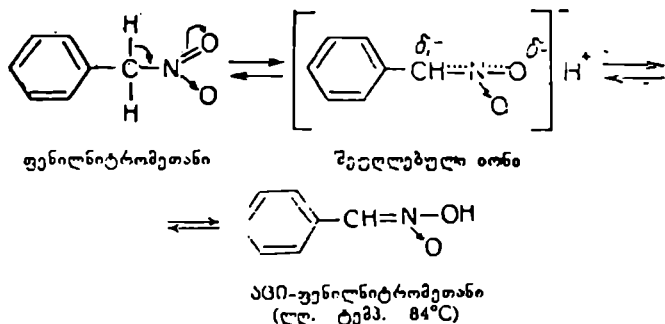
**ფიზიკური თვისებები.** ამ ჯგუფის ნიტრონაერთებიდან ზოგი სითხეა და ზოგი მყარი. ისინი წყალში ცუდად იხსნებიან.

**ქიმიური თვისებები.** 1. ამ რიგის ნიტრონაერთების აღდგენით მიიღებიან შესაბამისი ამინები:

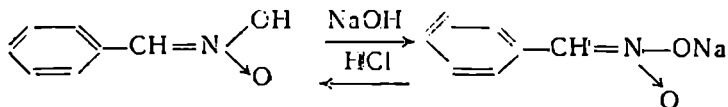


2. ნიტრონაერთები ნიტროჯგუფით გვერდით ჯაჭვში ჩანაცვლების რეაქციებში შედიან ბირთვის მიხედვით. ნიტრომეთილის ჯგუფს ახასიათებს შერეული მაროცენტრიკული ბუნება. მაგალითად, ფენილ-ნიტრომეთანის ნიტრიკებისას მიიღება o-, m- და p-ნიტრონაერთები. აქედან m-იზომერი 48%-ს შეადგენს. თუ ნიტროჯგუფი დაშორებულია ბირთვიდან 2C-ატომით, მაშინ უმთავრესად მიიღება O- და P-იზომერი. ხოლო m-იზომერი — დაახლოებით 13%-ის ოდენობით.

ფენილნიტრომეთანი წარმოადგენს სითხეს, რომელიც დულს 225-227°C-ზე. იგი არის ტიპური ტაუტომერული ნაერთი. ფენილ-ნიტრომეთანსა და მის აცი-ფორმას შორის მყარდება წონასწორობა შეუღლებული იონის სტადიის გავლით:



აცი-ფენილნიტრომეთანი ადვილად შეიძლება გამოვეყნოთ ფენილ-ნიტრომეთანისაგან. აცი-ფენილნიტრომეთანი არის ძლიერი მჟავა, რომელიც ტუტე გარემოში იძლევა ნეიტრალურ მარილს. იგი მჟავას მოქმედებით ისევ გადადის აცი-ფორმაში:



აცო-ფენილნიტრომეთანი არის ყვითელი ფერის კრისტალური ნივთიერება, რომელიც დაყოვნებით კვლავ გადადის თხევად ფენილნიტრომეთანის ფორმაში.

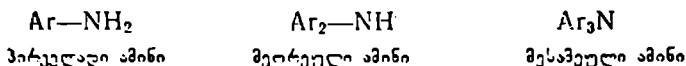
აღნიშნული რეაქციით განსხვავდებიან ამ რიგის ნიტრონაერთები ისეთი ნიტრონაერთებისაგან, სადაც ნიტროჯგუფი იმყოფება ბირთვში. ალიფატური პირველადი და მეორეული ნიტრონაერთებიც იძლევიან აცო ფორმებს, მაგრამ მათი გამოყოფა ძნელია.

### თ ა ვ ი X არომატული ამინები

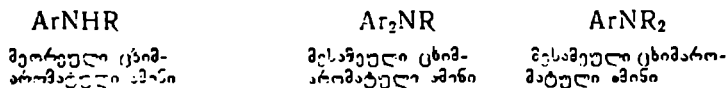
არომატული ამინები ისე, როგორც ალიფატური ამინები, წარმოადგენენ ამიაკის ნაწარმებს. მოლეკულაში ამინოჯგუფის მდებარეობის მიხედვით არჩევენ ამინებს ამინოჯგუფით ბირთვში და ამინებს ამინოჯგუფით გვერდით ქაჭვში.

#### 1. ამინები ამინოჯგუფით ბირთვში

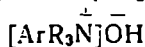
ამ რიგის ამინები, ისე, როგორც ალიფატური ამინები, არიან პირველადი, მეორეული და მესამეული:



გარდა აღნიშნული წმინდა არომატული მეორეული და მესამეული ამინებისა, არსებობს შესაბამისი ცხიმოვანარომატული ამინები:



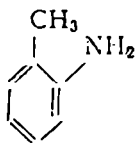
არსებობს ისეთი არომატული ამინები, რომლებიც შეიძლება განვიხილოთ როგორც ამონიუმის ჰიდროქსიდის ოთხჩანაცვლებული:



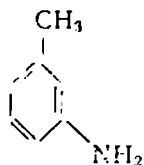
პირველადი ამინების უმარტავესი წარმომადგენელია  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2$  ფენილამინი ანუ ანილინი. სახელწოდება ანილინი ტრევიალურია.

იგი პირველად ო. უნფერდორბენის მიერ 1826 წელს მიღებულ იქნა საღებარ ინდიგოს გამოხდით. ინდიგოს ესპანურად ეწოდება anil და აქედან წარმოიშვა სახელწოდება ანილინი.

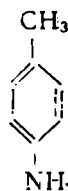
პირველადი ამინების მეორე წევრია— $\text{CH}_3\text{—C}_6\text{H}_4\text{—NH}_2$  ამინო-ტოლუოლი ანუ ტოლუილინი. უკანასკნელი, როგორც ბენზოლის და-წინააღმდეგელებული არსებობს O-, m- და P-იზომერის სახით:



O-ტოლუილინი



m-ტოლუილინი



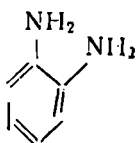
P-ტოლუილინი

მეორეული და მესამეული წმინდა არომატული ამინების მარტო-ვი წევრებია  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ -დიფენილამინი და  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{N}$ -ტრიფენილ-ამინი.

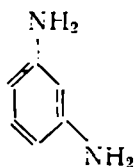
ციხმარომატული მეორეული და მესამეული ამინების პირველი წევრებია  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—NH—CH}_3$ -მეთილდენილამინი,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—N}$   $\begin{cases} \text{CH}_3 \\ \text{-დიმე-} \\ \text{CH}_3 \end{cases}$

თილდენილამინი და  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{N—CH}_3$ -მეთილდიფენილამინი.

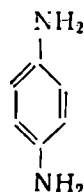
ბენზოლის ბირთვში ორი H-ატომის ამინოჯგუფების შეცვლის შემთხვევაში მიიღება დიამინი, რომელიც არსებობს O-, m- და P-იზომერის სახით:



O-ფენილენდიამინი

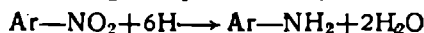


m-ფენილენდიამინი



P-ფენილენდიამინი

მიღების საშუალებანი. 1. პირველადი არომატული ამინები მიიღებიან არომატული ნიტრონაერთების აღდგენით:

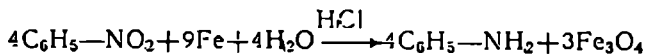


ნიტრონაერთების აღდგენელად იყენებენ რკინასა და მარილ-მეფას (მარილმეფა შეიძლება შეეცვალოს გოგირდმეფათი), ამონიუმის სულფიდს, კატალიზატორით აღგზნებულ წყალბადსა და სხვა

აღმდგენელ ნივთიერებებს, როგორც აღინიშნა (გვ. 113), ნიტრონაერთების აღდგენა ამონიუმის სულფიდით პირველად განახორციელა ნ. ნ. ზინინმა 1842 წელს.

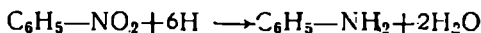
ზინინის რეაქციამ უაღრესად დიდი როლი ითამაშა ანილინის საღებარებისა და მედიკამენტების წარმოების საქმეში. ზინინის რეაქციამ დასაბამი მისცა ანილინისა და ზოგიერთი სხვა მნიშვნელოვანი ამინის სამრეწველო მასშტაბით მიღების მეთოდების შემუშავებას.

სამრეწველო მასშტაბით, ანილინს ლებულობენ ნიტრობენზოლის აღდგენით რკინის ბურბუშელასა და მარილმჟავას გარემოში:

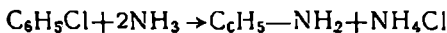


მარილმჟავა მონაწილეობას ლებულობს რეაქციის პროცესის დასაწყისში. მარილმჟავასა და რკინის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება რკინის II ქლორიდი, რომელიც ნიტრობენზოლის აღდგენის პროცესში მოქმედებს, როგორც კატალიზატორი. ამის გამოა, რომ მარილმჟავას რაოდენობის მხოლოდ 1/40 ნაწილია საჭირო სტეჟი-ოპერტულ რაოდენობასთან შედარებით.

გარდა ამისა, მრეწველობაში ანილინს ლებულობენ ნიტრობენზოლის კატალიზური აღდგენით:

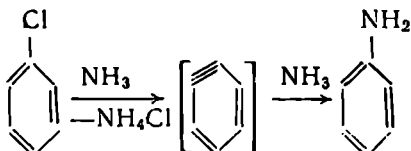


2. არომატული ამინები მიიღებიან არილქალოგენიდებზე ამიაკის მოქმედებით (ა. ენგელგარტი, პ. ლაჩინოვი, 1870 წ.):

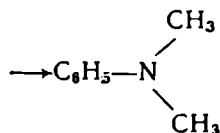
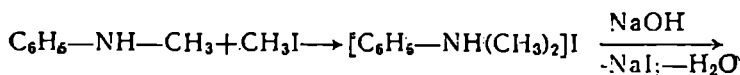
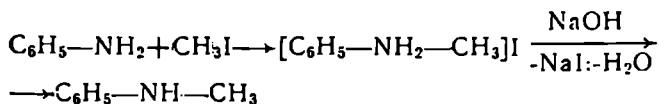
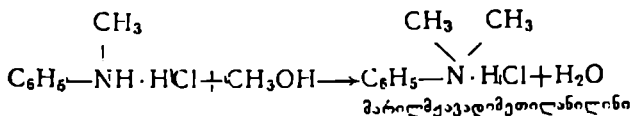
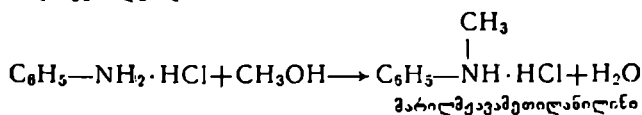


იმის გამო, რომ არილქალოგენიდში ქალოგენი ძნელადმოძრავია, რეაქციას ატარებენ გაცხელებით, მაღალ წნევაზე სპილენძის ან მისი ნერთების, როგორც კატალიზატორის თანაობით. მოცემულ შემთხვევაში ანილინი მიიღება საკმაო დიდი გამოსავლიანობით (90%).

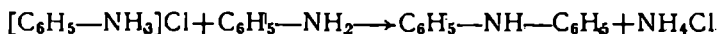
რეაქციის საწყის ფაზაში ადგილი აქვს ქლორბენზოლის დეჰიდროქალოგენირებით დეჰიდრობენზოლის წარმოქმნას, რომელიც იერთებს ამიაკს და მიიღება ანილინი:



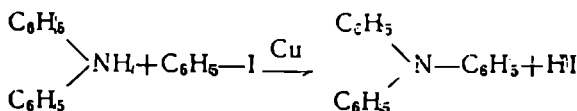
3. მეორეული ცხიმარომატული ამინები შიილებიან პირველადი ამინების ალკილირებით, ხოლო მესამეული მეორეულის ალკილირებით. მაალკილირებელ რეაგენტად ძირითადად იყენებენ სპირტს ან პალოგენალკილს:



4. წმინდა არომატული მეორეული ამინები შიილებიან პირველადი ამინებისა და მათი მარილების ნარევის გაცხელებით:



ამ რიგის მესამეული ამინები შიილებიან მეორეულ ამინებზე იოდბენზოლის ან ბრომბენზოლის მოქმედებით მშრალი პოტაშისა და სპილენძის ფხვნილის თანაობით (ულმანის რეაქცია):

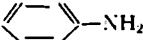
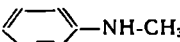
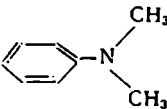
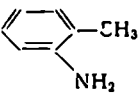
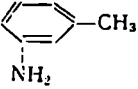
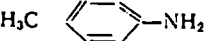
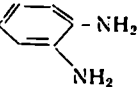
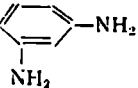
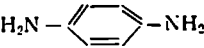
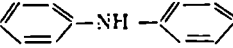
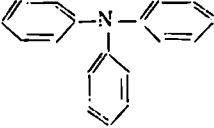


**ფიზიკური თვისებები.** არომატული ამინები არიან, როგორც სითხეები, ასევე მყარი, არასასიამოვნო სუნის, წყალში მცირედ ხსნადი, ძლიერ ტოქსიკური ნივთიერებები.

იწ-სპექტრში არომატული ამინების C—N ვალენტური რხევის შთანთქმის ზოლი შეიმჩნევა 1250-1360 სმ<sup>-1</sup> ინტერვალში.

ზოგიერთი არომატული ამინების ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-5 ცხრილში.

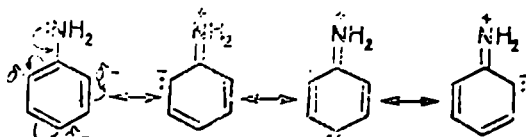
ზოგიერთი არომატული ამინების ფიზიკური თვისებები.

სახელი	ფორმულა	დუღ. ტემპ.	ღვ. ტემპ.
ანალინი (ამინობენზოლი)		184,4	6,2
მეთილენილამინი (N-მეთილამინობენზოლი)		196,3	-57
დიმეთილენილამინი (N,N-დიმეთილამინობენზოლი)		192,5	2,5
o-ტოლუილინი (2-ამინოტოლუოლი)		199,7	-27,7
m-ტოლუილინი (3-ამინოტოლუოლი)		203,2	-43,6
p-ტოლუილინი (4-ამინოტოლუოლი)		200,4	43,7
o-ფენილენდამინი (1,2-დიამინობენზოლი)		256	102,0
m-ფენილენდამინი (1,3-დიამინობენზოლი)		282	62,8
p-ფენილენდამინი (1,4-დიამინობენზოლი)		267	140
დიფენილამინი		302	54
ტრიფენილამინი		365	126,5



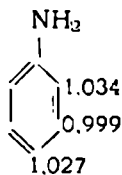
ქიმიური თვისებები. არომატული ამინების ქიმიური თვისებები განპირობებულია ამინოჯგუფითა და ბირთვით. ეს იმას ნიშნავს, რომ ისინი სხვა ნივთიერებებთან რეაქციებში შედიან, ერთი მხრივ, ამინოჯგუფისა და მეორე მხრივ, არომატული ბირთვის მიხედვით.

არილამინებში ამინოჯგუფის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი იწვევს ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონების ლოკალიზაციას და ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე ამინოჯგუფის მიმართ ნაწილობრივ მატულობს O- და P-მდებარეობაში, რაც ანილინის მაგალითზე აღწერება შემდეგი მეზომურული სტრუქტურებით:



ამინოჯგუფის გაუზიარებელ წყვილი ელექტრონის ბუნაოლას ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონებთან შეუღლება (როგორც ეს ნაჩვენებია ანილინის მეზომურული სტრუქტურებით) მნიშვნელოვნად ამცირებს არომატული ამინების ფუძე ხასიათს ამიაკთან და ალიფატურ ამინებთან შედარებით.

ანილინის მოლეკულური დიაგრამაც იმას გვიჩვენებს, რომ  $\pi$ -ელექტრონების სიმკვრივე მომატებულია O- და P-ნახშირბადატომებთან და შემცირებულია m-ნახშირბადატომებთან:



თუ ერთმანეთს შევადარებთ მეთილამინის ( $\text{CH}_3\text{—NH}_2$ ) დისოციაციის კონსტანტას და ანილინის დისოციაციის კონსტანტას, უნახავთ, რომ მეთილამინის კონსტანტა უფროსია  $4,4 \cdot 10^{-5}$  და ანილინისა კი ტოლია  $3,8 \cdot 10^{-10}$ .

არომატული ამინის ბირთვში ელექტროაქცეპტორული ჩამნაცვლებლის არსებობის დროს ამინების ფუძე თვისება კიდევ უფრო ეცემა. მაგალითად, ფუძიანობის კონსტანტა O-, m- და P-ნიტროანილინისათვის შესაბამისად ტოლია  $1 \cdot 10^{-14}$ ;  $4 \cdot 10^{-12}$  და  $1 \cdot 10^{-12}$

პირიქით, ელექტროდონორული ჩამნაცვლებელი m- და P-მდებარეობაში აძლიერებს ამინის ფუძიანობას, ხოლო თუ ელექტროდონ-

ნორული ჩამნაცვლებელი იმყოფება O-მდებარეობაში, მაშინ იგი სივრცობრივი ეფექტის გამო აძნელებს პროტონირებას და ამჟღავნებს საწინააღმდეგო მოქმედებას.

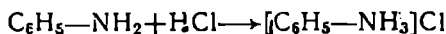
არომატული ამინის ამინოჯგუფში ალკილის არსებობა ალკილის +I-ეფექტის გამო აძლიერებს ამინის ფუქიანობას. მაგალითად, ფუქიანობის კონსტანტა N-მეთილანილინისა და N,N-დიმეთილანილინის, შესაბამისად უდრის  $7,1 \cdot 10^{-10}$  და  $1,1 \cdot 10^{-9}$ , რაც ალემატება ანილინის ფუქიანობის კონსტანტას ( $3,8 \cdot 10^{-10}$ ), მაგრამ მნიშვნელოვნად ნაკლებია ამიაკისა ( $2 \cdot 10^{-5}$ ) და ალიფატური ამინების ფუქიანობის დისოციაციის კონსტანტაზე.

არომატული ამინის ამინოჯგუფში არომატული ბირთვის შეყვანა დიდად აძლიერებს ამინის ფუქე თვისებას. მაგალითად, დიფენილანილის დისოციაციის კონსტანტა ტოლია  $7,6 \cdot 10^{-14}$ .

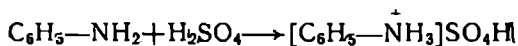
ტრიფენილამინი პრაქტიკულად არ ამჟღავნებს ფუქე ხასიათს.

ა) რეაქციები ამინოჯგუფის მიხედვით

1. როგორც აღინიშნა, არომატული ამინები იჩენენ სუსტი ფუქის თვისებებს. ამიტომ, რომ ხსნარში ანილინს ვერ აღმოვაჩინოთ ლაკმუსით, მისი ხსნარი თითქმის სრულებით არ ატარებს ელექტროდენს. ისეთ სუსტ მჟავასთან, როგორც ნახშირმჟავა, არილამინები მარილებს არ იძლევიან. ისინი ფუქის თვისებებს ამჟღავნებენ და ძლიერ მჟავებთან წარმოქმნიან მარილებს:



მარილმჟავანილინი (წყალში კარგად იხსნება)



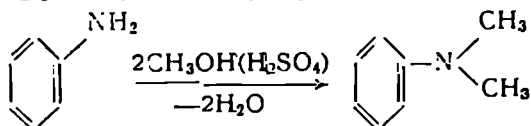
მჟავე გოვირდმჟავანილინი (წყალში ცუდად იხსნება)

არილამინთა მარილები ამჟღავნებენ მჟავე რეაქციას და მათი ტიტერა შეიძლება მჟავების მსგავსად ტუტეებით.

2. ალკილირება. პირველად და მეორეულ ამინებზე მაალკილირებელი რეაგენტების მოქმედებით ხდება ამინოჯგუფის H-ატომის შეცვლა ალკილით და პირველადი ამინიდან მიიღება მეორეული, ხოლო მეორეულიდან — მესამეული ამინი.

არომატული ამინების ალკილირებას უადრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს საღებარების წარმოების საქმეში. ამ მიმართულებით, როგორც შუალედური პროდუქტი, დიდ გამოყენებას პო-

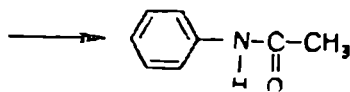
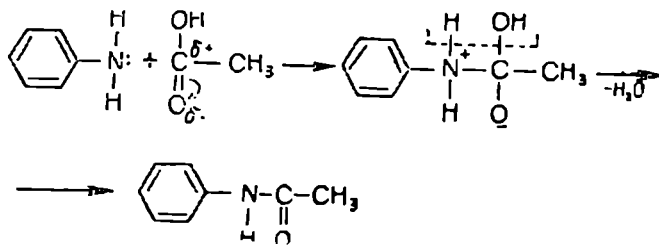
ულობს N,N-დიმეთილანილინი. მას ღებულობენ (მაღალი წნევისა და ტემპერატურის დროს) ანილინზე მეთანოლის მოქმედებით:



N,N-დიმეთილანილინი (ღულ. ტემპ. 192,5°C. გამოსავლიანობა 97%)

N,N-დიმეთილანილინი გამოიყენება მაღალმდულარე გამხსნელად.

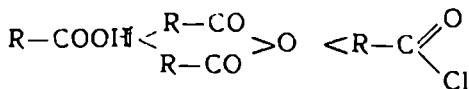
4. აცილარება. არილამინებზე კარბონმჟავების ან მათი ანჰიდრიდებისა და ქლორანჰიდრიდების მოქმედებით ხდება ამინოჯგუფის H-ატომის შეცვლა აცილით. მიიღება ნივთიერება, რომელსაც ანილიდი ეწოდება. აცილირებისათვის ხშირად იყენებენ ჰიანჰველმჟავას, ძმარმჟავასა და ბენზოის მჟავას ან ძმარმჟავასა და ბენზოის მჟავას ანჰიდრიდს ან ქლორანჰიდრიდს. მათი აცილირებელი რეაგენტების მიხედვით აცილირების პროცესს შესაბამისად ეწოდება ფორმილირება, აცეტილირება, ბენზილირება (დაბენზილება). ამინის აცილირების დროს ამინოჯგუფის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი რეაგირებს მჟავას კარბოქსილის ნახშირბადატომთან და წარმოიქმნება შუალედური კოჰლექსი, რომელიც წყლის გამოყოფით გადადის ანილიდში:



აცილანილიდი

აცილირების რეაქციის სიჩქარე პირდაპირ დამოკიდებულებაშია ამინის ფუძიანობის კონსტანტას სიდიდესა და მათი აცილირებელი რეაგენტის აქტივობაზე.

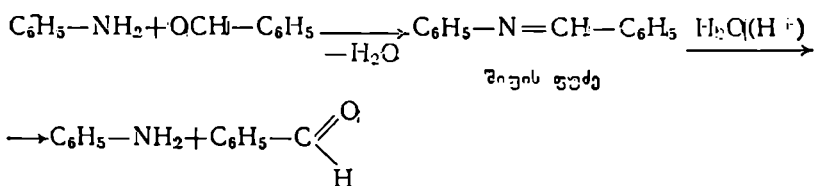
მათი აცილირებელი რეაგენტების აქტივობა მათულობს შემდეგი რიგის მიხედვით:



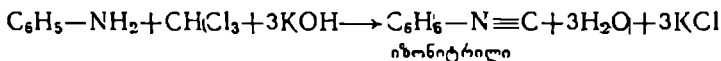
ამინების აცილირებას ხშირად მიმართავენ იმ დროს, როცა უნდათ ამინოჯგუფის დაცვა დამუანგავისაგან და მაშინაც, როცა საჭიროა საღებარებსა და მედიკამენტებს მიანიჭონ საჭირო სპეციფიკური თვისებები.

აცეტანილიდს (ლ. ტემპ.  $114^{\circ}C$ ) ანტიფებრინის სახელწოდებით იყენებდნენ, როგორც ანტიპირეტის (სიცხის დაშვევი საშუალება).

წ. არომატული ალდეჰიდების მოქმედება. არომატული პირველადი ამინები არომატულ ალდეჰიდებთან ურთიერთმოქმედებით იძლევიან შიფის ფუძეებს, რომლებიც განზავებული მინერალური მჟავების მოქმედებით გარდაიქმნებიან ამინებად და ალდეჰიდებად:



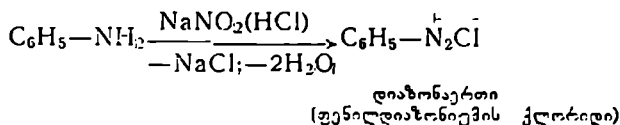
წ. ქლოროფორმის მოქმედება. არომატული პირველადი ამინები, მსგავსად ალიფატური პირველადი ამინებისა, ქლოროფორმის მოქმედებით ტუტის სპირტსნარის გარემოში სუსტი გაცხელებით გარდაიქმნება იზონიტრილად, რომელიც ხასიათდება გულის ამრევი სუნით:



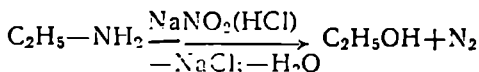
იზონიტრილების წარმოქმნის ეს რეაქცია არის თვისებითი რეაქცია პირველად ამინებზე (პირველადი ამინების აღმომჩენი რეაქცია).

7. აზოტოვანი მჟავას მოქმედება. არომატულ ამინებზე აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით მსგავსად ალიფატური ამინებისა, ერთმანეთისაგან შეიძლება გავარჩიოთ პირველადი, მეორეული და მესამეული ამინები. აზოტოვანი მჟავა თავისუფალი სახით არ არსებობს, ამიტომ რეაქციის განხორციელებისათვის იღებენ აზოტოვანი მჟავას ნატრიუმის მარილს, ამუშავებენ განზავებული მინერალური მჟავათი (გოგირდმჟავა, მარილმჟავა) და ახლად წარმოქმნილი აზოტოვანი მჟავა იმოქმედებს ამინზე.

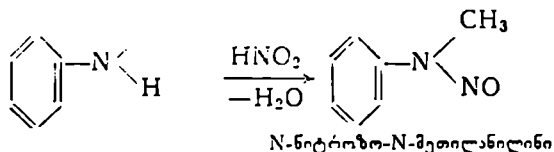
პირველად არომატულ ამინზე აზოტოვანი მყავას მოქმედებით მიიღება დიაზონაერთი. უკანასკნელის წარმოქმნის რეაქცია ცნობილია დიაზოტირების რეაქციის სახელწოდებით:



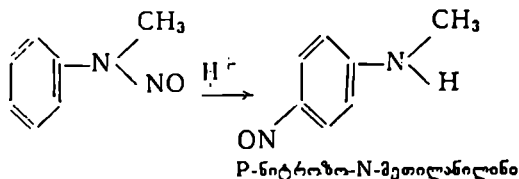
ამ პირობებში ალიფატური პირველადი ამინები, როგორც ცნობილია, იძლევიან სპირტსა და აზოტს:



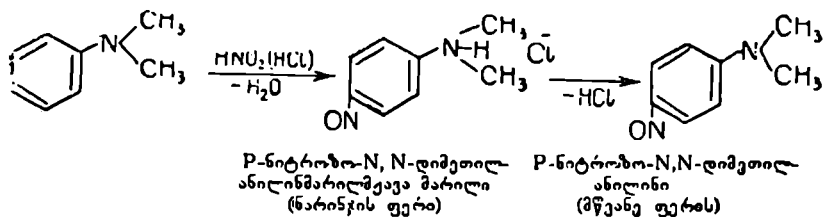
მეორეული არომატული ამინებისა და აზოტოვანი მყავას ურთიერთმოქმედების დროს, მსგავსად მეორეული ალიფატური ამინებისა, ამინოჯგუფის H-ატომი იცვლება ნიტროზოჯგუფით და მიიღება N-ნიტროზონაერთი:



N-ნიტროზო-N-მეთილანილინის მარილმყავა სპირტხსნართან გაცხელებით ნიტროზოჯგუფი (NO) გადაადგილდება ბენზოლის ბირთვი და მიიღება P-ნიტროზო-N-მეთილანილინი:

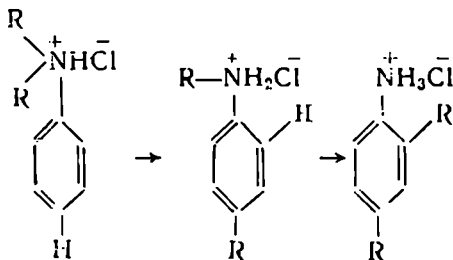


მესამეულ არომატულ ამინებზე აზოტოვანი მყავას მოქმედებით მიიღება P-ნიტროზონაერთი. თუ P-მდებარეობა დაკავებულია, მაშინ წარმოიქმნება O-იზომერი. მაგალითად, N,N-დიმეთილანილინზე აზოტოვანი მყავას მოქმედებით წარმოიქმნება P-ნიტროზო-N,N-დიმეთილანილინი:



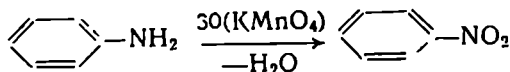
აღსანიშნავია, ცივ პირობებში ალიფატური მესამეული ამინები აზოტოვან მეთავსთან არ რეაგირებენ.

8. ალკილ- და დიალკილარილამინების ქლორწყალბადმეთავსა და ბრომწყალბადმეთავს მარილები მაღალი ტემპერატურის გავლენით განიცდიან გადაჭრუფებას. ალკილები და O-, P-წყალბადატომები აღვილს უცვლიან ერთმანეთს:



9. დაჟანგვა. არომატული ამინები ალიფატური ამინებისაგან განსხვავებით ადვილად იჟანგებიან და შენახვისას ლებულობენ შეფერილობას. მაგალითად, ანილინი ჰაერთან შეხებით თანდათან იჟანგება და ლებულობს შავ ფერს. ანილის სპეციალურად ჟანგავენ დაჟანგავენით (ქრომმეთავა და სხვა) და ლებულობენ ძვირფასი თვისების შავი ფერის საღებარს, რომელსაც ანილინიშავი ეწოდება.

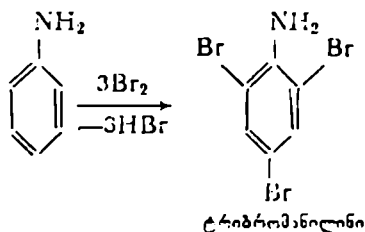
პირველადი არომატული ამინები კალიუმის პერმანგანატით ან წყალბადის პეროქსიდის გავლენით იჟანგებიან და წარმოიქმნება არომატული ნიტრონაერთები:



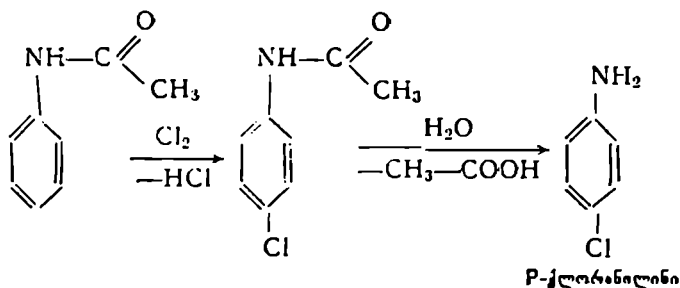
## ბ). რეაქციები ბირთვის მიხედვით

1. ქალოგენირება. ამინოჯგუფი, როგორც პირველი რიგის ჩამნაცვლებელი, ძალიან ადვილმჭრადს ხდის O- და P-წყალბადატომებს. მაგალითად, ანილინიზე ბრომინი ან ქლორიანი წყლის მოქმედებით

ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე მომენტალურად ხდება ტრიბრომ- ან ტრაქლორანილინის წარმოქმნა:

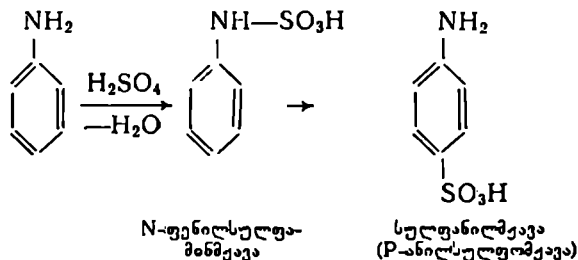


ამინების მონოჩანაცვლებულების მიღებისათვის სარეაქციოდ იღებენ ამინთა ნაწარმებს, მაგალითად, ანილიდს და არა თვით ამინს:

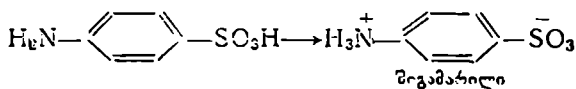


2. სულფირება. არომატულ ამინებზე გოგირდმეყვას მოქმედებით მიიღება სხვადასხვა ამინოსულფომეყვები, რომლებსაც იყენებენ საღებარებისა და მედიკამენტების წარმოების საქმეში.

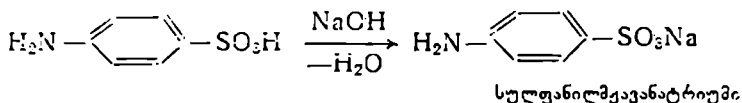
ანილინისა და გოგირდმეყვას ნარევის 180°C-მდე გაცხელებით ჯერ წარმოიქმნება N-ფენილსულფამინმეყვა, რომელიც განიციდის გადაჯგუფებას და მიიღება სულფანილმეყვა:



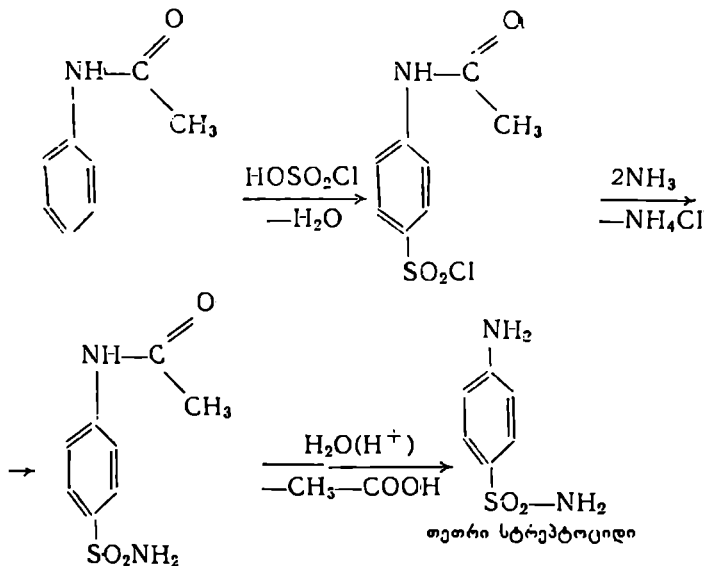
ამის გამო, რომ ამინოჯგუფს (NH<sub>2</sub>) აქვს ფუძე და სულფოჯგუფს (SO<sub>3</sub>H) მჟავე თვისება, სულფანილმჟავა იმყოფება შიგამარილის სახით:



სულფანილმჟავა მჟავეური ბუნების გამო ტუტეებთან იძლევა მარილებს:



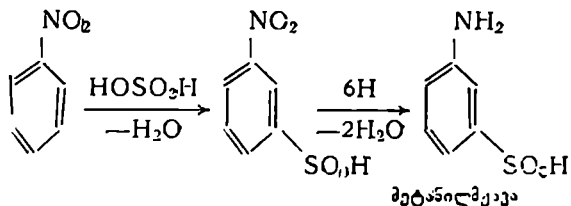
მედიცინაში ჩირქოვანი დაავადებების, ფილტვების ანთებისა და სხვა დაავადებათა სამკურნალოდ ფართოდ იყენებენ სულფანილამიდურ პრეპარატებს, რომლის უმარტივესი წარმომადგენელია სულფანილმჟავამიდი — თეთრი სტრეპტოციდი. უკანასკნელი მიიღება აცეტანილიდის შემდეგი გარდაქმნებით:



ყველა სულფანილამიდური პრეპარატი — ნორსულფაზოლი, სულფაზოლი, სულფიდინი, სულფადიმიზინი შეიცავენ სულფონამიდურ ჯგუფს — SO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> და წარმოადგენენ სტრეპტოციდის ნაწარმებს.

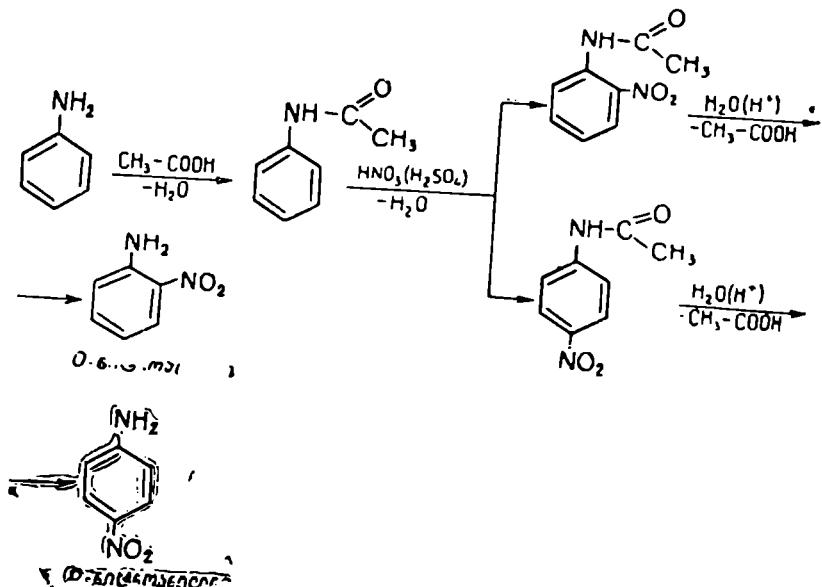


ანილისულფომჟეებიდან უზრადლებას იპყრობს m-ანილისულფომჟეა, რომელსაც სხვაგვარად უწოდებენ მეტანილმჟეას. მეტანილმჟეას დიდი ოდენობით ღებულობენ ნიტრობენზოლის სულფირებითა და მიღებული m-ნიტრობენზოლსულფომჟეას აღდგენით:

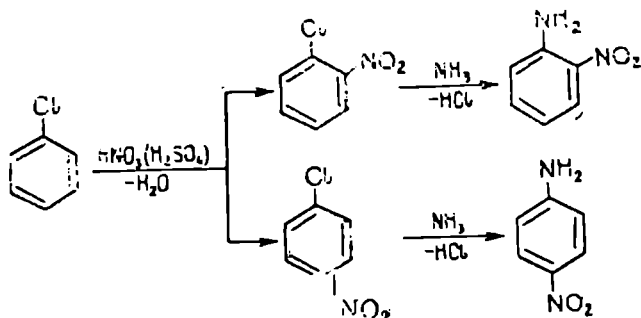


ისე, როგორც სულფანილმჟეას, მეტანილმჟეას დიდი გამოყენება აქვს აზოსაღებარების სინთეზში.

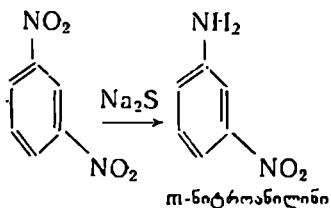
3. ნიტრირება. ამინების პირდაპირი ნიტრირება არ შეიძლება. რეაქცია მიმდინარეობს მძაფრად და ამინები იფანება. მაგალითად, ანილის ნიტრირებისათვის საჭიროა ჯერ იგი გადაყვანო იქნას ანილიდში ამინოჯგუფის დაცვის მიზნით და შემდეგ მასზე მოქმედებენ მანიტრირებელი ნარევით. ამ დროს ძირითადად წარმოიქმნება O- და P-ჩანაცვლებულები:



გარდა ამისა, O- და P-ნიტროანილინის ლებულობენ ქლორბენზოლიდან მისი შეპდები გარდაქმნებით:

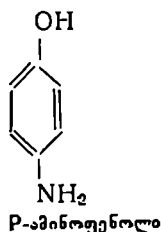
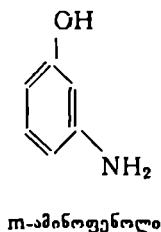
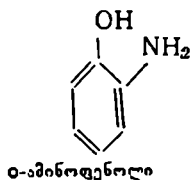


m-ნიტროანილის ლებულობენ m-დინიტრობენზოლის ნაწილობრივი აღდგენით. აღდგენის პროცესს ახორციელებენ ნატრიუმის სულფიდის მეშვეობით:

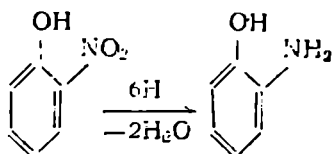


ნიტროანილინებს, როგორც შუალედურ პროდუქტებს, დიდი გამოყენება აქვთ სინთეზური საღებარების მიღების საქმეში.

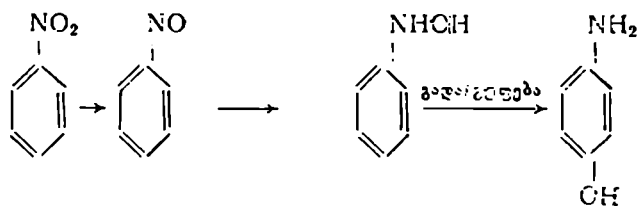
ამინოფენოლები. ამინოფენოლები, როგორც ბენზოლის დიზა-ნაცვლებულები, არსებობენ O-, m- და P-იზომერის სახით:



ამინოფენოლები მიიღებიან შესაბამისი ნიტროფენოლების აღდგენით:



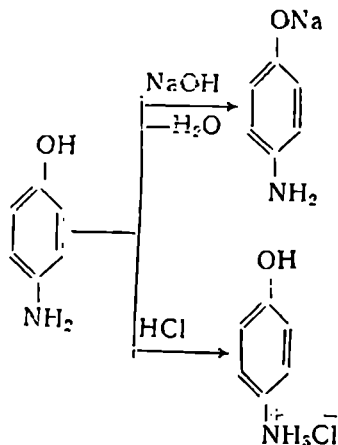
P-ამინოფენოლს საწარმოო მასშტაბით ღებულ-ვენ ნიტრობენზოლის ელექტრული აღდგენით კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას გარემოში. აღდგენის პროცესში ნიტრობენზოლიდან ჯერ წარმოიქმნება ნიტროზობენზოლი, შენდევ ფენილჰიდროქსილამინი, რომელიც შიგამოლეკულური გადაჯგუფებით გარდაიქმნება P-ამინოფენოლად:



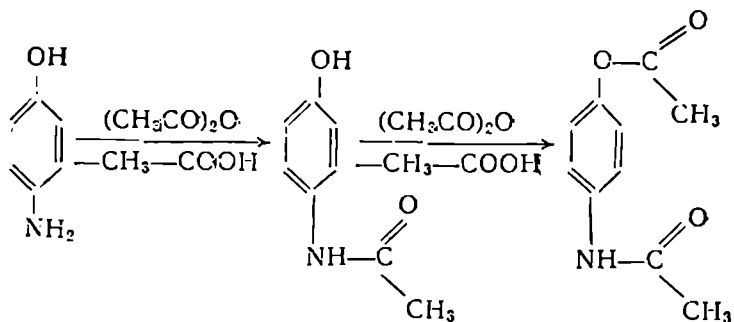
ნიტროზობენზოლი ფენილჰიდროქსილამინი

ამინოფენოლები წარმოადგენენ წყალში ხსნად უფერო, კრისტალურ ნივთიერებებს.

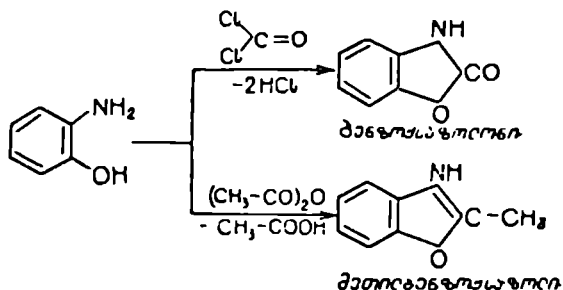
ამინოფენოლები, როგორც ამინოჯგუფისა და ჰიდროქსილის შემცველი ნაერთები, ხასიათდებიან ამფოტერობით. ტუტეებთან წარმოქმნიან ფენოლატებს, ხოლო მჟავებთან — მარილებს:



მაცილირებელი რეაგენტების მოქმედებით პირველ რიგში აცი-  
ლირებას განიცდის ამინო- და შემდეგ ჰიდროქსილის ჯგუფი:



O-ამინოფენოლები ფოსგენის ან ძმრის ანჰიდრიდის მოქმედებით  
იძლევიან ჰეტეროციკლურ ნაერთებს:



ამინოფენოლები ძლიერი აღმდგენელებია და იყენებენ ფოტო-  
გრაფიაში, როგორც სამედიკალურ ნივთიერებებს. გარდა ამისა, მათ, რო-  
გორც შუალედურ პროდუქტებს, ხმარობენ მედიკამენტებისა და სა-  
ღებარების წარმოებაში.

**ცალკეული წევრები.** ანილინი ანუ ფენილამინი ( $C_6H_5-NH_2$ ) არის არომატული ამინების უაღრესად დიდი მნიშვნე-  
ლობის წარმომადგენელი. იგი საფუძვლად უძევს ანილინის საღებარ-  
ების მრეწველობას. ანილინი არის ზოგიერთი მედიკამენტებისა და  
ფეთქებადი ნივთიერების წარმოების ნედლეული. ანილინის ყოველ-  
წლიურად აწარმოებენ ათეული ათასი ტონობით. როგორც აღვნიშ-  
ნეთ, არომატული ამინების პირველი სინთეზი განახორციელა  
ნ. ნ. ზინინმა 1842 წელს. ნიტრონაერთების ამინებად აღდგენის ზი-

ნინის რეაქცია საფუძვლად დაედო ანილინის საღებარების მრეწველობას.

ახალგამოხდელი ანილინი წარმოადგენს უფერო ან მოფერმკრთალო-ყვითელი, ზეთისებური, დამახასიათებელი სუნის სითხეს (დუღ. ტემპ. 184,4°C). იგი ჰაერისა და სინათლის მოქმედებით მუქდება. 100 გ წყალში იხსნება 3.6 გრამის ოდენობით. იხსნება ეთერში, სპირტში, ბენზოლსა და სხვა მრავალ ორგანულ გამხსნელში.

ანილინი მათეთრებელ კირთან იძლევა იისფერ შეფერვას. ლგ-ნინთან წარმოშობს კარგად გამოხატულ ყვითელ ფერს. ანილინი ორგანიზმზე მოქმედებს, როგორც სისხლის ძლიერი შხამი. ჰაერში მისი კონცენტრაციის დასაშვები ზღვარია 0,005 მგ/ლიტრში. ჰაერში ანილინის დიდი კონცენტრაცია უარესად საშიშია.

N-მეთილანილინი  $\left( \text{C}_6\text{H}_5-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{H} \end{array} \right)$  და N,N-დიმეთილანილინი

$\left( \text{C}_6\text{H}_5-\text{N} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)$  მიიღებიან გოგირდმქვეს თანაობით ანილინი-

სა და მეთანოლს ნარევის გაცხელებით 230°C-ზე. ამ ამინების დუღილის ტემპერატურა ერთმანეთთან ახლოა (196,3°C და 192,5°C) და მათი ერთმანეთისაგან დაშორება ფრაქციული გამოხდით შეუძლებელია. ამიტომ მათ ნარევის უმატებენ მათეტილირებელ ნივთიერებას. რის შედეგადაც N-მეთილანილინი გადადის N-აცეტალ ნაწარმში და N,N-დიმეთილანილინის ამორებენ გამოხდით. ორივე ამინი გამოყენებულია საღებარების წარმოებაში.

აღნიშნული ამინებიდან განსაკუთრებით დიდ გამოყენებას პოულობს N,N-დიმეთილანილინი, რომელიც წარმოადგენს დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნის, მოყვითალო ფერის, წყალში უხსნად ზეთისებურ სითხეს. იხსნება სპირტში. ითერში, ბენზოლში და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. განსხვავებით ანილინისაგან მარილქვეა N,N-დიმეთილანილინი  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ -ის განზავებული წყალხსნარის მოქმედებით წარმოქმნის თეთრი ფერის ნალექს.

N,N-დიმეთილანილინი დიდი რაოდენობით იხარჯება ანილინის საღებარების წარმოებაში. გარდა ამისა, მას იყენებენ ნიტრატების კოლორამეტრული განსაზღვრისათვის, ჰაერში ქლორპიკრინის აღმოჩენისათვის, ფუნგუბადი ნივთიერებების მიღებასა და სხვა სინაუზური მიზნებისათვის.

N,N-დიმეთილანილინის მოქმედება ორგანიზმზე იგივეა, რაც

ანილინისა, ხოლო იგი ორგანიზმზე, როგორც მომწამვლელი უფრო სუსტად მოქმედებს, ვიდრე ანილინი.

**ტოლუილინი.** O-ტოლუილინი  $\left( \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)(\text{CH}_3) \right)$  წარმოადგენს

მოყვითალო ფერის სითხეს (დულ. ტემპ. 199,7°C), რომელიც სინათლისა და ჰაერის გავლენით ღებულობს მუქ ფერს. იხსნება ეთერში, აბირტსა და სხვა მრავალ ორგანულ გამხსნელში.

გამოყენებულია სინთეზური მიზნებისათვის. გამოყენებულია აგრეთვე Cl-სა და H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის. იყენებენ, როგორც იმერსიულ სითხეს მინერალების სხივტუბების განსაზღვრის დროს. (მისი წვეთის დამატებით ძლიერდება გამოსახულების სკამკაშე). ორგანიზმზე მოქმედებს მომწამვლელად.

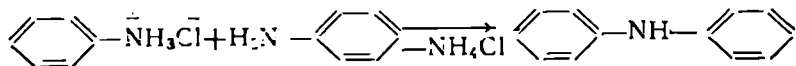
**მ-ტოლუილინი**  $\left( \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)(\text{CH}_3) \right)$  არის უფრო ან სუსტი მოყ-

ვითალო სითხე. (დულ. ტემპ. 203,2°C). მსგავსად ანილინისა, სინათლესა და ჰაერზე მუქ ფერს ღებულობს. გამოყენებულია ნიტროტიზის აღმოსაჩენად და ორგანულ სინთეზში, ორგანიზმზე მოქმედებს, როგორც შხამი.

**P-ტოლუილინი**  $\left( \text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 \right)$ , განსხვავებით O- და m-ტოლუილინისაგან. წარმოადგენს უფრო კრისტალებს (ლ. ტემპ. 43,7°C). კრისტალდება ფირფიტების სახით. გამოყენებულია სინთეზური მიზნებისათვის. იგი ისეთივე საწამლაია, როგორც ანილინი იწვევს თავის ძლიერ ტყვილს. იწოვება კანის ქსოვილიდან.

სამივე იზომერი მიიღება შესაბამისი ნიტროტოლუოლების აღდგენით.

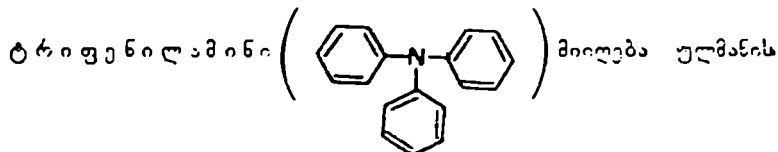
**დიფენილამინი.**  $\left( \text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \right)$  მრეწველობაში მას ღებულობენ ანილინისა და ანილინმარილმჟავას წარუვის გაცხელებით 140°C-ზე:



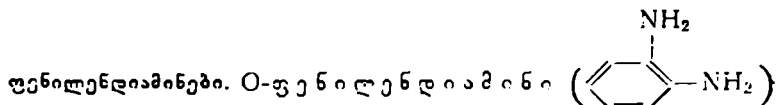
დიფენილამინი წარმოადგენს თეთრ ფირფიტისებურ, ცივ წყალში უხსნად კრისტალებს (ლ. ტემპ. 54°C). იხსნება მეთილის სპირტსა და ეთერში. დიფენილამინს, როგორც შუალედურ პროდუქტს, დიდი რაოდენობით იყენებენ სინთეზური საღებრებისა და მედიკამენტების

წარმოების საქმეში. გარდა ამისა, იგი გამოყენებულია ნიტრატ- ( $\text{NO}_3^-$ ) და ნიტრიტ-იონის ( $\text{NO}_2^-$ ) აღმოსაჩენად და პიროქსილინური ღენთის სტაბილიზაციისათვის.

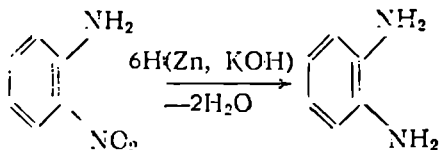
დიფენილამინი ორგანიზმზე მოქმედებს ანილინის ანალოგიურად, ხოლო მასთან შედარებით, უფრო ნაკლებად ტოქსიკურია.



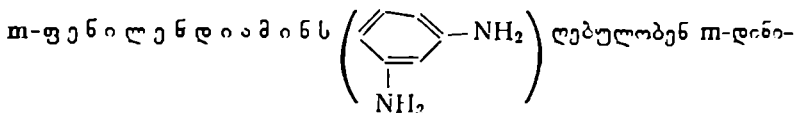
რეაქციით (გვ. 121). იგი წარმოადგენს მყარ ნივთიერებას (ღ. ტემპ.  $126,5^\circ\text{C}$ ), რომელიც იმდენად მოკლებულია ფუძის თვისებას, რომ ისეთ ძლიერ მჟავებთან, როგორც არის მარილმჟავა და გოგირდმჟავა, არ წარმოქმნის მარილებს. ტრიფენილამინის ნატრიუმის ნიტრატის ხსნარისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟავათი დაშუშავებასას მჟაუნმჟავასთან შედარებით მიიღება ლურჯი ფერის საღებარები.



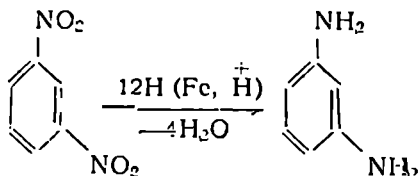
მიიღება ნიტროანილინის აღდგენით. აღდგენელად უკენებენ თუთიას კალიუმის პიროქსიდის სპირტხსნართან ერთად:



$\text{O}$ -ფენილენდიამინი არის თეთრი ფერის, წყალში ცუდად ხსნადი კრისტალური ნივთიერება. იგი კარგად იხსნება სპირტში, ეთერსა და ქლოროფორმში.  $\text{O}$ -ფენილენდიამინი ადვილად წარმოქმნის რიც ჰეტეროციკლურ ნაერთებს. იგი გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში. მიხი მემუეობით არჩევენ ოზონს, აზოტის ოქსიდებისა და წყალბადის პეროქსიდისაგან.

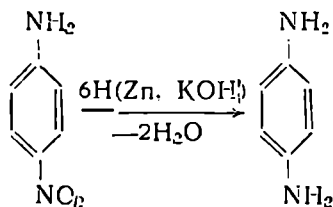


ტრობენზოლის აღდგენით რკინისა და მარილმჟავას გარემოში:



მ-ფენილენდიამინი ქიმიურად სუფთა მდგომარეობაში წარმოადგენს თეთრ კრისტალურ (ლ. ტემპ. 62,8°C), წყალსა და სპირტში ხსნად ნივთიერებას. იგი ეთერსა და ბენზოლში ნაკლებად იხსნება. თუ იგი შეიცავს O-იზომერს, მაშინ ასეთი ნარევი ჰაერზე სწრაფად მუქდება და იფისება. გამოყენებულია სხვადასხვა დამყანგავეების (ბრომი, ბრომატები, ქრომატები, ოზონი და სხვა) თვისებითი განსაზღვრისათვის, ნიკელის აღმოსაჩენად და სხვა. იგი საწამლაგია.

P-ფენილენდიამინი ( $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ ) მიიღება P-ნიტროანილინის აღდგენით, აღდგენას ახორციელებენ თუთიით ტუტის სპირტიანი ხსნარის გარემოში:



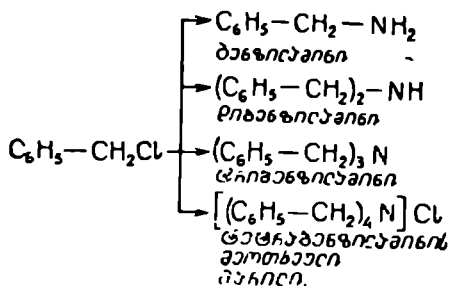
P-ფენილენდიამინი არის თეთრი ან ვარდისფერი კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 110°C). სინათლეზე მუქდება, ჰაერზე იისფერს ღებულობს. წყალში მცირე ოდენობით იხსნება. კარგად იხსნება სპირტში, ეთერში და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. მას იყენებენ ორგანულ სინთეზში. გარდა ამისა, მისი მეშვეობით აწარმოებენ გოგირდწყალბადისა და სულფიდების კოლორიმეტრულ განსაზღვრას. საწამლაგია. აზიანებს ნერვულ სისტემასა და სხვადასხვა ქსოვილს.

## 2. ამინები ამინოჯგუფით გვერდით ჯაჭვში

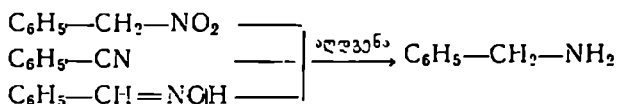
ამინები ამინოჯგუფით გვერდით ჯაჭვში მიიღებიან იმ მეთოდებით, რომლებიც გამოყენებულია ალიფატური ამინების მიღებისათვის. მაგალითად. ბენზილპროცენილზე ამიაკის მოქმედებით მიიღე-



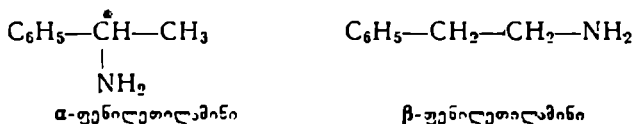
ბიან პირველადი, მეორეული, მესამეული ამინები და ამონიუმის ოთხჩანაცვლებული მარილები:



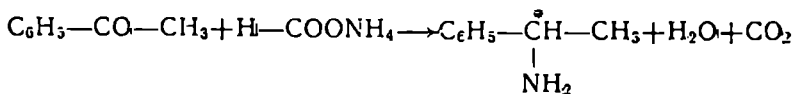
გარდა ამისა, მათ ღებულობენ ისეთი ნაერთების აღდგენით, რომლებიც შეიცავენ აზოტმემცველ ჯგუფებს. მაგალითად, ბენზილამინი მიიღება ფენილნიტრომეთანის, ბენზოხიტრილის, ბენზალდეჰიდისა და სხვათა აღდგენით:



პირველადი ამინებიდან ბენზილამინის შემდეგი წევრია ფენილეთილამინი, რომელიც არსებობს ორი იზომერის სახით:



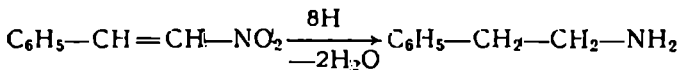
ა-ფენილეთილამინის ღებულობენ აცეტოფენონისა და ამონიუმის ფორმატის ურთიერთმოქმედებით:



ა-ფენილეთილამინი შეიცავს ერთ ასიმეტრულ ნახშირბადატომს და გვევლინება ოპტიკურად მოქმედი ანტიპოდების სახით.

ა-ფენილეთილამინის რაცემატი ადვილად იყოფა ოპტიკურად მოქმედ ანტიპოდებად.

ბ-ფენილეთილამინი მიიღება ნიტროსტიროლის აღდგენით:



ამ რიგის ამინები კარგად გამოხატული ფუძის თვისების მქონე ნაერთებია. ისინი ოდნავ უფრო ნაკლებად ძლიერი ფუძეები, ვიდრე ალიფატური ამინები. ეს კი იმაზე მიგვანიშნებს, რომ მოცემულ შემთხვევაში ბენზოლის ბირთვი ძალიან მცირე გავლენას ახდენს ამინოჯგუფის ბუნებაზე, რადგან იგი უშუალო კავშირში არ იმყოფება ამინოჯგუფთან. ამ ჯგუფის ამინების ქიმიური გარდაქმნები თითქმის არაფრით განსხვავდება ალიფატური ამინების ქიმიური გარდაქმნებისაგან.

**ბენზილამინი** ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ) არის უფრო გამკვირვალე სითხე, რომელიც დუღს  $184.5^\circ\text{C}$ -ზე. იხსნება წყალში, ეთერში, სპირტში. ბენზილამინი ქაერიდან ნთქავს ნახშირბადის დიოქსიდს და მირდება შესაბამისი კარბონატი.

**ბ-ფენილეთილამინი** ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ) არის სითხე, რომელიც დუღს  $195^\circ\text{C}$ -ზე. აქვს ძლიერი ფუძის თვისება. მის ნაწარმებს აქვთ ძლიერი ფიზიოლოგიური თვისებები და გამოიყენებიან. როგორც მედიკამენტები. ბ-ფენილეთილამინის ნაწარმებიდან აღსანიშნავია ისეთი ფიზიოლოგიურად მოქმედი ბუნებრივი ნივთიერებები, როგორიც არის ალკალიდი ეფედრინი, თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონი ადრენალინი. ამავე ჯგუფს მიეკუთვნება ანტიბიოტიკი სინტომიცინი.

**არომატული ნიტრონაერთების აღდგენის შუალედური პროდუქტები.** არომატული ნიტრონაერთების არასრული აღდგენით მიიღება მრავალი სხვადასხვა პროდუქტი, რომლებიც მოლეკულაში შეიცავენ სხვადასხვა ფუნქციონალურ ჯგუფს, ერთი ან ორი ატომი აზოტით. ამ ჯგუფის ნივთიერებებს მიეკუთვნება ისეთი მნიშვნელოვანი ნაერთები, როგორიც არის:

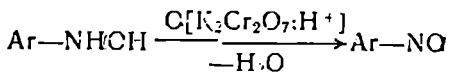
ნიტროზონაერთები ( $\text{Ar}-\text{NO}$ ), ჰიდროქსილამინის ნაწარმები ( $\text{Ar}-\text{NHOH}$ ), აზოქსინაერთები ( $\text{Ar}-\text{N}=\text{N}-\text{Ar}$ ), აზონაერთები



( $\text{Ar}-\text{N}=\text{N}-\text{Ar}$ ) და ჰიდრაზონაერთები ( $\text{Ar}-\text{NH}-\text{NH}-\text{Ar}$ ). როგორც აღნიშნა (გვ. 113), ნიტრონაერთთა აღდგენა დამოკიდებულია pH გარემოსა და აღმდგენელის ბუნებაზე. მეავე გარემოში წარმოიქმნება ნიტროზონაერთები და არილჰიდროქსილამინები, ხოლო ტუტე გარემოში აზოქსი-, აზო- და ჰიდრაზონაერთები.

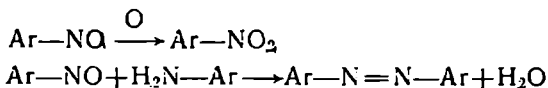
ა) ნიტროზონაერთები მიიღებიან ნიტრონაერთების ელ-

ქტროქიმიური აღდგენით ან ჰიდროქსილამინის ნაწარმთა დაყენებით  
 მუავე გარემოში:

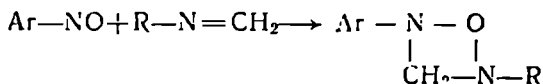


ნიტროზონაერთები წარმოადგენენ უფერო კრისტალურ ნივთი-  
 ერებებს. ისინი იმყოფებიან დიმერულ მდგომარეობაში. გახსნილ ან  
 გაღობით ან ორთქლის მდგომარეობაში გადადიან მონომერებში და  
 ღებულობენ ზურმუხტ-მომწვანო ცისფერს.

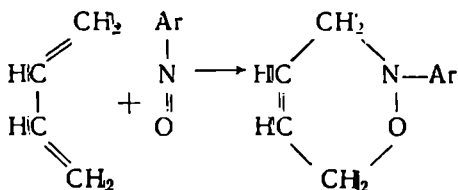
ნიტროზონაერთები იყანგებიან და გადადიან ნიტრონაერთებში,  
 ხოლო ამინებთან ურთიერთმოქმედებით იძლევიან აზონაერთებს:



ნიტროზონაერთები ადვილად შედიან მრავალრიცხოვან კონდენსა-  
 ციის რეაქციაში, წარმოქმნიან ღია და დახურულჯაჭვიან კონდენსა-  
 ციის პროდუქტებს:



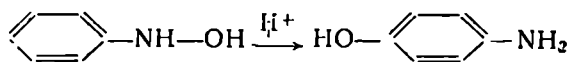
დიენებთან მიმდინარეობს დიენური სინთეზი, სადაც დიენოფი-  
 ლად გვევლინება ნიტროზოჯგუფი (ი. ა. არბუზოვი):



ნიტროზობენზოლი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-N=O}$ ) არის უფერული გამ-  
 კვირვალე კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ.  $68^\circ\text{C}$ ). გახსნილ და  
 გამღლვალ მდგომარეობაში ღებულობს ზურმუხტოვან მწვანე ფერს.

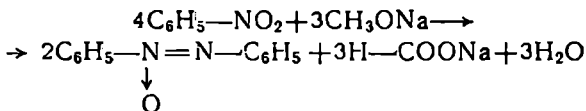
ფენილჰიდროქსილამინი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-OH}$ ) მიიღება  
 ნიტრობენზოლის აღდგენით. იგი წარმოადგენს უფერო კრისტალურ  
 ნივთიერებას (ლ. ტემპ.  $82^\circ\text{C}$ ). აქვს ცხვირის ლორწოვანი გარსის  
 გამაღიზიანებელი სუნი. იგი ხასიათდება ძლიერ სუსტი ფუძის თვი-  
 სებებით. ჰაერის გავლენით ადვილად იყანგება და ღებულობს მუქ  
 ფერს. დამყანგავების გავლენით იყანგება და წარმოიქმნება ნიტრო-  
 ბენზოლი. ნიტრობენზოლთან მოქმედებით იძლევა აზოქსიბენზოლს.

ფენილჰიდროქსილამინი მეავე გარემოში გაცხელებით განიცდის შიგამოლეკულურ გადაჯგუფებას და მიიღება P-ამინოფენოლი:

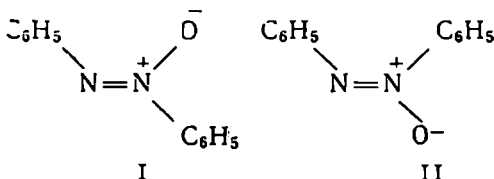


აზოქსიბენზოლი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{—N=N—C}_6\text{H}_5$ ) პირველად

ნიტრობენზოლზე  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -ის მოქმედებით მიღებულ იქნა ნ. ნ. ზინინის მიერ. გარდა ამისა, იგი შეიძლება მიღებულ იქნეს ნიტრობენზოლის ალდგენით, თუ ალდგენელად ვიხმართ გლუკოზას ან ნატრიუმის მეთილატს:

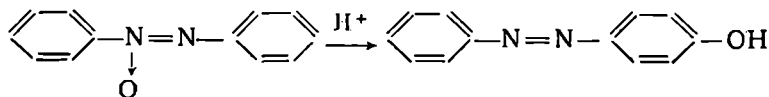


აზოქსიბენზოლი არსებობს ორი სტერეომერის სახით (I და II):



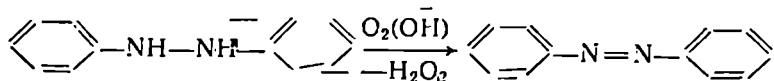
I-კონფიგურაცია (ლ. ტემპ. 36°C) უფრო სტაბილურია, ვიდრე მეორე (ლ. ტემპ. 86°C).

აზოქსიბენზოლი კონცენტრირებულ გოგირდმეავესთან გაცხელებით განიცდის გადაჯგუფებას და მიიღება 4-ოქსიაზობენზოლი:

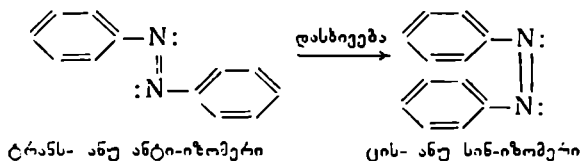


4-ოქსიაზობენზოლი

აზობენზოლი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{—N=N—C}_6\text{H}_5$ ) მიიღება ნიტრობენზოლის ალდგენით. ალდგენელებად იყენებენ ლითიუმალუმინჰიდრიდს ან ნატრიუმის ამაღამას ან თუთიას ტუტის სპირტიან ხსნარში. სამრეწველო მასშტაბით მას ღებულობენ ჰიდრაზობენზოლის დაჟანგვით:

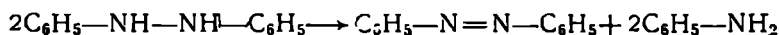


ყველა მეთოდით მიღებული აზობენზოლის ლღობის ტემპერატურაა 68°C. იგი ჩვეულებრივ წარმოადგენს ტრანსიზომერს. უკანასკნელი ულტრაიისფერი სინათლით დასხივების დროს გარდაიქმნება ნაკლებმდგრად ცის-იზომერად, რომელიც ლღვება 71°C-ზე:

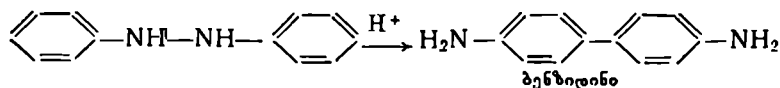


აზობენზოლი არის ორგანულ გამხსნელებში ხსნადი კაჟკამა-ნა-რინჯისფერი კრისტალურა ნივთიერება. იგი კიდევ უფრო სუსტი ფუძის თვისების მქონე ნაერთია, ვიდრე ფენილჰიდროქსილამინი. შესაბამის გარემოში მისი აღდგენით მიიღება ჰიდრაზობენზოლი.

ჰიდრაზობენზოლი ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-NH-C}_6\text{H}_5$ ). აღნიშნული იყო, რომ ნიტრობენზოლის ტუტე გარემოში აღდგენით მიიღება ჰიდრაზობენზოლი. იგი წარმოადგენს წყალში უხსნად უფერულ კრისტალურ ნივთიერებას (ლღ. ტემპ. 126°C). ჰიდრაზობენზოლი კარგად იხსნება მრავალ ორგანულ გამხსნელში. მშრალი ჰიდრაზობენზოლი გაცხელებით იშლება და წარმოიქმნება აზობენზოლი და ანილინი:



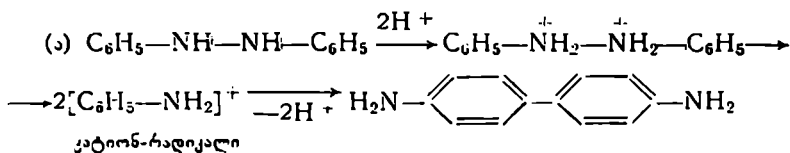
ჰიდრაზობენზოლის ყველაზე უფრო დიდმნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს შიგამოლეკულური გადაჯგუფება, რომელიც ცნობილია ბენზიდინური გადაჯგუფების სახელწოდებით. ბენზიდინური გადაჯგუფების დროს, რომელიც მიმდინარეობს ძლიერი მჟავების წყალხსნართა გარემოში (გაცხელებით), ჰიდრაზობენზოლი რაოდენობრივად გადადის ბენზიდინში:



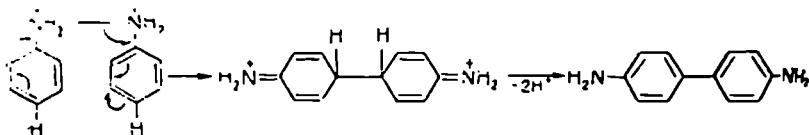
ნ. ნ. ზინინის მიერ აღმოჩენილი ბენზიდინური გადაჯგუფება უაღრესად დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის მოვლენაა.

ბენზიდინმა დიდი გამოყენება პოვა სამრეწველო ორგანული ქი-  
მის დარგში. მას განსაკუთრებით დიდი ოდენობით იყენებდნენ სა-  
ლესარების წარმოებისათვის. უკანასკნელი მონაცემებით დადასტუ-  
რებულია, რომ იგი არის ძლიერი კანცეროგენი. ადამიანებში იწვევს  
სამწარედ ბუშტის კიბოს. ამიტომ, ამჟამად მისი გამოყენება შეზღუ-  
დულია და ექვემდებარება კონტროლს.

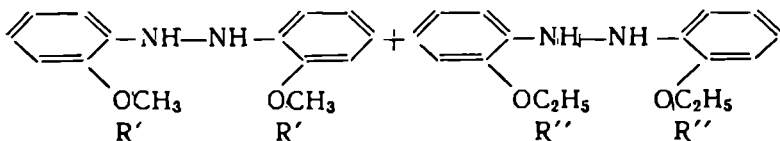
ბენზიდინური გადაჯგუფების მექანიზმი. ბენზიდინური გადაჯგუ-  
ფება, რომელიც კატალიზირდება მეფათა, შეიძლება განხორციელ-  
დეს ორი შესაძლო მექანიზმის მიხედვით. როგორც პირველი მექა-  
ნიზმის (ა), ასევე მეორე მექანიზმის (ბ) მიხედვით აღგილი აქვს ჰიდ-  
რაზობენზოლის პროტონირებას. (ა) მექანიზმის მიხედვით პროტონი-  
რებული ჰიდრაზობენზოლი განიცდის ჰომოლიზსა და მიიღება ორი  
ლაჰოუჯიდებელი კატიონ-რადიკალი. უკანასკნელი დეპროტონირებით  
ვარდაიქმნება ბენზიდინად:



(ბ) მექანიზმის დროს პროტონირებული ჰიდრაზობენზოლი განიც-  
დის გადაჯგუფებას:



ბენზიდინური გადაჯგუფების რეაქციის მექანიზმის ექსპერიმენ-  
ტული დასაბუთების მიზნით ჩატარდა ჯვარედინი ექსპერიმენტი, რის-  
თვისაც იღებენ ორი ნაერთის ნარევის:



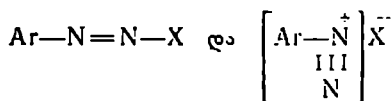
(R' = OCH<sub>3</sub>; R'' = OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>). რეაქციის პროდუქტთა შედგენილო-  
ბისა და აგებულების გამოკვლევით აღმოჩნდა, რომ სარეაქციოდ აღე-  
ბული ნივთიერებები რაოდენობრივად გადადიან ერთმანეთში და მი-

იღება, მხოლოდ  $R'R'$  და  $R''R''$  სისტემა და არა  $R'R''$ , რაც იმის საფუძვლიანი დადასტურებაა, რომ ადგილი არა აქვს ჯვარედინ რეაქციას და ამიტომ არ მიიღება  $R'R''$  პროდუქტი. მოტახილი ექსპერიმენტული მონაცემები მიესადაგება მხოლოდ ბენზიდინური გადაჯგუფების (ბ) მექანიზმს.

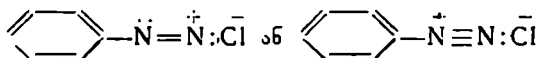
## თ ა ვ ი X I

### არომატული დიაზო- და აზონაერთები

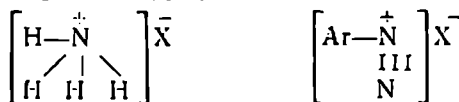
არომატულ დიაზონაერთებს უწოდებენ ისეთ ნივთიერებებს, რომელთა ზოგადი ფორმულაა  $Ar-N_2-X$  (სადაც  $Ar$ —არის არომატული ნახშირწყალბადების ფრაგმენტი.  $X$ —მეჯვის ნაშთი ან ჰიდროქსილი). ე. ბამბერგერისა და ა. ჰანჩის მიხედვით. აზოტის ორი ატომი ერთმანეთთან დაკავშირებულია ორმაგი ან სამმაგი პვით და მათ უჩვენეს, რომ დიაზონაერთები არსებობენ ორი შეესაძლო სტრუქტურის სახით:



არომატული დიაზონაერთების უმარტივესი და ტიპური ნაერთია ფენილდიაზონიუმის მარილი — ფენილდიაზონიუმის ქლორიდი:



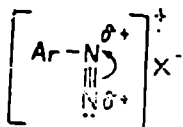
დიაზონიუმის მარილები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ამონიუმის მარილები, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია არილით, ხოლო დანარჩენი სამი წყალბადატომი ერთი სამვალენტიანი აზოტით:



დიაზონიუმის მარილი

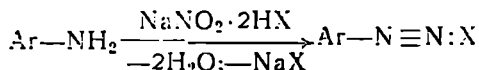
როგორც დიაზონიუმის მარილის ფორმულიდან ჩანს, იგი მოიცავს დიაზოკატიონსა  $\left( Ar-\overset{+}{N} \right)$  და ანიონს  $(X^-)$ .

დიაზოკატიონი წარმოადგენს შეუღლებულ იონს, რომელშიაც აზოტის ატომები ნაწილობრივ დამუხტული არიან დადებითად:



როგორც აღ-ნიშნა (გვ. 127), დიაზონაერთები მიიღებიან არომატიულ პირველად ამინებზე აზოტოვანი მჟეავას მოქმედებით. დიაზონაერთების მიღების რეაქცია ცნობილია დიაზოტირების რეაქციის სახელწოდებით.

დიაზოტირების რეაქცია აღმოაჩინა 1858 წელს სტუდენტმა პ. გრისმა (ა. კოლბეს ლაბორატორიაში მუშაობის დროს):

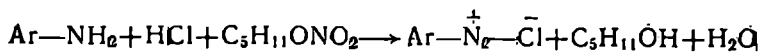


დიაზოტირების რეაქციას უმთავრესად ახორციელებენ პირველადი არილამინების მარილების წყალხსნარზე ნატრიუმის ნიტრიტიდან მიღებული აზოტოვანი მჟეავას მოქმედებით მჟევე გარემოში, 0—5°C ტემპერატურაზე. დიაზოტირების დამთავრების შემდეგ რეაქციის ნარევი უნდა იყოს საკმარისად მჟევე. წინააღმდეგ შემთხვევაში, რეაქციაში შეუსვლელი ამინიდან წარმოიქმნება დიაზოამინონაერთები. ასეთი ნაერთები რომ არ წარმოიქმნას, ამისათვის ერთ ეკვივალენტ არილამინზე საჭიროა აღებულ იქნეს 2,5-3 ეკვივალენტი მინერალური მჟეავა (HCl ან H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> და სხვა). მინერალური მჟეავას ერთი ეკვივალენტი ხმარდება ნიტრიტიდან აზოტოვანი მჟეავას გამოყოფას, ერთი ეკვივალენტი დიაზონიუმის მარილის წარმოქმნას და 0,5 ეკვივალენტი არამდგრადი დიაზონიუმის მარილის სტაბილიზაციას.

დიაზოტირების განსორციელებისას რეაქციის დამთავრებას აღგენენ იოდსახამებლის ქაღალდით (იოდსახამებლის ქაღალდი არის იოდკალიუმისა და სახამებლის ბუბკოს ხსნარით გაყვანილი ფილტრის ქაღალდი). თუ დიაზოტირება დამთავრებულია, მაშინ რეაქციის ნარევი შეიცავს აზოტოვან მჟეავას, რომელიც იოდსახამებლის ქაღალდთან იძლევა ლურჯ შეფერვას. ამ დროს იოდის იონი, რომელიც წარმოქმნილია კალიუმიოდის გახსნით, აზოტოვანი მჟეავას გაყვანილი იყვანება ნეიტრალურ იოდად (2I<sup>-</sup>—2e→I<sub>2</sub>), რომელიც სახამებელთან წარმოქმნის ლურჯ ფერს.

თავისუფალი დიაზონიუმის მარილების მიღებისათვის არილამინების დიაზოტირებას ახორციელებენ ორგანულ გამხსნელში, აზოტოვანი მჟეავას ეთერების მეშვეობით:

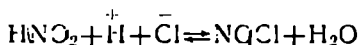
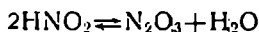
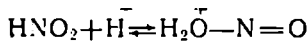
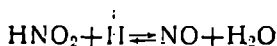




ამ პროცესის დროს დიაზონიუმის მარილი გამოყოფა ნალექის სახით.

### დიაზოტირების რეაქციის მექანიზმი

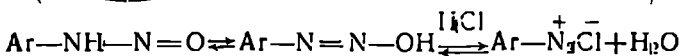
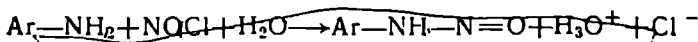
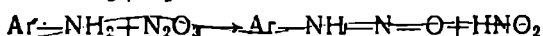
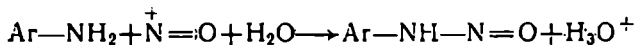
ახოტოვანი მკევა მკევე გარემოში წარმოქმნის რამდენიმე მადიაზოტირებელ აგენტს, როგორცაა: ნიტროზო-იონი  $\text{N}^+=\text{O}$ , ნიტროზო-ციდურ-იონი  $\text{H}_2\text{O}^+-\text{N}=\text{O}$ , აზოტის (III) ოქსიდი  $\text{N}_2\text{O}_3$ , ნიტროზო-ქლორი  $\text{NOCl}$ . მადიაზოტირებელი აგენტების წარმოქმნა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



ყველა აღნიშნულ აგენტს შეუძლია პირველადი არილამინის დიაზოტირება, ხოლო მათი აქტიურობა დამოკიდებულია რეაქციის პირობებსა და ამინის ფუძის სიძლიერეზე. მაგალითად, მინერალურ მკევათა დიდი კონცენტრაციის დროს უპირატესად მოქმედებს

$\text{H}_2\text{O}^+-\text{N}=\text{O}$ , ხოლო მცირე კონცენტრაციისას  $\text{N}_2\text{O}_3$ . ჩვეულებრივ, ამინი, რაც უფრო სუსტი ფუძე თვისებისაა, მით უფრო ძნელად შედის დიაზოტირების რეაქციაში.

დიაზოტირების რეაქციის პირველ სტადიაზე მადიაზოტირებელი ნებისმიერი რეაგენტის მოქმედებით წარმოიქმნება პირველადი არილამინის არამდგრადი ნიტროზამინი, რომელიც შემდეგ სტადიაზე გარდაიქმნება ტაუტომერ-დიაზოჰიდრატად. უკანასკნელ სტადიაზე დიაზოჰიდრატი მკევას გავლენით წარმოქმნის დიაზონიუმის მარილს:

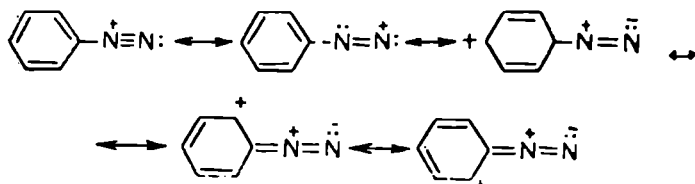


ნიტროზამინი

დიაზოჰიდრატი

დიაზონიუმის მარილი

განსხვავებით ალილდიაზონიუმის ნერთებისაგან (პრაქტიკულად ალილდიაზონიუმის ნერთები არ არსებობს), არილდიაზონიუმის მარილები 0°C-ზე იწინებს მდგრადობას, რაც დაკავშირებულია არილდიაზონიუმის იონების მდგრადობასთან. არილდიაზონიუმის იონების გადიდებული მდგრადობა კი განპირობებულია მეზომერული სტაბილიზაციით:

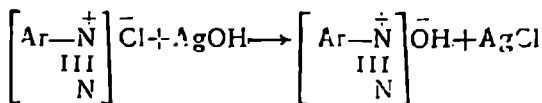


დიაზოტირება არის უაღრესად დიდი მნიშვნელობის რეაქცია. ამ რეაქციისა და ზინინის რეაქციის მეშვეობით წარმოიშვა ორგანული ქიმიის ორი დარგი — დიაზონერთების ქიმია და აზოსაღებარების ქიმია. უკანასკნელა მოიცავს უპირავე სინთეზურ საღებარს, რომელთაც განსაკუთრებით დიდი გამოყენება აქვთ საფეიქრო მრეწველობაში.

არილდიაზონიუმის მარილების ორგანულ სინთეზში დიდი მასშტაბით გამოყენება განპირობებულია ერთი მხრივ იმით, რომ ისინი ადვალენტისაწოდომია, მეორე მხრივ, ბირთვში ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები მიმდინარეობს ადვილად და არ მოითხოვს გამაქტივირებელი ფრაგმენტის არსებობას.

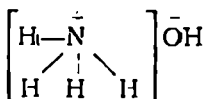
**ფიზიკური თვისებები.** დიაზონიუმის მარილები გამოჩვენებენ გარდა ყველანი კარგად იხსნებიან წყალში. ამიტომ წყალხსნარებიდან მათი გამოყოფა არ ღერხდება. როგორც აღნიშნული იყო (გვ. 147), ორგანულ გამსსნელებში დიაზოტირების რეაქციის განხორციელების დროს დიაზონიუმის მარილი გამოიყოფა ნალექს სახით. დიაზონიუმის მარილები წარმოადგენენ თეთრი ფერის კრისტალურ ნივთიერებებს, რომლებიც ჰაერზე იღებენ მუქ ფერს. ისინი გარდა არილდიაზონიუმის ბორფტორიდებისა ყველა, დარტყმით, ხახუნითა და გაყვლებით ფეთქდებიან. ამიტომ დიაზონიუმის მარილებთან ქიმიურ რეაქციებს ახორციელებენ წყალხსნარებში, სადაც ისინი არ ფეთქდებიან. დიაზონიუმის მარილები გახსნილ მდგომარეობაში ნეიტრალურ ბუნებას ამჟღავნებენ.

**ქიმიური თვისებები.** არილდიაზონიუმის მარილის ხსნარზე ეკვიმოლექტული რაოდენობის ტუტის ან სველი ვერცხლის ოქსიდის მოქმედებით მიიღება არილდიაზონიუმის ჰიდროქსიდო:

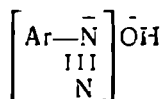


არილდიაზონიუმის ჰიდროქსიდი

არილდიაზონიუმის ჰიდროქსიდი ამონიუმის ჰიდროქსიდის ანალოგიურია. არილდიაზონიუმის ჰიდროქსიდი შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც ამონიუმის ჰიდროქსიდი, სადაც ერთი წყალბადატომი შეცვლილია არილით და სამი წყალბადატომი სამვალენტიანი აზოტის ატომით:

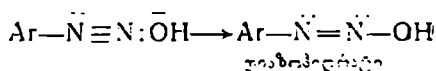


ამონიუმის ჰიდროქსიდი

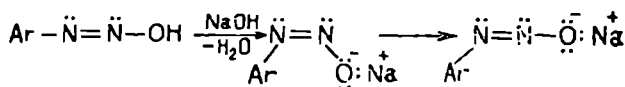


არილდიაზონიუმის ჰიდროქსიდი

არილდიაზონიუმის ჰიდროქსიდი ძლიერ სწრაფად განიცდის შიგამოლეკულურ გადაჯგუფებას და მიიღება დიაზოჰიდრატს:

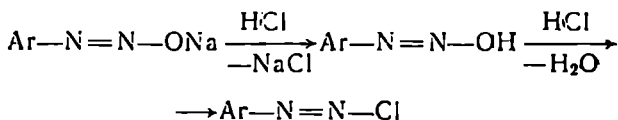


დიაზოჰიდრატი ტუტის ქარბი რაოდენობის დროს გარდაიქმნება ნ-დიაზოტატად, რომელიც შემდეგ გაღადის უფრო მდგრად იზონდიაზოტატში:



ნ-ნატრიუმდიაზოტატი      იზონატრიუმდიაზოტატი

დიაზოტატი მყავას მოქმედებით ისევ გარდაიქმნება დიაზონიუმის მარილად:



დიაზოტატი უფრო მდგრადია, ვიდრე დიაზონიუმის მარილი.

ა. ჰანჩის თვალსაზრისით, დიაზოტატები არსებობენ ორ სტერეოიზომერულ ფორმაში. დიაზოჰიდრატი ტუტის მოქმედებით ჯერ წარმოქმნის ნაკლებად მდგრად სან-დიაზოტატს, რომელიც კონცენტრი-

რებული ტუტის გავლენით გარდაიქმნება მდგრად ანტი-დიაზოტატად:

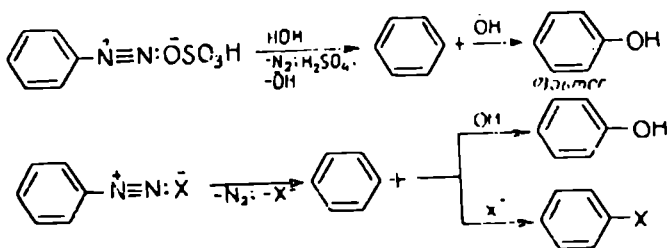


სინ- და ანტი-დიაზოტატის არსებობა ღრუმდე საბოლოოდ დადგენილი არ არის.

არილ-დიაზონიუმის მარილებს ახასიათებთ ძალიან დიდი რეაქციის უნარი. ამ რეაქციათა განხილვის გაადვილების მიზნით, მათ ყოფენ ორ ჯგუფად: I. რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოყოფით და II. რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოყოფლად.

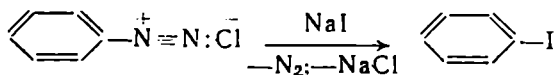
I-რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოყოფით

1. ფენოლების წარმოქმნა. დიაზონიუმის მარილის ხსნარს გაცხელებით გამოიყოფა აზოტი და მიიღება ფენოლი. ამ გზით ფენოლის მკვლელების დროს უმჯობესია ავიღოთ გოგირდმკვებადიაზონიუმის მარილის ხსნარი, რადგან ქლორდიაზონიუმის მარილის შემთხვევაში ფენოლთან ერთად მიიღება არილქლორენილი:



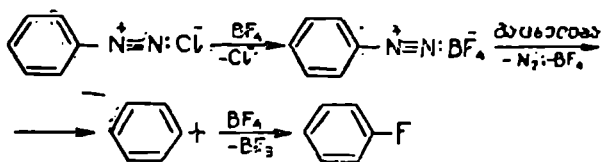
შესაძლებლად მიიჩნევენ, რომ ნუკლეოფილური ჩანაცვლების აღნიშნული რეაქციები მიმდინარეობს  $S_N1$  მექანიზმის მიხედვით.

2. ანალოგიურ პირობებში ქლორდიაზონიუმის მარილზე NaI ან KI-ის მოქმედებით მიიღება არილიოდიდი:



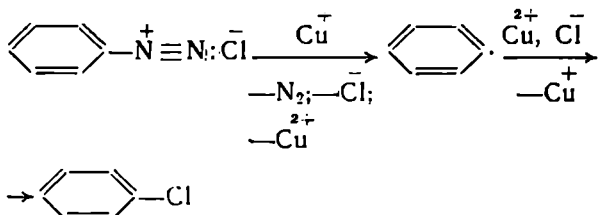
ეს რეაქცია არის საუკეთესო საშუალება არომატული ნაერთის პირთში იოდის შეყვანისათვის.

არილდიაზონიუმის ხსნარზე ბორფტორიდის მოქმედებით წარმოიქმნება ცუდადხსნადი არილდიაზონიუმის ბორფტორიდი, რომელიც მაღალ ტემპერატურაზე ფრთხილი გაცხელებით გარდაიქმნება არილფტორიდად (შიმანის რეაქცია):

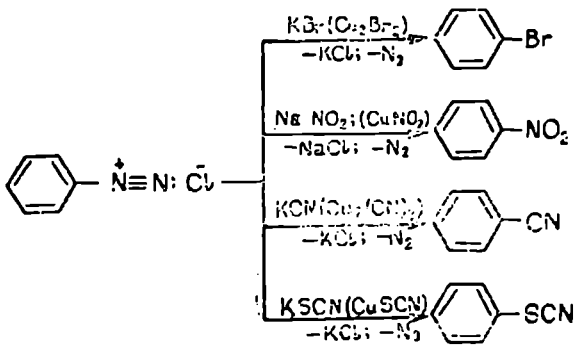


არილფტორიდების მიღების ამ მეთოდს აქვს უპირატესობა ყველა იმ მეთოდთან შედარებით, რომლითაც კი ღებულობენ არილფტორიდებს.

**8. ზანდმეიერის რეაქცია.** არილდიაზონიუმის მარილზე ერთვალენტური სპილენძის შესაბამისი მარილების, როგორც კატალიზატორების მოქმედებით, დიაზონიუმის ჯგუფი შეიძლება შეიცვალოს სხვადასხვა ანიონით. მაგალითად, ფენილქლორიდიაზონიუმიდან  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$ -ის კატალიზური მოქმედებით მიიღება ქლორბენზოლი. რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმით:

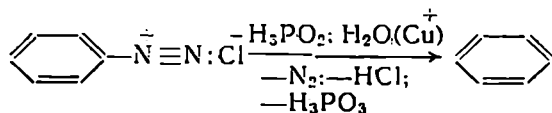


ამ რეაქციის ანალოგიურად მიმდინარეობს არილბრომიდების, არომატული ნიტრონაერთების, არილნიტრილებისა და რიგ სხვა ნაერთთა წარმოქმნის რეაქციები:

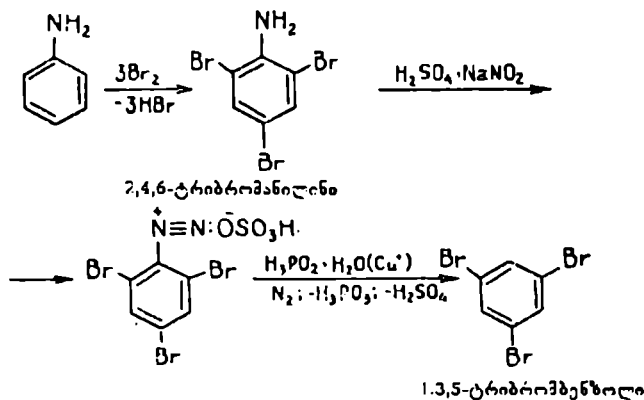


ზანდმეიერის რეაქციით წარმოქმნილი ნაერთები შეიძლება მივიღოთ გატერმანის რეაქციითაც, რომლის დროსაც კატალიზატორად, ხაცვლად ერთვალენტიანი სპილენძის მარილებისა, გამოყენებულია ახლადდაღეპილი ფხვნილისებური მეტალური სპილენძი.

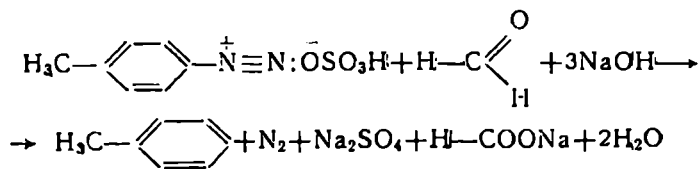
4. ჰიოფოსფორმეაჟა კატალიზატორ-ერთვალენტიანი სპილენძის მარილის თანაობით არილდიაზონიუმის მარილებს აღადგენს არენებად:



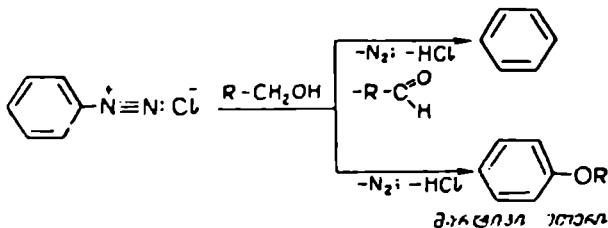
აღდგენის ამ მეთოდს გამოყენება საშუალებას იძლევა მივიღოთ ბირთვში ჩანაცვლებული სასურველი ნაერთი. მაგალითად, თუ ამინოჯგუფს გამოვიყენებთ, როგორც ბირთვის H-ატომების გამააქტივებელსა და მორიენტირებელს, მაშინ ამინოჯგუფის დიაზოტირებითა და მიღებული დიაზონაერთის აღდგენით მივიღებთ წინასწარ ნაყარადღე ნივთიერებას:



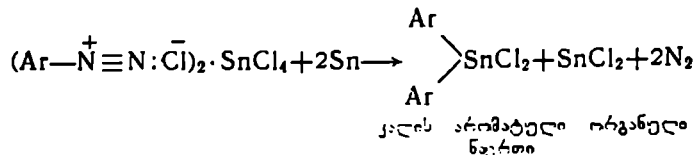
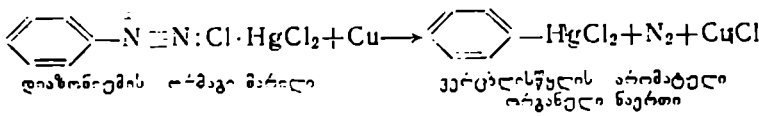
არილდიაზონიუმის მარილების აღდგენას ახორციელებენ აგრეთვე ფორმალდეჰიდის ტუტიანი ხსნარით:



გარდა აღნიშნულისა, არილდიაზონიუმის მარილების აღდგენა შეიძლება განხორციელდეს ალიფატური სპირტების მეშვეობით. ამ შემთხვევაში გარდა აზენებისა მიიღება ფენოლთა მარტივი ეთერებიც,



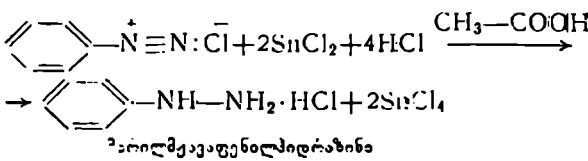
5. დიაზონიუმის ორმაგ მარილზე მეტალთა ფხვნილის მოქმედებით ა. ნ. ნესმეიანოვმა მიიღო მრავალი სხვადასხვა არომატული შეტალორგანული ნაერთი:



II. რეაქციები რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოუყოფლად

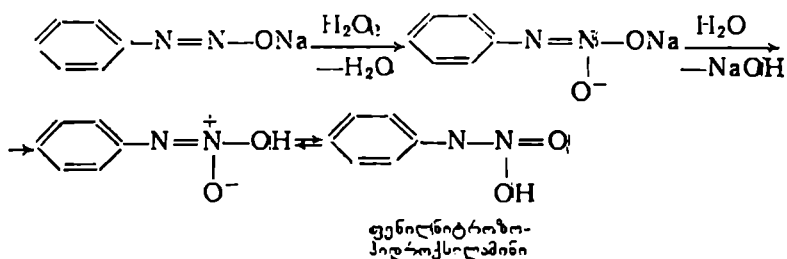
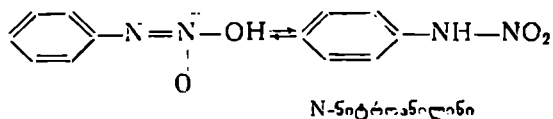
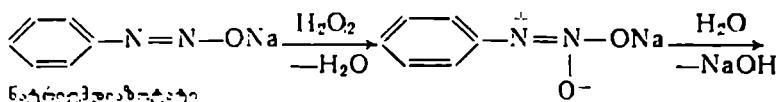
არილდიაზონიუმის მარილთა რეაქციებს, რომლებიც მიმდინარეობს აზოტის გამოუყოფლად, მიეკუთვნება აღდგენა (გარკვეულ პირობებში), დაეანგვა და აზოშერწყმა.

1. აღდგენა. თუ დიაზომარილზე ეიმოქმედებთ ისეთი მსუბუქი აღმდგენელით, როგორც არის კალის ქლორიდის მარილმეაეა ხსნარი ძმარმეაეას გარემოში, მაშინ დიაზომარილი აღდგება და მიიღება მარილმეაეა არილპიდრაზინის მარილი:



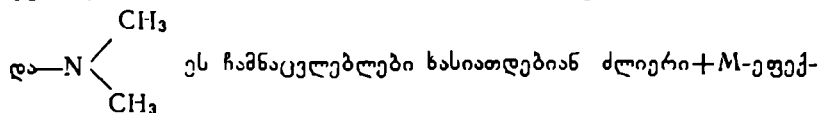
არლიქიდრაზინები დიდ გამოყენებას ღებულობენ ზოგერთი სა-  
 ლუბარისა და მედიკამენტის მიღების საქმეში. გარდა ამისა, ისინი გა-  
 მოყენებული არიან, როგორც რეაგენტები ალდეჰიდებსა და კეტო-  
 ნებზე.

2. დაუანგვა. წყალბადის პეროქსიდის მოქმედებით დიაზოტატები  
 იყანგებიან და წარმოიქმნებიან N-ნიტროამინები და ნიტროზოპი-  
 დროქსილაპინები:



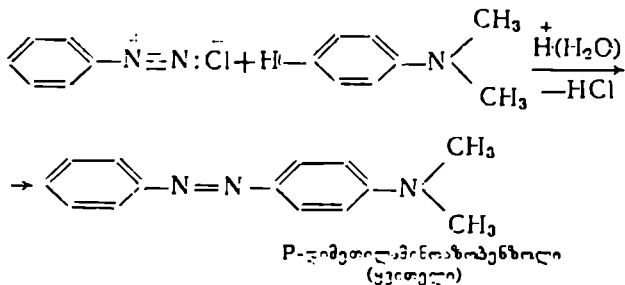
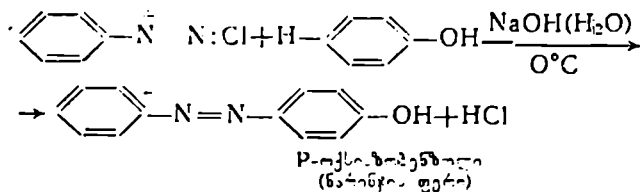
3. აზოშერწყმა. დიაზოკატიონი  $\left( \text{Ar} \begin{array}{c} \text{N} \\ \text{III} \\ \text{N} \end{array} \right)$  სუსტი ელექტროფილია,

ამიტომ დიაზომარილები ურთიერთმოქმედებენ მხოლოდ ისეთ არო-  
 მატულ ნაერთებთან, რომლებიც გააქტივებულია ისეთი ძლიერი ელე-  
 ქტროდონორული ჩამნაცვლებლებით, როგორც არის  $\text{O}^-\text{-OH}$



ტით. ამიტომ, რომ დიაზომარილები აზოშერწყმის რეაქციებს ადვი-  
 ლად იძლევიან ფენოლებთან და ამინებთან, რომლის შედეგადაც  
 წარმოიქმნებიან აზონაერთები. დიაზოკატიონის დაჯახება ხდება ელე-  
 ქტროდონორული ჩამნაცვლებლის მიმართ P-მდებარეობაში:



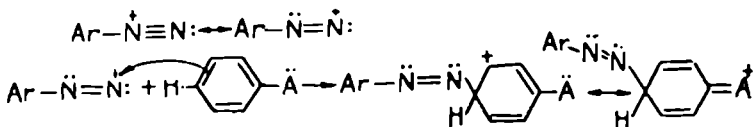


ფენოლებთან აზოშერწყმას ახორციელებენ განზავებული ტუტის გარემოში. ამ დროს ტუტის მოქმედებით ფენოლიდან წარმოიქმნება უარყოფითად დამუხტული ქანგბადატომი, ფენოლატ-ანიონის სახით, რომელიც უფრო ძლიერ აქტიურს ხდის არომატულ ბირთვის, ვიდრე ჰიდროქსილი და ადვილდება აზოშერწყმის პროცესი. ძლიერტუტე გარემოში არილდიაზონიუმის მარილი გარდაიქმნება არილდიაზოტატად. რომელიც არ შედის აზოშერწყმის რეაქციაში.

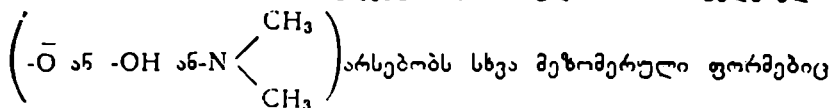
ამინებთან აზოშერწყმას ახორციელებენ განზავებული მყავას გარემოში. კონცენტრირებულ მყავას ხსნარში წარმოიქმნება არილ-მონიუმის მარილი, რომელიც —I ეფექტის გამო იწვევს არომატული ბირთვის დეზაქტივაციასა და ამ მიზეზით აზოშერწყმა არ მიმდინარეობს.

აზოშერწყმის რეაქციები მიეკუთვნებიან ელექტროფილური ბი-მოლეკულური ჩანაცვლების რეაქციებს ( $S_E 2$ ), სადაც დიაზომარილები გველანებიან, როგორც ელექტროფილური აგენტები.

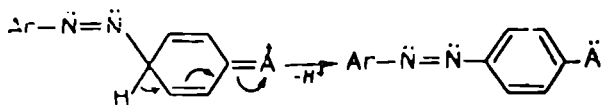
აზოშერწყმა მიმდინარეობს შემდეგი მექანიზმის მიხედვით:



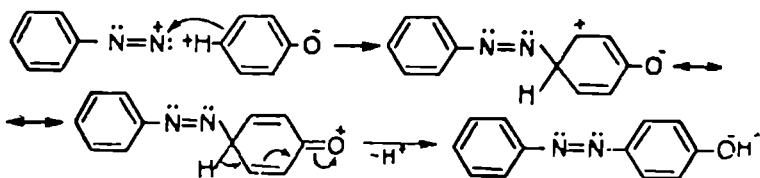
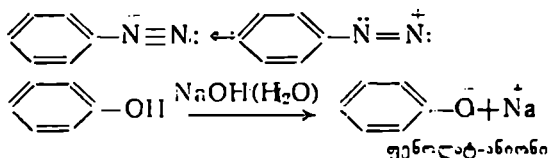
A-არის ძლიერი ელექტროდონორული ჩამნაცვლებელი



(გვ. 147).

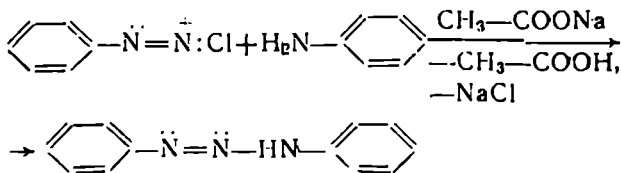


ელექტროფილური ჩამნაცვლების განხილული მექანიზმი ფენილ-დიაზონაერთისა და ფენოლის ურთიერთმოქმედების მაგალითის მიხედვით შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად:

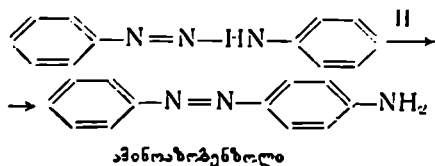


შერწყმა ყოველთვის ხდება P-მდებარეობაში, ხოლო თუ ეს მდებარეობა დაკავებულია, მაშინ შერწყმას ადგილი აქვს O-მდებარეობაში.

პირველადი და მეორეული ამინების ნეიტრალური ან განზავებული მჟეას ხსნარში აზოჯგუფი ადგილს იკავებს ამინოჯგუფში და არა ბირთვში. რის შედეგადაც წარმოიქმნება დიაზოამინონაერთები:

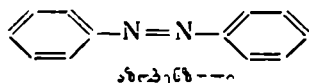


დიაზოამინონაერთები მევენების გავლენითა და გაცხელებით გარდაიქმნებიან ამინოაზონაერთებად:

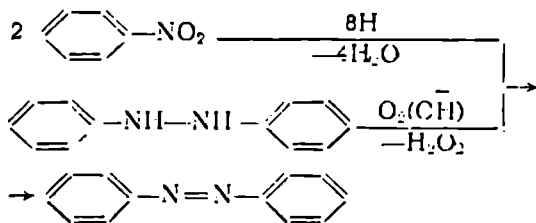


### აზონაერთები

აზონაერთები შეიცავენ აზოჯგუფს  $\text{N}=\text{N}$ . თუ აზოჯგუფი დაკავშირებულია ორ არილთან, მაშინ საქმე გვაქვს არომატულ აზონაერთებთან. მათი ზოგადი ფორმულაა  $\text{Ar}-\text{N}=\text{N}-\text{Ar}$ . არომატული აზონაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია აზობენზოლი:



როგორც აღნიშნა (გვ. 142), აზობენზოლი მიიღება ნიტრობენზოლის აღდგენით და აგრეთვე ჰიდრაზობენზოლის დაჟანგვით:



არომატული აზონაერთებიდან უაღრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ აზოსაღებარებს. რომლებიც წარმოიქმნებიან დიაზონიუმის მარილების ფენოლებთან ან ამინებთან აზოშერწყმით (გვ. 154).

საღებარები დიდ გამოყენებას პოულობენ საფეიქრო, ტყავის, პოლიგრაფიული ქაღალდის, პლასტიკური მასების, შპალერის, პარფუმერიისა და მრეწველობის სხვა დარგებში. აღსანიშნავია, რომ ორგანული საღებარები მთელ მსოფლიოში დღეისათვის ყოველწლიურად მზადდება 800 ათასი ტონის რაოდენობით. მისი რაოდენობრივი წარმოება, მინერალური სასუქების წარმოებასთან შედარებით მცირეა. მაგრამ 800 ათასი ტონა ორგანული საღებარების მიღებასათვის საჭიროა დამუშავებულ რქნეს 30 მილიონი ტონა ორგანული და

არაორგანული ნედლეული, რომელმაც საღებარის მიღებამდე უნდა გაიაროს გრძელი და რთული ქიმიური ვადამუშავეების გზა, რაც დიდ შრომასა და მატერიალურ დანახარჯებთან არის დაკავშირებული.

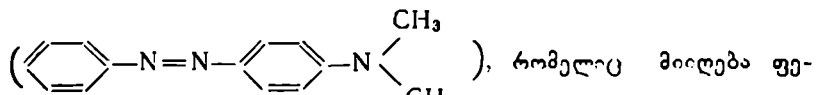
საუკუნეების მანძილზე ადამიანები საღებარების მიღებას ახდენდნენ მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმიდან და ამ გზით მიღებული საღებარებით კმაყოფილდებოდნენ. XVIII საუკუნის ბოლოს კი როცა სწრაფი ტემპით იწყო განვითარება მრეწველობის სხვადასხვა დარგმა და განსაკუთრებით საფეიქრო წარმოებამ, საღებარებზე დიდმა მოთხოვნამ იჩინა თავი. ცხადია, ბუნებრივი წყაროებიდან მიღებულ საღებარებს არ შეეძლო დაეკმაყოფილებინა მათზე ესოდენ დიდი მოთხოვნილება. აუცილებელი გახდა ძვირადღირებული ბუნებრივი საღებარების შეცვლა იაფფასიანი ხელოვნური საღებარებით, მათი ასორტიმენტის გადიდება და საჭირო რაოდენობით წარმოება. ქმიკოსებმა შესძლეს კოქსოქიმიური და გაზის მრეწველობის ნარჩენებიდან ძვირფასი თვისებების და იაფფასიანი საღებარების მიღება. სინთეზური საღებარების მიღების საქმეში განუზომლად დიდი როლი ითამაშა 1842 წელს ნ. ნ. ზინინის მიერ არომატული ამინების მიღების ზოგადი მეთოდის აღმოჩენამ და აი, სწორედ პირველი სინთეზური საღებარები მიიღეს ანილინიდან და მისი მსგავსი ნაერთებიდან. იურიევში (ტარტუ) 1855 წელს ანილინიდან პირველად მიიღეს საღებარი, რომელიც შალსა და აბრეშუმს ღებავდა წითლად.

ახალი სინთეზური საღებარების სინთეზი და მათი სამრეწველო გზით მიღება სწრაფად ვითარდებოდა, ამიტომ იყო, რომ სავსებით სამართლიანად მე-20 საუკუნის მაჯნაზე საღებარებს წარმოებას „ქიმიის გვირგვინი“ უწოდეს.

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ დღეისათვის ხმარებაში მყოფი საღებარების რაოდენობის თითქმის ნახევარი არის აზოსაღებარი, ადვილი წარმოსადგენია, რა დიდი სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს აზოშერწყმის რეაქციას.

აზოშერწყმით შეიძლება მივიღოთ სპექტრის ყველა ხილული ფერის აზონანტო. აზოსაღებარები არიან, როგორც ფუძე, ასევე მჟავური ბუნების.

ა) ფუძე აზოსაღებარები. ფუძე ხასიათის აზოსაღებარების მარტოვი წარმომადგენელია P-დიმეთილამინოაზობენზოლი

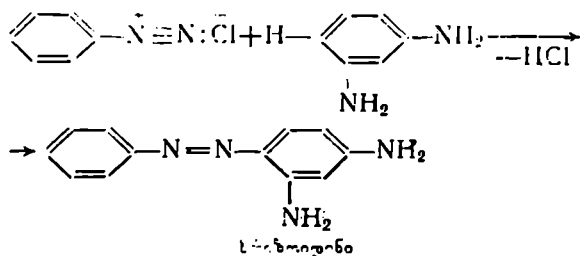


ნილდაზონიუმქლორიდის აზოშერწყმით N,N-დიმეთილანილინთან

(გვ. 155). P-დიმეთილამინოაზობენზოლი არის ყვეთელი ფერის კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 116—118°C). მას წინათ იყენებდნენ საკვების ცხიმების შეფერვისათვის, ამჟამად მისი გამოყენება საკვების შემფერავად აკრძალულია. რადგან იგი ხასიათდება ძლიერი კანცეროგენული თვისებით.

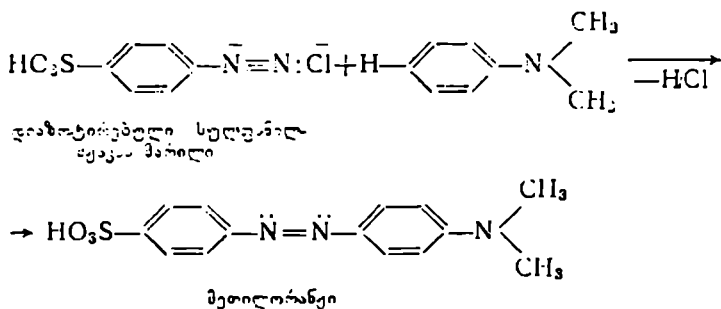
P-დიმეთილამინოაზობენზოლი გამოყენებულა, როგორც მკავე-ფუძე ინდიკატორი.

pH 2,9-4,0 ინტერვალში შეფერვა წითლიდან გადადის ყვეთელში. ფუძე საღებარებს მიეკუთვნება ხრიზოიდინი, რომელსაც ლებულბენ დიაზოტირებულ ანილინზე III-ფენილენდიამინის მოქმედებით:



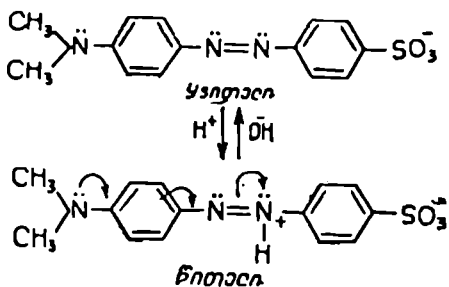
სრიზოიდინი წარმოადგენს წითელ-მოყვითალო ფერის ფხვნილს. იგი იხსნება წყალსა და სპირტში. სრიზოიდინი ტანინით (როგორც ფერმქერი) გაყვნილილ ბამბის ქსოვილს ლებავს წითელ-მოყვითალო ფერად. იგი გამოყენებულია აგრეთვე pH-ინდიკატორად.

მკავე აზოსაღებარებს მიეკუთვნება მეთილორანგი ანუ ჰელანთინი. იგი მიიღება დიაზოტირებული სულფანილმეფავას აზოზერწყმით N,N-დიმეთილანილინთან:



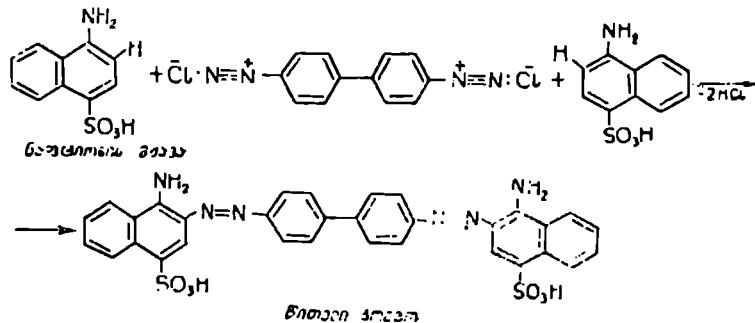
მეთილორანგი pH გარემოს შესაბამისად ზოგჯერათი სხვა აზოსაღებარის მსგავსად ადვილად იცვლის ფერს და ამის გამო გამოყენე-

ბულია pH-ინდიკატორად. მეთილორანჯი ტუტე არეში ლეზულობს ყვიელ. ხოლო მეავეში — წითელ ფერს:



მეთილორანჯი წარმოადგენს ნარინჯ-მოყვითალო ფერის ფურ-ცლისებურ კრისტალებს ან ფხვნილს. რომელიც მკირე ოდენობით იხსნება წყალში.

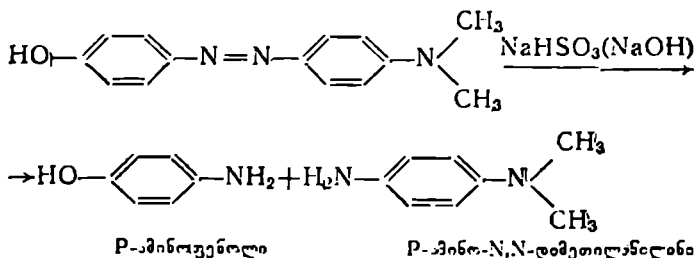
ს ჯ ბ ს ტ ა ნ ც ი უ რ ი ( უ შ უ ა ლ ო ). საღებარებიდან ყურადღე-ბას იპყრობს წითელი კონგო. იგი მიიღება ბის-დიაზოტირებული ბენ-ზიდიინის (ბენზიდიინის ორევე ამინოჯგუფი დიაზოტირებულია) შერ-წყვით ორ მოლეკულა ნაფტიონის მეავესთან:



წითელი კონგო არის მუქი წითელი ფერის ფხვნილი, რომელიც ადვილად იხსნება ცხელ წყალში. იგი ბოკოს ლებავს წითლად. წითე-ლი კონგოთი შეღებილი ქსოვილი მეავეს მოქმედებით ადვილად ხუნ-დება. იგი „ქალალ კონგოს“ სახით გამოყენებულია pH ინდიკატო-რად.


„ქალალდი კონგო“ მინერალური მეავეს გარემოში იღებება ლურ-ჯად, ხოლო ქმარმეავეს არეში — იისფრად. წითელ კონგოს იყენებენ ცილების დალექვისათვის აღსორბციული ინდიკატორის სახით.

აზოსალებარები ისეთი აღმდგენლების მოქმედებით, როგორც არის კალის (II) ქლორიდი მარილმჟავაში, ჰიდროსულფატის ტუტე ხსნარი და სხვა, ამინების წარმოქმნით აღვიღალ განიციდიან აღდგენით გახლეჩას:



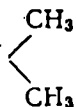
აზოსალებარების ეს თვისება გამოყენებულია მათი რაოდენობრივი ანალიზისა და აგებულების დადგენისათვის.

სხვადასხვა ჯგუფის სალებარების აგებულების შესწავლამ უჩვენა, რომ ყველა სალებარის შეფერილობა განპირობებულია ქრომოფორებით (ბერძ. Chroma-ფერი და phoros-მატარებელი). ქრომოფორებს მიეკუთვნებიან ატომთა ფრაგმენტები:

აზოჯგუფი-N=N-, ნიტროზოჯგუფი-N=O, ნიტროჯგუფი-NO<sub>2</sub>, კარბონილი >C=O, ეთენილი >C=C<, ქინოიდური ჯგუფი =  =. გარდა აღნიშნულისა, სალებარები შეიცავენ აუქსო-

ქრომებს (ბერძ. auxaeo-გამადიდებელი), რომლებიც თვითონ არ იწვევენ ნივთიერების შეფერილობას, მაგრამ ქრომოფორების არსებობის შემთხვევაში აღიღებენ, აღრმავებენ და ელფერს აძლევენ შეფერილობას.

აუქსოქრომებს მიეკუთვნებიან:

ამინოჯგუფი-NH<sub>2</sub>, დიმეთილამინოჯგუფი-N  , ჰიდროქსილის

ჯგუფი-OH, სულფოჯგუფი-SO<sub>3</sub>H, კარბოქსილის ჯგუფი — COOH და ზოგიერთი სხვა.

იმის მიხედვით, სალებარი ფუძე ბუნების აუქსოქრომებს შეიცავს თუ მჟავე ბუნების აუქსოქრომებს, იგი შეიძლება იყოს ფუძე ან მჟავე თვისების.

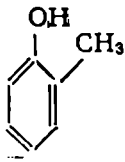
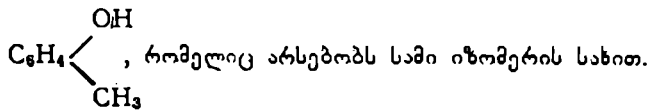
ფენოლები და არომატული სპირტები (არომატული  
ოქსინაერთები)

ფენოლები და არომატული სპირტები შეიცავენ ჰიდროქსილის ჯგუფს. ფენოლებში ჰიდროქსილის ჯგუფი უშუალოდ დაკავშირებულია ბირთვთან Ar—OH, ხოლო არომატული სპირტები ჰიდროქსილს ჯგუფს შეიცავენ გვერდით ჯაჭვში

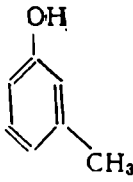
ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ ერთ-, ორ- და მრავალატომიან ფენოლებს. ტერმინი „ფენოლი“ წარმოდგება ბენზოლის ძველი სახელწოდებიდან „ფენი“ და ნიშნავს არომატულ ნაერთს, რომელიც შეიცავს ბირთვთან უშუალოდ დაკავშირებულ ჰიდროქსილს.

ართატომიანი ფენოლები

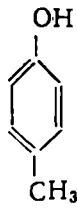
ერთატომიანი ფენოლების უმარტივესი წარმომადგენელია  $C_6H_5OH$ , რომელსაც, ჩვეულებრივ, უწოდებენ ფენოლს, კარბოლის მკვასს. სისტემატური ნომენკლატურით მას იხილავენ ისე, როგორც ბენზოლს, რომლის მოლეკულაში ერთი H-ატომი შეცვლილია ჰიდროქსილის ჯგუფით და უწოდებენ ოქსიბენზოლს. ერთატომიანი ფენოლების ჰომოლოგიური რიგის შემდეგი წევრია კრეზოლი



o-კრეზოლი  
(2-მეთილფენოლი)



m-კრეზოლი  
(3-მეთილფენოლი)



p-კრეზოლი  
(4-მეთილფენოლი)

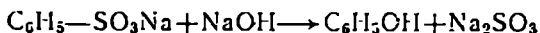
მიღების საშუალებანი. ერთატომიანი ფენოლების პირველი წევრები მიიღებიან ქვანახშირის კუბრის საშუალო ზეთის ანუ კარბოლის ზეთის ფრაქციიდან. მას კარბოლის ზეთის ფრაქცია უწოდენ



იმის გამო, რომ ამ ფრაქციაში იმყოფება კარბოლის მჟავა ( $C_6H_5OH$ ).

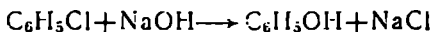
ფენოლების სინთეზური მიღების ძირითადი მეთოდები დაფუძნებულია არომატულ ბირთვში არსებული ზოგიერთი ჩანაცვლებულის ( $-Cl, -SO_3H, -N_2Cl$  და სხვა) ჰიდროქსილით შეცვლაზე.

1. სულფომჟავების მარილების ტუტეებთან ( $300^{\circ}C$ ) შეღობით წარმოიქმნება ფენოლები:



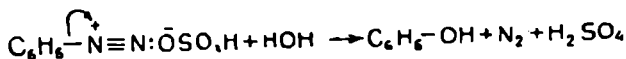
ნუკლეოფილური ჩანაცვლების ეს რეაქცია მიმდინარეობს შეერთება-ელიმინირების (AE) რეაქციის მექანიზმის მიხედვით. ფენოლების მიღების ეს მეთოდი სამრეწველო მასშტაბით განხორციელდა დაახლოებით ერთი საუკუნის წინათ და დღესაც არ დაუკარგავს თავის მნიშვნელობა.

2. ფენოლებს მრეწველობაში ღებულობენ არილჰალოგენიდების, განსაკუთრებით კი, არილქლორიდების ჰიდროლიზით.



ეს პროცესი ტარდება ძლიერი ტუტეების მოქმედებით მაღალ ტემპერატურასა ( $340^{\circ}C$ ) და მაღალი წნევის ( $200$  ატ.) ქვეშ. რეაქცია მიმდინარეობს ელიმინირება-შეერთების (EA) რეაქციის მექანიზმის მიხედვით.

3. ფენოლები მიიღებიან არომატულ ამინებიდან. ამინები აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით (მჟავე გარემოში) ჯერ გადაყავთ არომატულ დიაზომარილებად, რომლებიც წყალთან დუღილით გარდაიქმნიებიან ფენოლებად:



4. უაღრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ფენოლის (ოქსიბენზოლი) მიღებას კუმოლური მეთოდით. ამ მიზნით ჯერ ანხორციელებენ ბენზოლის ალკილირებას პროპილენით (ფრიდელ-კრაფტის რეაქცია) და ღებულობენ კუმოლს (იზოპროპილბენზოლი), რომელსაც უანგბადის მოქმედებით (ფუძე კატალიზატორების თანაობით) გარდაქმნიან კუმოლის ჰიდროპეროქსიდად. უკანასკნელი გოგირდმჟავას მოქმედებით ( $65^{\circ}C$ ) გარდაიქმნება ფენოლად და აცეტონად. ამ რეაქციის დროს ადგილი აქვს კუმოლის ჰიდროპეროქსიდის გადაჭვუფებას, რომლის მექანიზმი შეიძლება გამოისახოს სქემით:

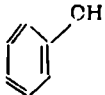
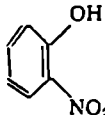
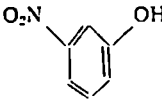
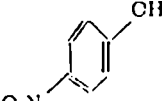
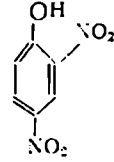
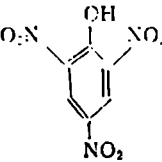


რო ძლიერ წყალბადურ ბმას, ვიდრე სპირტები, ამიტომაც, რომ შათი (ფენოლების) დუდილას ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე სპირტების. მაგალითად, ფენოლი დუღს 182°C-ზე და ციკლოჰექსანოლი 161°C-ზე.

ფენოლისა და ზოგიერთი ნიტროფენოლის ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

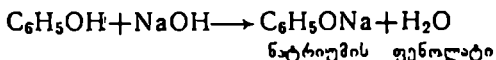
ფენოლისა და ზოგიერთი ნიტროფენოლის ფიზიკური თვისებები

სახეწოდება	ფორმულა	ლ. ტემპ. C	K <sub>11</sub>	სიმკვრივე d <sub>4</sub> <sup>20</sup>
ფენოლი		41,0	1,3 · 10 <sup>-10</sup>	1,072
o-ნიტროფენოლი		45,1	7,5 · 10 <sup>-8</sup>	1,657
m-ნიტროფენოლი		96,0	1,0 · 10 <sup>-8</sup>	1,485
p-ნიტროფენოლი		114,0	6,3 · 10 <sup>-8</sup>	1,479
2,4-დინიტროფენოლი		113,1	1,0 · 10 <sup>-4</sup>	1,683 24°C-ზე
2,4,6-ტრინიტროფენოლი		121,6	1,6 · 10 <sup>-1</sup>	1,763

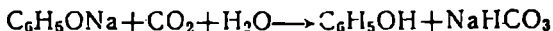
ქიმიური თვისებები. ფენოლები იჩენენ ქიმიური რეაქციებისადმი დიდ მდგრადობას, როგორც O—H ბმის, ასევე ბირთვის მდგრადობით. ფენოლებთან ის რეაქციები, რომლებიც დაკავშირებულია O—H ბმის გაწყვეტასთან, სპირტების შესაბამისი რეაქციების ანალოგიურია,

1. ფენოლებს ახასიათებთ მუავური თვისებები. ამ მხრივ ისინი უფრო ძლიერია, ვიდრე სპირტები და წყალი, ხოლო უფრო სუსტმუავური ბუნების არიან, ვიდრე ნახშირმჟავა და კარბონმჟავები. დისოციაციის კონსტანტა ძმარმჟავისა  $1,8 \cdot 10^{-6}$ ; ნახშირმჟავისა  $4,9 \cdot 10^{-7}$ ; წყლის  $1,8 \cdot 10^{-16}$ ; სპირტის ( $C_2H_5OH$ )  $10 \cdot 10^{-17}$  და ფენოლის  $1,3 \cdot 10^{-10}$ .

ეს მონაცემები იმაზე მიუთითებს, რომ სპირტისაგან განსხვავებით, ფენოლს შეუძლია რეაქციაში შევიდეს ტუტესთან. უკანასკნელთან ფენოლი იძლევა ალკოჰოლატის მაგვარ ნივთიერებას, რომელსაც ფენოლტი ეწოდება:

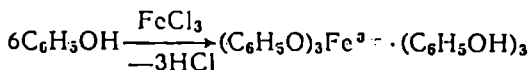


ფენოლს არ შეუძლია ნახშირმჟავას მარილებიდან გამოაძეოს ნახშირმჟავა და პირიქით, ნახშირმჟავას შეუძლია ფენოლტიდან გამოაძეოს ფენოლი:



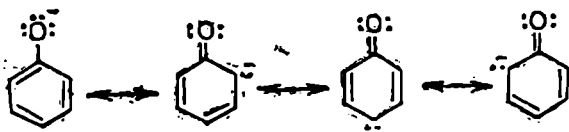
მოტანილი რეაქციები საშუალებას იძლევა ფენოლი გამოვეყოთ სპირტებისა და კარბონმჟავებისაგან.

თითქმის ყველა ფენოლი რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა შეფერილობას. თვით ფენოლი რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა იისფერ შეფერვას, ხოლო კრებოლები ლურჯს, რაც დაკავშირებულია სამვალენტნიანი რკინის იონების წარმოქმნასთან. რკინის ფენოლტი კომპლექსური ბუნებისაა:



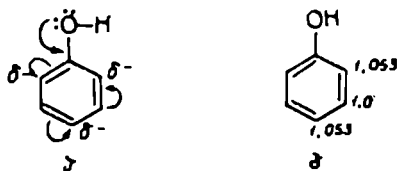
ეს არის თვისებითი რეაქცია ფენოლების ჰიდროქსილზე.

სპირტებთან შედარებით ფენოლების უფრო ძლიერი მჟავური ბუნება აიხსნება ჟანგბადის, გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონისა და ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონების შეუღლებით. ასეთი შეუღლება ჟანგბადის ატომზე ამცირებს ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს, რაც აადვილებს პროტონის მოწყვეტას. ამის გარდა, ფენოლი სპირტთან შედარებით იმითომ არის ძლიერი მჟავა, რომ ფენოლატ-ანიონი ჟანგბადის წყვილი ელექტრონის მეშვეობით მეზომერულად სტაბილიზებულია:



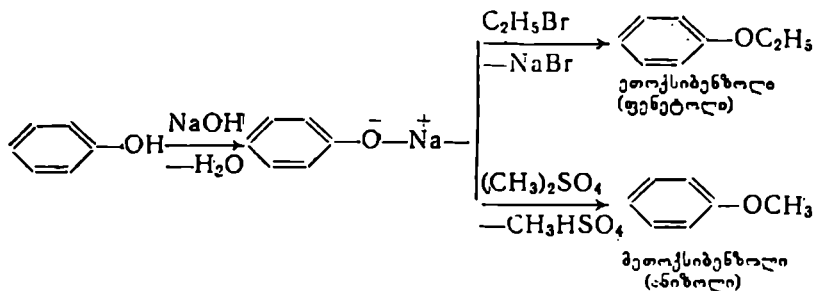
ფენოლის ამ თვისებაში რელატიურად ჩანს ბირთვის გავლენა ჰიდროქსილის ჯგუფზე. ჰიდროქსილის ჯგუფი თავის მხრივ გავლენას ახდენს ბირთვზე. უანგბადის გაუზიარებელი წყველი ელექტრონის ბირთვისაქენ გადაწევის გამო ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე მატულობს O- და P-მდებარეობაში და ფენოლთან ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები ძირითადად მიმდინარეობს O- და P-ნახშირბადატომთან.

ფენოლის მოლეკულაში ელექტრონული ღრუბლის გადაწევა და სიმკვრივე ნაჩვენებია ა და ბ ფორმულით:

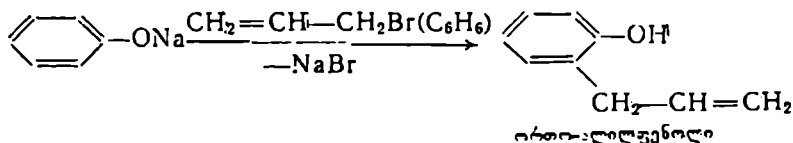
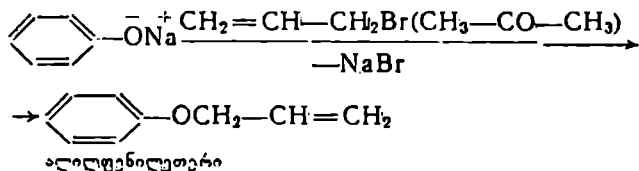


ფენოლების მკვლევარი ბუნება დიდად მატულობს ბირთვში ძლიერი ელექტროფილური ჩანაცვლების არსებობის შემთხვევაში. ასე მაგალითად, O-, და P-ნიტროფენოლი უფრო ძლიერი მკვლევარი ბუნებით ხასიათდებიან, ვიდრე ფენოლი. დინიტროფენოლი დაახლოებით ისეთი სიძლიერის მკვლევარია, როგორც კარბონმკვლევარი. ტრინიტროფენოლი თავისი მკვლევარი სიძლიერით ახლოს დგას მინერალურ მკვლევართან (ცხრ. 6).

2. ალკილირება. ფენოლების ალკილირება პირობების შესაბამისად მიმდინარეობს O- და C-ჩანაცვლების მიხედვით. მაგალითად, ფენოლები ფენოლატ-იონების სახით ადვილად შედიან რეაქციაში ალკილჰალოგენიდებთან, გოგირდმკვლევას რთულ ეთერებთან და იძლევიან O-ალკილირებულ პროდუქტებს — მარტე ეთერებს:

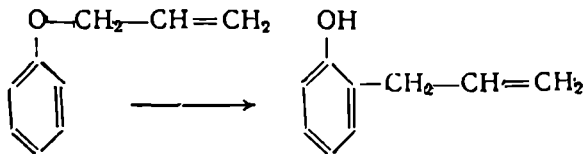


ფენოლები ალკილირებით გამხსნელის ბუნების შესაბამისად იძლევიან, როგორც O-, ასევე C-ალკილირებულ პროდუქტებს. ასე მაგალითად, ფენოლატზე ალილბრომიდის მოქმედებით აცეტონისა და მისი მსგავსი პოლარული გამხსნელის თანაობით წარმოიქმნება ფენილალილეთერი, ხოლო ბენზოლისა და მის მსგავს არაპოლარულ გამხსნელში ორთო-ალილფენოლი:

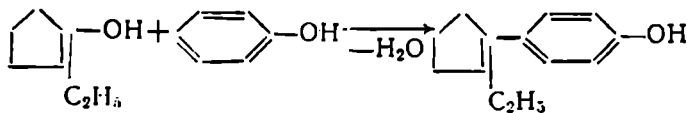


არაპოლარულ გამხსნელში C-ალკილირებას უწყობს წარმოქმნა შეიძლება ახსნილ იქნეს იმით, რომ ამ შემთხვევაში არ წარმოიქმნება ფენოლატ-იონი. ნატრიუმის ატომით ეკრანირებულია ეანგბადატომი და იქმნება პირობები C-ალკილირებისათვის.

ფენილალილეთერი 200°C-ზე გაცხელებით გადადის ორთო-ალილ-ფენოლში, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ C-ალილირებულ პროდუქტები უფრო სტაბილურია, ვიდრე O-ალილირებული:



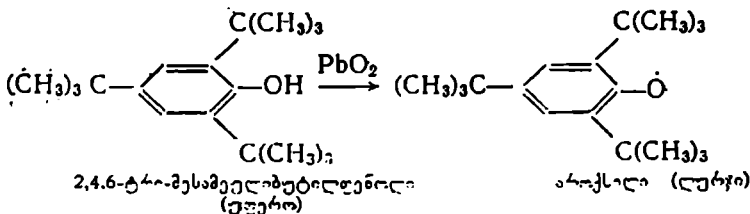
∴ ფენოლები გოგ-რდმეავას ან გუმბრინის თანაობით ურთიერთმოქმედებენ ალოციკლურ სპირტებთან და წარმოქმნება შესაბამისი ციკლოალკილირებული ფენოლები. მაგალითად, ფენოლზე 1-ეთილციკლოპენტანოლის მოქმედებით მიიღება 1-ეთილ-(P-ოქსიფენილ)-ციკლოპენტანი (დ. მ. გაბრიაძე):



1-ეთილ-(P-ოქსიფენილ)-ციკლოპენტანი

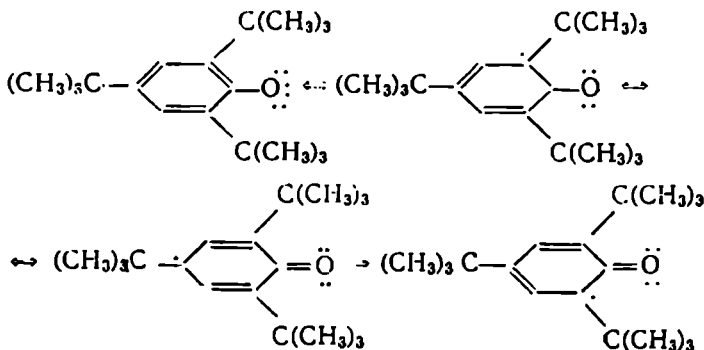
ზოგაერთი ციკლოალკილირებული ფენოლი და მისი ნაწარმი ხასიათდება ბიოლოგიური აქტივობით.

ორთო- და პარა- მდებარეობაში მესამეული ალკალით ალკილირებული ფენოლები ტყვიის დიოქსიდით (PbO<sub>2</sub>) იქანგებიან და წარმოქმნიან თავისუფალ რადიკალებს, რომლებიც ცნობილი არიან აროქსილების სახელწოდებით. მაგალითად, 2,4,6-ტრი-მესამეულიბუტილფენოლი ბენზოლის გარემოში დაქანგვით იძლევა შესაბამის აროქსილს:



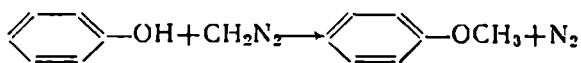
აროქსილები არიან ლურჯი ფერის, ეთერსა და ბენზოლში ხსნადი, კრისტალური, სტაბილური რადიკალები (ლ. ტემპ. 96°C). ისინი უქანგბადო გარემოში არსებობენ განუსაზღვრელი დროით.

აროქსილები სტაბილიზებულია მეზომერული სტრუქტურებით:

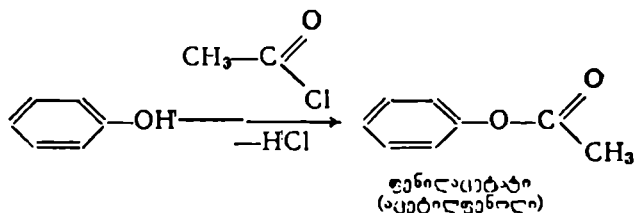


2. 4, 6-ტრიალკილფენოლები მოქმედებენ, როგორც უარყოფითი კატალიზატორები (ინჰიბიტორი). ამ თვისების გამო მათ უწოდებენ ანტიოქსიდანტებს და გამოყენებული არიან ჯაკვური რეაქციის ინჰიბიტორებად.

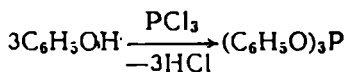
ფენოლები იმდენად მკაფური ბუნების არიან, რომ ეთერსნარში დაზოხმეოანთან იძლევიან მარტივ ეთერებს:



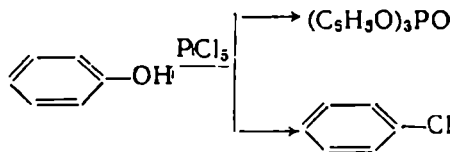
3. ფენოლებზე კარბონმჟავების ანჰიდრიდების ან ჰალოგენანჰიდრიდების მოქმედებით მკაფური ან ფუძე კატალიზატორების თანაობით მიიღებიან რთული ეთერები:



4. ფენოლებში C—O ბმის გაწყვეტა ხდება ძალიან ძნელად. ისინი კონცენტრირებულ ჰალოგენწყალბადმჟავებთან არ წარმოქმნიან არილჰალოგენიდებს. ფოსფორის (III) ქლორიდის მოქმედებით უმთავრესად წარმოიქმნება ტრიფენილფოსფიტი:

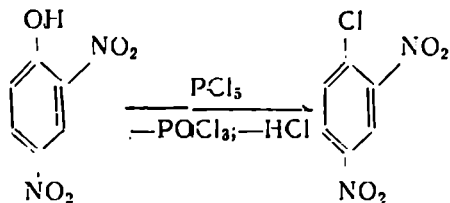


ფოსფორის (V) ქლორიდის მოქმედებით ფენოლიდან ძირითადად მიიღება ტრიფენილფოსფატი და უმნიშვნელო ოდენობით ქლორბენზოლი:



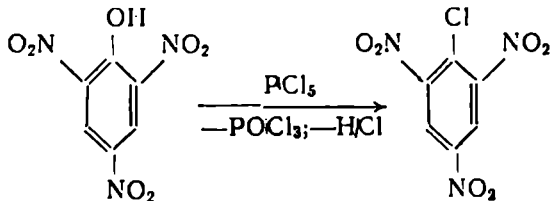
C—O ბმის გაწყვეტა ადვილად ხდება მაშინ, თუ ფენოლის O- ან P-მდებარეობაში იმყოფება ელექტროაქცეპტორული ჩაშნაცვლებლები. მაგალითად, 2,4-დინიტროფენოლი ფოსფორის (V) ქლორიდის მოქმედებით ადვილად გარდაიქმნება 2,4-დინიტროქლორბენზოლად:





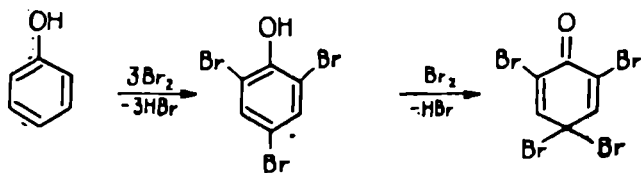
2,4-დინიტროქლორბენზოლი

ასევე ადვილად მიმდინარეობს რეაქცია 2,4,6-ტრინიტროფენოლსა და ფოსფორის (V) ქლორიდის ურთიერთმოქმედების დროს:



2,4,6-ტრინიტროქლორბენზოლი

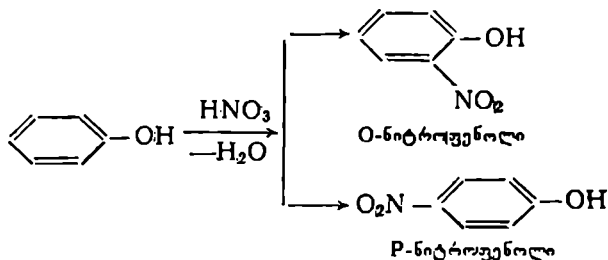
5. ფენოლებისათვის დამახასიათებელია ბრომის მოქმედება წყალხსნარში, თვით ფენოლი ბრომის მოქმედებით ძალიან სწრაფად წარმოქმნის ტრიბრომფენოლს. ხოლო ბრომის ქარბი რაოდენობის დროს მიიღება 2,4,4,6-ტეტრაბრომ-2,5-ციკლოქესადიენ-1-ონი:



2,4,6-ტრიბრომფენოლი

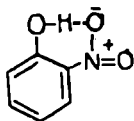
2,4,4,6-ტეტრაბრომ-2,5-ციკლოქესადიენ-1-ონი

6. ნიტრირება. ფენოლის ნიტრირება გაცილებით უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლისა. ამ შემთხვევაში ნიტრირება ხორციელდება განზავებული აზოტმყავას მოქმედებით და მიიღება O- და P-ნიტროფენოლის ნარევი. რომელშიაც ქარბობს O-იზომერი:

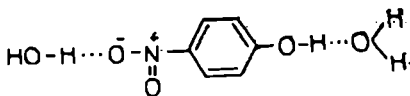


O-ნიტროფენოლი განსხვავებით P-ნიტროფენოლისაგან უფრო მკროლაფია და იხდება წყლის ორთქლით. გამოსდის ამ მეთოდით ადვილად შეიძლება მათი ერთმანეთისაგან განცალკევება.

O-ნიტროფენოლის დიდი ქროლვადობა P-ნიტროფენოლთან შედარებით აიხსნება იმით, რომ O-ნიტროფენოლი წარმოქმნის შიგამოლეკულურ წყალბადურ ბმას, ხოლო P-ნიტროფენოლი წყალთან იძლევა მოლეკულათშორის წყალბადურ ბმას:

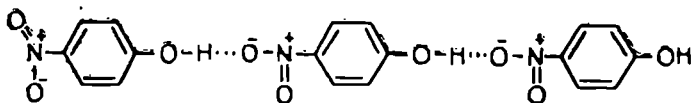


შიგამოლეკულური წყალბადური ბმა



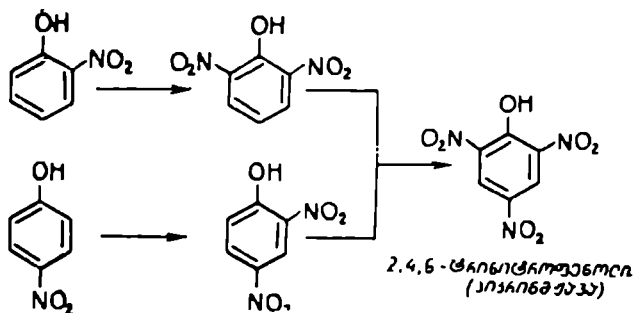
მოლეკულათშორისი წყალბადური ბმა

P-ნიტროფენოლის მოლეკულები წყალბადურ ბმას იძლევიან არა მარტო წყალთან, არამედ თავიანთ მოლეკულებს შორისაც:



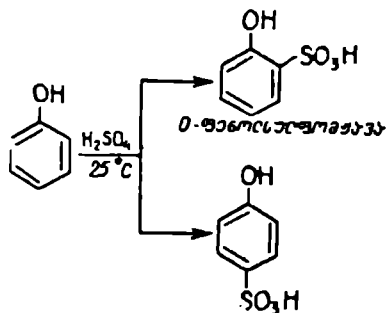
ასოცირებული P-ნიტროფენოლი (მოლეკულათშორისი წყალბადური ბმა)

O- და P-ნიტროფენოლზე კონცენტრირებული აზოტმჟავას მოქმედებით მიიღება დი- და ტრინიტროფენოლი:



პიკრინმჟავა წარმოადგენს მკრთალ-ყვითელ ბზინვარე კრისტალებს. რომელიც სწრაფი გახურებით ან დარტყმით ან დეტონაციით ფეთქდება. გაუფრთხილებელი ხმარებით იწვევს კანის ეგზემისმაგვარ დაავადებას. არენებთან წარმოქმნის მუხტის გადატანით კომპლექსებს. რომლებიც გამოყენებულია ნახშირწყალბადების იდენტიფიკაციისათვის (გვ. 112).

7. სულფირება. ფენოლი კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით, ოთახის ტემპერატურაზე ადვილად განიცდის სულფირებას და მიიღება თითქმის თანაბარი რაოდენობის O- და P-ფენოლსულფომეჯა:



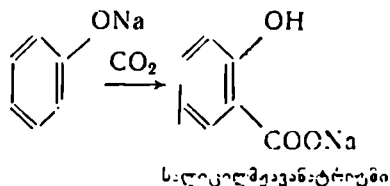
P-ფენოლსულფომეჯა

თუ სულფირების რეაქციას განვახორციელებთ 100°C-ზე, მაშინ O-ფენოლსულფომეჯასთან (10%) შედარებით კარბი რაოდენობით წარმოიქმნება P-ფენოლსულფომეჯა (90%).

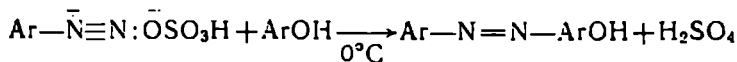
ეს აიხსნება იმით, რომ სულფირების რეაქცია საერთოდ შექცევადია, რაც 100°C-ზე მატულობს. P-იზომერი უფრო სტაბილურია,

O-იზომერთან შედარებით და რეაქციის შედეგად ქარბი ოდენობით წარმოიქმნება P-ფენოლსულფომეაჟა.

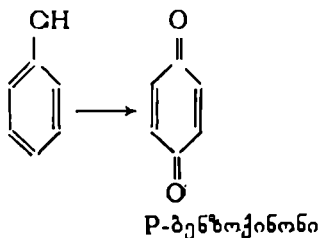
8. კოლბეს რეაქცია. მშრალი ნატრიუმის ფენოლატისა და ნახშირბადის დიოქსიდის ნარევის გაცხელებით წნევის ქვეშ წარმოიქმნება სალიცილმეჟანატრიუმი:



9. აზოშერწყმა. ფენოლები დიაზონიუმის მარილებთან ურთიერთ-მოქმედებით წარმოქმნიან აზონაერთებს:

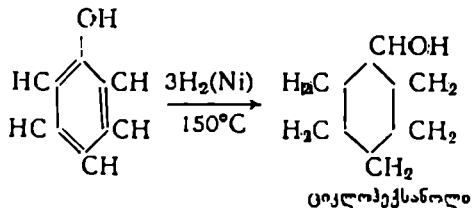


10. დაჟანგვა. ფენოლები ჰაერზე იჟანგებიან და ღებულობენ მუქ ფერს. მათი დაჟანგვა მიმდინარეობს რთულად. დაჟანგვის პროდუქტების თვისებები დამოკიდებულია ჩანაცვლებულის ბუნებაზე. ფენოლი ქრომმეჟავას მოქმედებით იჟანგება და მიიღება P-ბენზოქინონი:



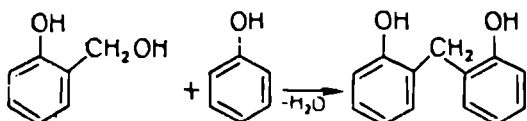
11. აღდგენა. ფენოლები კატალიზური აღდგენით იძლევიან ციკლოქექსანის რიგის სპირტებს.

მაგ. ფენოლის აღდგენით მიიღება ციკლოქექსანოლი:



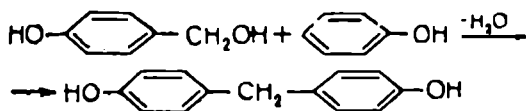


წარმოქმნილი *O*-ოქსიბენზოლის სპირტი რეაქციაში ზედის ფუნოლთან და მიიღება 2,2'-დიოქსიდიფენილმეთანი:



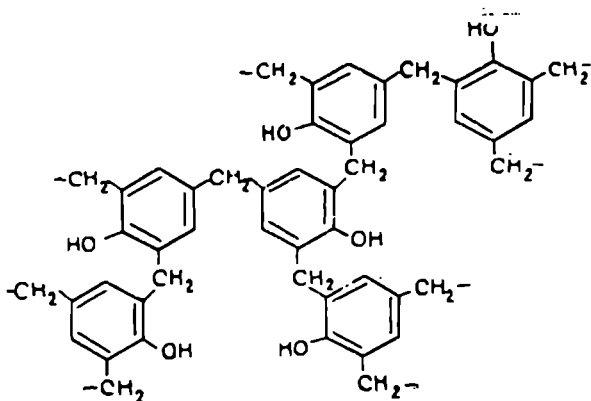
2,2'-დიოქსიდიფენილმეთანი

ანალოგიურად წარმოიქმნება *P*-ოქსიბენზოლის სპირტი და 4,4'-დიოქსიდიფენილმეთანი:



4,4'-დიოქსიდიფენილმეთანი

ასეთ რეაქციებში ჩართული ფენოლი წარმოქმნის რთულ სტრუქტურის პოლიმერს — ფენოლფორმალდეჰიდურ ფისს:



ფენოლფორმალდეჰიდური ფისი

კრეზოლებისა და ფორმალდეჰიდის კონდენსაცია ფენოლის ანალოგიურად იძლევა პოლიმერს.

ფენოლისა და ქარბი ფორმალდეჰიდის ნარევის გაცხელებისას გოგირდმჟეავს თანაობით წარმოიქმნება ხაზობრივი პოლიმერი „ნოვოლაკი“, რომელიც იხსნება ორგანულ გამხსნელებში.

ფენოლისა და ქარბი ფორმალდეჰიდის გაცხელებისას ტუტის თანობით მიიღება შედარებით დაბალმოლეკულური პოლიმერი „რეზოლი“, რომელიც „ნოვოლაკის“ მსგავსად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში.

150°C-მდე გაცხელებით, ფენოლისა და ფორმალდეჰიდს შორის კონდენსაცია უფრო ღრმად მიდის და წარმოიქმნება ქიმიურად მდებარე მყარი პოლიმერი „რეზიტი“. ისეთ სამ სტადიას, რომლის დროსაც წარმოიქმნება „ნოვოლაკი“, „რეზოლი“ და „რეზიტი“, უწოდებენ „ბაკელიტიზაციას“. სიტყვა ბაკელიტი წარმოდგება მისი აღმოჩენის ლ. ბაკელენდისაგან.

მასალებს, რომლებიც მიღებულია ფენოლფორმალდეჰიდური ფისის საფუძველზე, ეწოდება ფენოპლასტები. ფენოპლასტები მზადდება ფენოლფორმალდეჰიდურ ფისისა და სხვადასხვა შემავსებლისაგან. მაგალითად, კომპოზიციას, რომლის დროსაც შემავსებლად გამოყენებულია ხის ფქვილი, ეწოდება კარბოლიტი. თუ შემავსებლად გამოყენებულია ბამბის ქსოვილი, მაშინ ასეთ კომპოზიციას უწოდებენ ტექსოლიტს, ქაღალდისაგან შემდგარს, პეტინაქსს და ა. შ.

პირველად რუსეთში 1914 წელს საპრეწველო გაერთიანების — „ბაკელიტის“ მიერ მიღებული იქნა პლასტმასა. 1920 წელს, სრულიად რუსეთის საბჭოების VIII ყრილობაზე, სადაც იხილებოდა გოელროს გეგმა, სამრეწველო გაერთიანების „ბაკელიტის“ მუშა-მოსამსახურეთა წარმომადგენლებმა ვ. ი. ლენინს საჩუქრად გადაეცეს პლასტმასისაგან გაკეთებული სამელნე მოწყობილობა, რომლის კომპოზიციამში ასახული იყო ქვეყნის ელექტრიფიკაციის იდეა.

**ცალკეული წევრები.** ფენოლი (ოქსიბენზოლი, კარბოლის მუავა) აღმოაჩინა 1834 წელს ქვანახშირის კუპრში რუნგემ. აქამად მას ღებულობენ, როგორც ქვანახშირის კუპრიდან, ასევე სინთეზური გზით. იგი წარმოადგენს უფრო ნემსისებურ კრისტალებს, აქვს დამახასიათებელი სუნი. ჰაერისა და სინათლის გავლენით ჭერ ღებულობს ვარდისფერს, რომელიც შემდეგ გადადის მუქ ფერში. 15°C-ზე 100 გ წყალში იხსნება 8,2 გ; კარგად იხსნება სპირტსა და ეთერში. მას ახასიათებს ანტისეპტიკური და საღებზინფექციო თვისებები. ფენოლის 5%-იანი წყალხსნარი გამოყენებულია, როგორც საღებზინფექციო საშუალება. იგი დიდი რაოდენობით გამოიყენება პლასტიკური მასების, საღებარების, ფეთქებადი ნივთიერებების, მედიკამენტების, პესტიციდების და სხვა მრავალი დიდი მნიშვნელობის მასალებისა და ნივთიერებების მიღებისათვის.

ფენოლი იწვევს კანის ქსოვილს დაზიანებას. იგი ორგანიზმში ადვილად შეიწოვება კანის ქსოვილის გზით. იგი საწამლაია. მისი ორთქლის ზანგრძლივად ჩასუნთქვა იწვევს ნერვული სისტემის და-

ზიანებას. ჰაერში ფენოლის ორთქლის დასაშვებ კონცენტრაციად  
თველება 0,005 მგ/ლ.

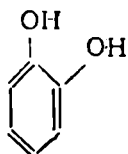
**კრეზოლები.** O-, m- და P-კრეზოლი მიიღება ქვანახშირის კუპრი-  
დან. გარდა ამისა. მათ ღებულობენ დიაზოტირებული ტოლუიდიდნი-  
დან. ამ შემთხვევაში ისინი მიიღებიან ქიმიურად სუფთა ინდივიდუ-  
ალურ მდგომარეობაში. კრეზოლებს ფენოლის მსგავსად ახასიათებთ  
საღებინფექციო თვისებები. კრეზოლები გამოყენებული არიან  
მეოქანის კონსერვაციისათვის, ანტიოქსიდანტების, პლასტმასების, სა-  
ღებარების და სხვა ნივთიერებათა მისაღებად.

სადეზინფექციო საშუალება ლიზოლი წარმოადგენს კრეზოლების  
საპნიან წყალხსნარს.

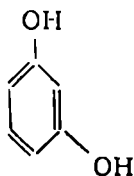
## ორატომიანი და სამატომიანი ფენოლები

### 1. ორატომიანი ფენოლები

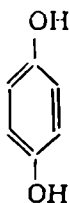
ორი ჰიდროქსილის ჯგუფის შემცველი უმარტივესი ფენოლები  
არსებობენ O-, m- და P-იზომერის სახით:



პიროკატეჰინი  
(O-დიოქსიბენზოლი)



რეზორცინი  
(m-დიოქსიბენზოლი)

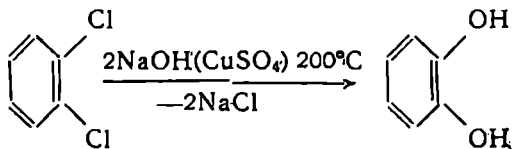


ჰიდროქინონი  
(P-დიოქსიბენზოლი)

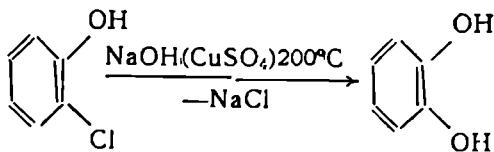
ისე როგორც ერთატომიანი ფენოლების შემთხვევაში, ორატომი-  
ანი ფენოლებისათვის იზმარება ტრივიალური სახელწოდება.

ზოგიერთი ორატომიანი ფენოლი, ნაწარმების სახით გვხვდება  
მცენარეული წარმოშობის პროდუქტებში, მთრიმლავ ნივთიერებებსა  
და ფისებში.

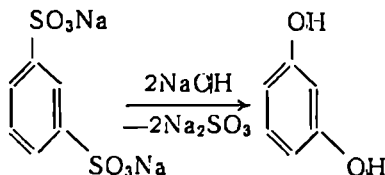
**მიღების საშუალებანი.** 1. ორატომიანი ფენოლები მიიღებიან  
დ-ქლორბენზოლზე ან ქლორფენოლზე ტუტის მოქმედებით. კატალა-  
ზატორად იყენებენ სპილენძის (II) მარილებს:



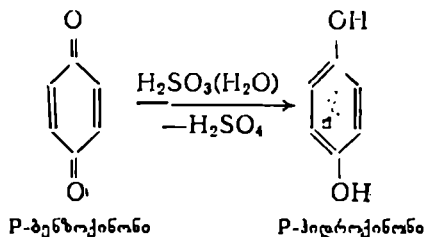




2. მათ ლებულობენ ბენზოლდისულფომეჯეების მარილების ტუტეებთან შეღობით:



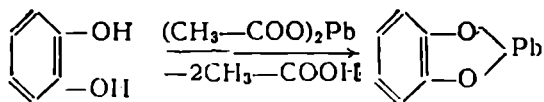
3. ორატომიანი ფენოლები წარმოიქმნებიან შესაბამისი ქინონების აღდგენით. აღმდგენელებად იყენებენ გოგირდოვან მქეას ან რკინას:



**ფიზიკური თვისებები.** ორატომიანი ფენოლები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს. O-იზომერი და განსაკუთრებით, m-იზომერი კარგად იხსნება წყალში. ჰაერზე ადვილად იქანგებიან და ლებულობენ მუქ ფერს.

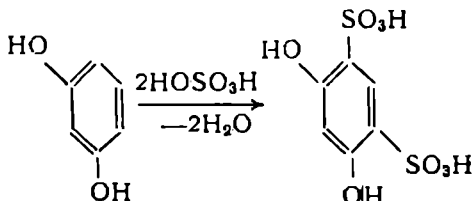
**ქიმიური თვისებები.** ორატომიანი ფენოლების ქიმიური თვისებები იგივეა, რაც ერთატომიანი ფენოლებისა, მაგრამ ამასთან მათ ახასიათებთ სპეციფიკური თვისებები, რომლითაც განსხვავდებიან ერთატომიანი ფენოლებისაგან.

1. ორატომიანი ფენოლები ამქლავნებენ უფრო ძლიერ მქეაურ ბუნებას, ვიდრე ერთატომიანი ფენოლები. ისინი იძლევიან მარილებს არა მარტო ტუტე მეტალებთან, არამედ ზოგიერთ სხვა მეტალთანაც. მაგალითად, პიროკატექინზე ტყვიის აცეტატის მოქმედებით წარმოიქმნება წყალში უხსნადი ტყვიის მარილი:



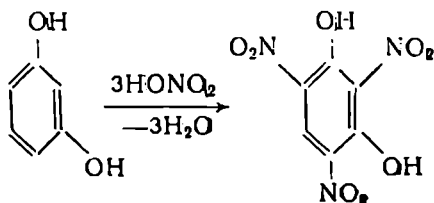
ამ რეაქციით პიროკატექინი შეიძლება გამოვეყოთ სხვა ორატომიანი ფენოლებისაგან.

2. ორატომიან ფენოლებში ბირთვის წყალბადატომები უფრო ადვილად იცვლებიან ჩამნაცვლებლებით, ვიდრე ერთატომიან ფენოლებში. მაგალითად, რეზორცინისა და გოგირდმჟავას ურთიერთმოქმედებით ადვილად წარმოიქმნება რეზორცინდისულფომჟავა:



რეზორცინდისულფომჟავა

რეზორცინზე განზავებული აზოტმჟავას მოქმედებით ადვილად შეიძლება მივიღოთ სრული ნიტრირების პროდუქტი-ტრინიტრორეზორცინი, რომელსაც ეწოდება სტიფინმჟავა (ლ. ტემპ. 176,7°C):



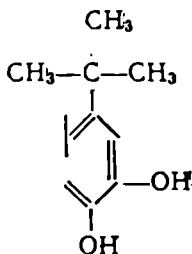
სტიფინმჟავა

სტიფინმჟავა ფეთქებადი ნივთიერებაა. მას იყენებენ ორგანული ფუძე ნივთიერებებისა და არომატული ნახშირწყალბადების გამოყოფისა და იდენტიფიკაციისათვის.

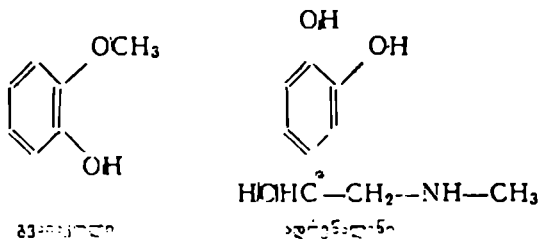
ცალკეული წევრები. პიროკატექინი. პიროკატექინს დადი რაოდენობით შეიცავს Catechu-ს ჭიშის მცენარეები. იგი იმყოფება ქვანახშირის კუპრში. სამრეწველო გზით მას ღებულობენ ქვანახშირის კუპრიდან, O-ქლოროფენოლიდან და O-დიქლორბენზოლიდან.

პიროკატექინი არის თეთრი კრისტალური წყალში ხსნადი ნივთიერება (ლ. ტემპ. 105°C), რომელიც ჰაერზე ან სინათლეზე მუქ ფერს ღებულობს, სუბლიმირდება. პიროკატექინი, განსხვავებით რეზორ-

ცინსა და ჰიდროქინონისაგან, კალციუმის ქლორიდის ამიაკალურ ხსნართან იძლევა თეთრ ნალექს (კალციუმის მჟავე მარილი). პიროკატეჟინი გამოყენებულია Ti, Mo, W-სა და ზოგიერთ სხვა მეტალთა კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის, ასევე სამუღვენად, ორგანულ სინთეზსა და ფოტოგრაფიაში. პიროკატეჟინის C-ჩანაცვლებულებიდან, როგორც ენილნაერთების პოლიმერიზაციის ინჰიბიტორი (ანტიოქსიდანტი), ზრეწველობაში გამოყენებულია 4-მესამეული იზობუტილპიროკატეჟინი:



გარდა ამისა, პიროკატეჟინის ნაწარმებიდან ყურადღებას იპყრობს ისეთი ბუნებრივი ნაერთები, როგორც არის გვიაკოლი და ადრენალინი. გვიაკოლი წარმოადგენს პიროკატეჟინის მონომეთილის ეთერს, ხოლო ადრენალინი მეთილამინეთანოლპიროკატეჟინს:

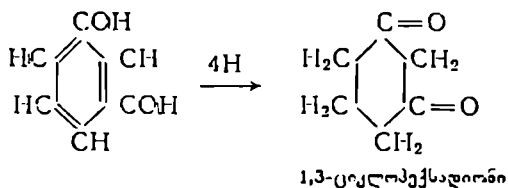


გვიაკოლი იყუფება წიფელის კუპრში. იგი გამოიყენება ზოგიერთი მედიკამენტის მისაღებად და ორგანულ სინთეზში.

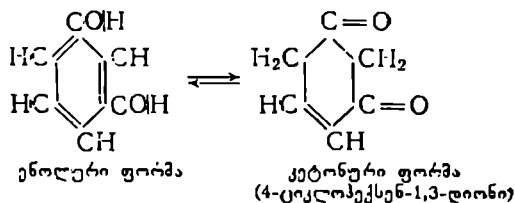
ადრენალინი წარმოადგენს თირკმელზედა ჯირკვლების ჰორმონს. იგი გამოყენებულია, როგორც სისხლდენის შემაკავებელი საშუალება.

**რეზორცინი.** რეზორცინს ლებულობენ III-დისულფოჟავა, ნატრიუმის მარილის ნატრიუმის ტუტესთან შელღობით. რეზორცინი არის უფრო კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 118°C). რომელიც სინათლისა და ჰაერის გავლენით ლებულობს წითელ ფერს. აქვს ტკბილი გემო. წყალში ძალიან კარგად იხსნება. 100 გ წყალში

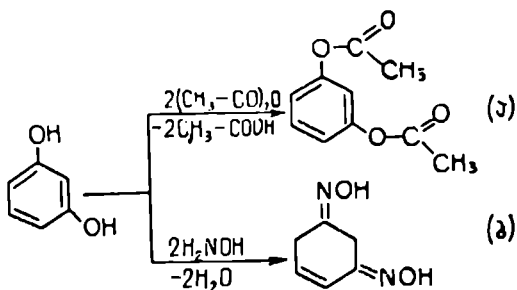
12,5°C-ზე იხსნება დაახლოებით 147 გ რეზორცინი, 80°C-ზე 500 გ. რეზორცინი რკინის (III) ქლორიდან იძლევა იისფერ შეფერილობას. იგი სუსტი აღმდგენელი ბუნებით ხასიათდება. რეზორცინი კატალიზური აღდგენით გარდაიქმნება 1,3-ციკლოქსადიონად:



რეზორცინი არსებობს კეტო-ენოლური ტაუტომერის სახით:



რეზორცინის კეტო-ენოლურ ფორმაში არსებობა ვლინდება მასზე ძმრის ანჰიდრიდისა და ჰიდროქსილაქმიანის მოქმედების დროს. ასე მაგალითად, რეზორცინი ძმრის ანჰიდრიდთან რეაგირებისას იძლევა დიაცეტატრეზორცინს (ა), ხოლო ჰიდროქსილაქმიანთან 4-ციკლოქსენ-1,3-დიონის დიოქსიმს (ბ)

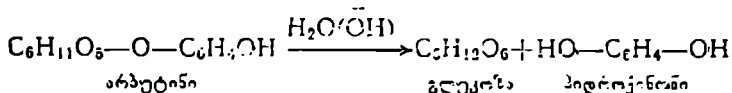


რეზორცინის კეტო-ენოლურ ტაუტომერულ ფორმაში არსებობა დასტურდება სხვა შემთხვევებშიც.

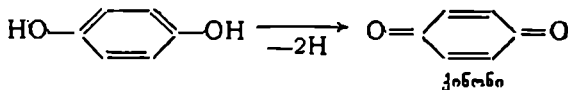
რეზორცინი გაცილებით უფრო ნაკლებად შხამიანია, ვიდრე პიროკატეჟინი და ჰიდროქინონი. იგი გამოყენებულია მედიცინაში

როგორც ანტისეპტიკური საშუალება. რეზორცინის დიდი ოდენობით იყენებენ საღებარების მისაღებად.

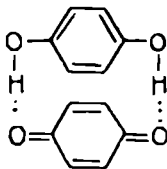
**ჰიდროქინონი.** ჰიდროქინონი მიიღება ქინონის ალდგენით ვარდა ამისა, ამჟამად მას ლეზულობენ ბენზოლის ანოდური დაჟანგვით. რის შედეგადაც მიიღება P-ბენზოქინონი. უკანასკნელი კათოდური ალდგენით გარდაიქმნება ჰიდროქინონად. ჰიდროქინონი ბუნებაში გვხვდება გლიკოზიდ არბუტინის სახით მცენარე *Uvae ursi*-ში. არბუტინის ტუტე ან მჟაუურ გარემოში ჰიდროლიზით მიიღება გლუკოზა და ჰიდროქინონი:



ჰიდროქინონი გაცილებით უფრო ადვილად იჟანგება, ვიდრე პიროკატეჰინი და რეზორცინი. ჰიდროქინონის დაჟანგვა შეიძლება განხორციელდეს  $\text{FeCl}_3$ -ისა და ზოგიერთი სხვა დაჟანგავის მოქმედებით:



ამ რეაქციის დროს ადგილი აქვს ორმაგი ბმების გადაჯგუფებას. ეს მოვლენა ცნობილია ქინოიდური გადაჯგუფების სახელწოდებით. აღინიშნა, რომ ქინონების ალდგენით მიიღებიან ჰიდროქინონები. ამ პროცესის დროს, როგორც რეაქციის მოაღებლური პროდუქტება, წარმოიქმნებიან შედარებით კომპლექსები. მაგალითად, ჰიდროქინონის ალდგენის დროს, როგორც შუალედური პროდუქტი, წარმოიქმნება ქინჰიდრონი, რომელიც წარმოადგენს ქინონისა და ჰიდროქინონისაგან შემდგარ, მუხტის გადატანით კომპლექსს. ასეთი კომპლექსის წარმოქმნა ხდება იმ შემთხვევაშიც, თუ სპირტში მოვათავსებთ ქინონისა და ჰიდროქინონის ნარევის (1:1):



ქინჰიდრონი

ქინჰიდრონში ელექტროდონორია ჰიდროქინონი და ელექტროაქტებატორია ქინონი. ქინჰიდრონის პოლექულის სტაბილურობა ერთი.

მხრივ განპირობებულია მუხტის გადატანით და მეორე მხრივ წყალბადური ბმით.

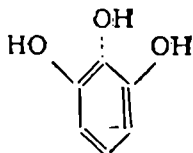
ქინჰიდრონი არის ჰოშავო-ლურჯი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება  $171^{\circ}\text{C}$ -ზე.

ჰიდროქინონი ძირითად სამკლავნ საშუალებად გამოყენებულია ფოტოგრაფიაში, გარდა ამისა, იგი გამოყენებულია P, Mg, Si და As-ის კოლორიმეტრული განსაზღვრისათვის. ჰიდროქინონს იყენებენ, როგორც ანტიოქსიდანტს აკროლენის შენახვისათვის. საკმარისია ჰიდროქინონის 1 ნაწილი 20.000 წილ აკროლენზე, რომ არ მოხდეს აკროლენის დაქანგვა (რომელთანაც დაკავშირებულია აკროლენის პოლიმერიზაცია).

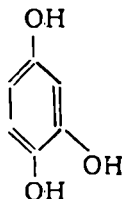
ჰიდროქინონი იწვევს კანის ანთებას (დერმატიტი), თვალის ლორწოვანი გარსის ანთებას (კონიუნქტივიტი) და თვალის ზოგაერთს სხვა დაავადებას.

### სამატომიანი ფენოლური

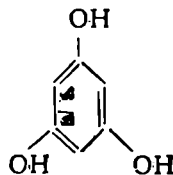
სამატომიანი ფენოლებიდან აღსანიშნავია პიროგალოლი, ოქსიჰიდროქინონი და ფლოროგლუცინი:



პიროგალოლი  
(1,2,3-ტრიოქსიბენზოლი)



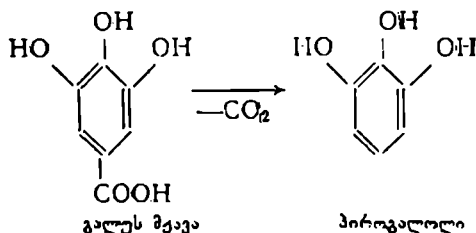
ოქსიჰიდროქინონი  
(1,2,4-ტრიოქსიბენზოლი)



ფლოროგლუცინი  
(1,3,5-ტრიოქსიბენზოლი)

სამატომიანი ფენოლები შეიძლება მივიღოთ ფენოლების საერთო მიღების მეთოდებით.

პიროგალოლი. პიროგალოლს ღებულობენ გალუს მკაეას გახურობით:



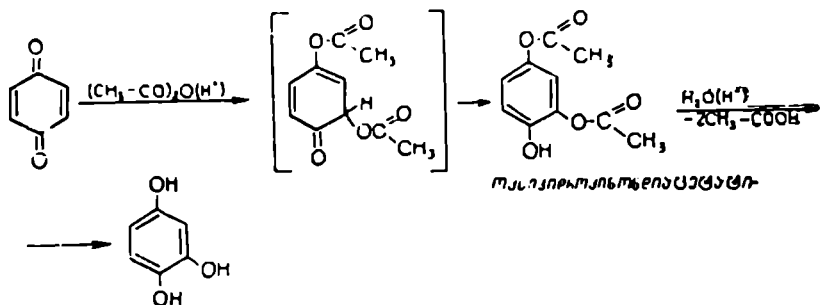
გალუს მკაეა

პიროგალოლი

პიროგალოლი წარმოადგენს თეთრი ფერის, წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $133^{\circ}\text{C}$ -ზე. ის სუბლიმირ-

დება. რკინის (III) ქლორიდან იღებება წითლად. პიროგალილი ძალიან ადვილად იყანგება და არის ძლიერი აღმდგენელი. იგი ტუტე გარემოში სწრაფად რეაგირებს ყანგბადთან. ამ თვისების გამო პიროგალოლს იყენებენ აირების ანალიზის დროს, როგორც ყანგბადის მთანთქმელს. იგი გამოყენებულია აგრეთვე ფოტოგრაფიასა და საღებავების წარმოებაში.

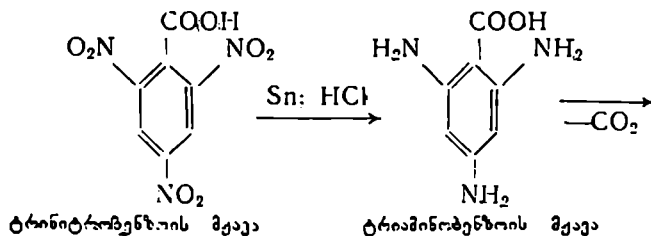
**ოქსიპიდროქინონი.** ოქსიპიდროქინონი მიიღება ქინონზე ძმრის ანჰიდრიდის მოქმედებით. ამ დროს ჯერ წარმოიქმნება ოქსიპიდროქინონდიაკეტატი, რომლის პიდროლიზი იძლევა ოქსიპიდროქინონს.

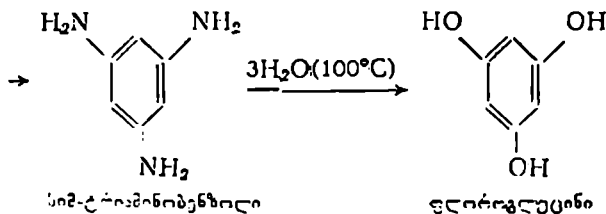


ოქსიპიდროქინონი წარმოადგენს მყარ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 141°C), რომელიც კარგად იხსნება წყალში, ეთერსა და სპირტში. რკინის ქლორიდან იძლევა მოყავისფრო მწუანე ფერს. მას პიროგალოლის ნაცულად იყენებენ აირების ანალიზის დროს.

**ფლოროგლუცინი.** ფლოროგლუცინი მისი ნაწარმების სახით ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. მაგალითად, გვხვდება გლიკოზიდ ფლორიდინის სახით. ფლორიდინს შეიცავს ვაშლისა და ქლიავის ქერქი.

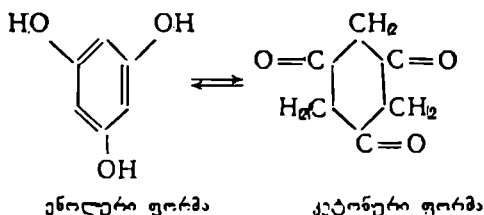
ჩვეულებრივ მას ლებულობენ ტრინიტრობენზოის მკავიდან, რომელიც აღგენით ჯერ გადაყავთ ტრაამინობენზოის მკავაში, უკანასკნელი გაცხელებით გადადის სიმეტრიულ ტრაამინობენზოლში, ხოლო შემდეგ ტრაამინობენზოლის პიდროლიზით წარმოიქმნება ფლოროგლუცინი:



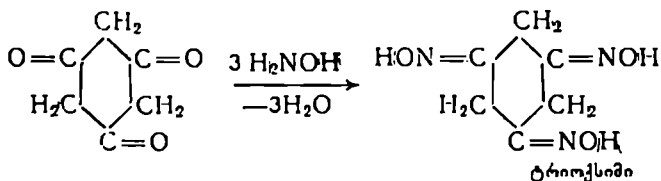


ფლოროგლუცინი არის უფერული ან მოყვითალო კრისტალური ნივთიერება. რომელიც კრისტალდება 2 მოლეკულა წყალთან. ფლოროგლუცინის ასეთი კრისტალოიდრატი ღვება 117°C-ზე. უწყლო ფლოროგლუცინი სუბლიმირდება ნაწილობრივი დაშლით. იგი წყალში მცირე ოდენობით იხსნება. კარგად იხსნება სპირტში, ეთერსა და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში.

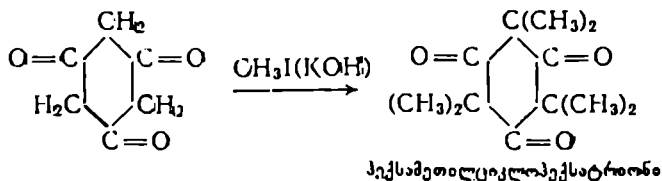
ფლოროგლუცინისათვის დამახასიათებელია კეტო-ენოლურა ტაუტომერია:



ფლოროგლუცინი ჰიდროქსილაშინთან რეაგირებს კეტონური ფორმის სახით და მიიღება შესაბამისი ტრიოქსიმი:

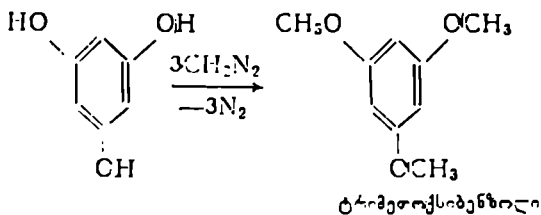


ფლოროგლუცინი კალიუმის ჰიდროქსიდის გარემოში მეთილიოდთან გაცხელებით რეაგირებს, როგორც კეტონი და წარმოქმნის C-ალკილირებულ ნაერთს — ჰექსამეთილციკლოპექსატროინს:



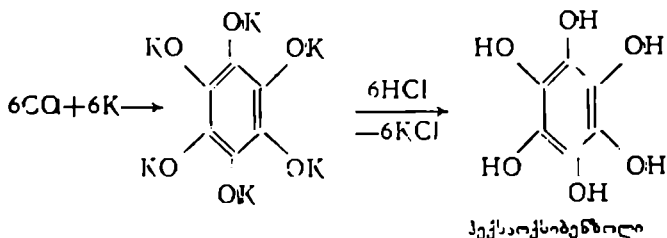


ფლოროგლუცინისა და დიაზომეთანის ურთიერთმოქმედების დროს ფლოროგლუცინი რეაგირებს ენოლური ფორმის სახით და მიიღება O-ალკილირებული ნაერთი — ტრიმეთოქსიბენზოლი:



ფლოროგლუცინი რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა დიალურჯ-ისფერს. ფლოროგლუცინი გამოყენებულია ვანილინისა და ლიგნინის აღმოსაჩენად. გარდა ამისა, მას იყენებენ ანალიზურ ქიმიაში პენტოზების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

საყურადღებოა, რომ ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და მეტალური კალიუმის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება ჰექსაოქსიბენზოლის ფენოლატი, რომელიც მარილმეყავას მოქმედებით იძლევა ჰექსაოქსიბენზოლს:



### არომატული სპირტები

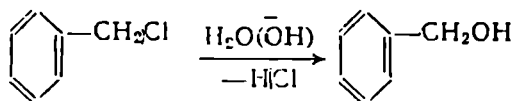
არომატული ნახშირწყალბადების გვერდით ჯაქვში წყალბადატომის ჰიდროქსილის ჯგუფით შეცვლის შედეგად წარმოიქმნება არომატული სპირტები.

არომატული სპირტები თავისუფალი ან ეთერების სახით გავრცელებული არიან მცენარეთა სამყაროში.

მიღების საშუალებანი. არომატული სპირტების მიღებას ახორციელებენ იმ მეთოდებით, რომლებიც გამოყენებულია ალიფატური სპირტების მისაღებად.

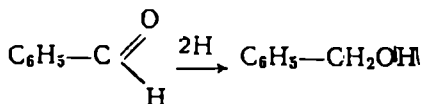
1. არომატული სპირტების უმარტივეს წარმომადგენელს—ბენ-

ზოლის სპირტს სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ ბენზ-ლქლორ-  
ლისა და სოდის ხსნარის წარების გაცხელებით:

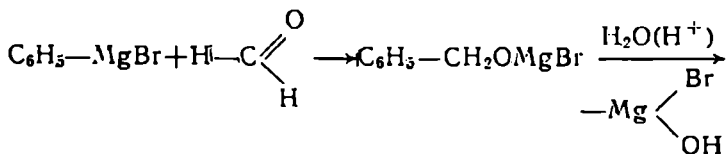


ბენზილის სპირტი

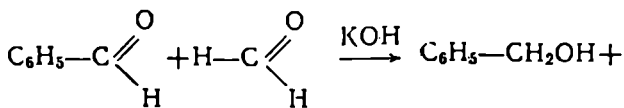
2. ბენზილის სპირტი მიიღება ბენზალდეჰიდის აღდგენით, გრინიარის რეაქციით, კანიცაროს რეაქციითა და სხვა:



ბენზალდეჰიდი

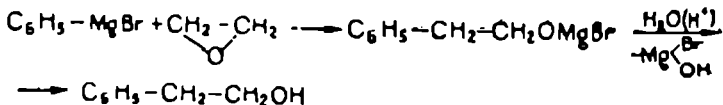


$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$  (გრინიარის რეაქცია)

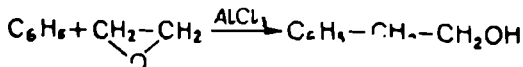


$+\text{H}-\text{COOH}$  (კანიცაროს რეაქცია)

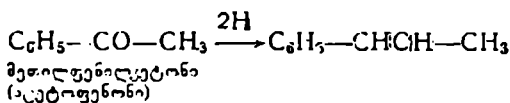
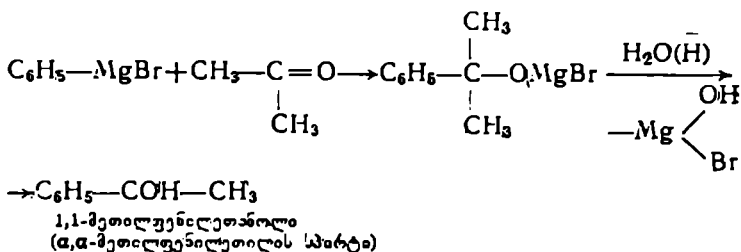
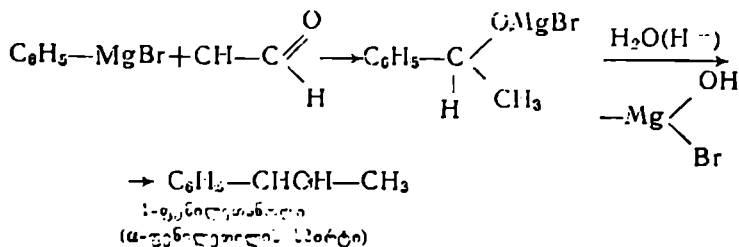
3. ისეთი არომატული სპირტები, რომლებიც ბირთვის მიმართ ჰიდროქსილს შეიცავენ  $\beta$ -ჰდებარეობაში მიიღებიან გრინიარის რეაქტეზე ან ბენზოლზე ოქსირანის (ეთილენოქსიდი) მოქმედებით:



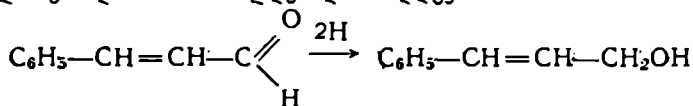
2-ფენილეთანოლი  
( $\beta$ -ფენილეთილის სპირტი)



4. მეორეული და მესამეული არომატული სპირტები მიიღებიან გრინიარის რეაქციით, ამის გარდა მეორეული სპირტები მიიღებიან აგრეთვე არომატული კეტონების აღდგენით:



უნაჯერი სპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია დარიჩინის სპირტი, რომელიც გვხვდება ბალზამებში. მას მრეწველობაში ღებულობენ დარიჩინის აღდგენის აღდგენით:



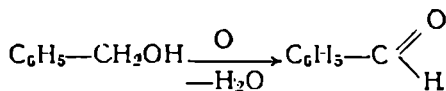
დარიჩინის სპირტი ქიმიური თვისებების მხრივ თითქმის არაფრით არ განსხვავდება ალიფატური სპირტებისაგან.

დარიჩინის სპირტი გამოყენებულია სუნამოების წარმოებაში.

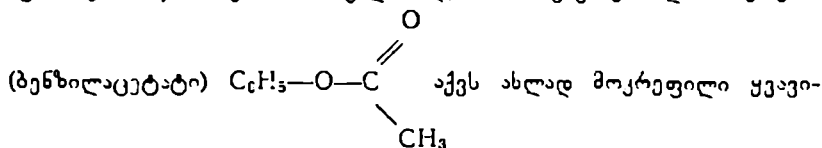
**ცალკეული წევრები.** ბ ე ნ ზ ი ლ ის ს ს პ ი რ ტ ი. ბენზილის სპირტი არის უფერო, სუსტი არომატული სუნის, წყალში მცირედ ხსნადი სითხე, რომელიც დუღს  $205,4^\circ\text{C}$ -ზე, იხსნება მრავალ ორგანულ გამხსნელში.

ბენზილის სპირტი ბენზოისა და დარიჩინის შეჯავს ეთერის სახით იმყოფება ჰერუსა და ზოგიერთ სხვა ბალზამში.

ბენზილის სპირტი ადვილად იყენება და წარმოიქმნება ბენზალდეჰიდი:



ბენზილას სპირტი და მისი ზოგიერთი ნაწარმი გამოყენებულია სუნამოების წარმოებაში. მაგალითად, ძმარმეაუბენზილის ეთერს

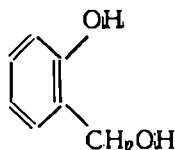


ლების სუნი.

2-ფენილეთანოლი (β-ფენილეთილის სპირტი) არის ვარდის ზეთის მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილი, მას აქვს ვარდის სუნი, წარმოადგენს ზეთისებურ უფერო სითხეს, რომელიც დუღს 215,5°C-ზე. წყალში იხსნება მცირე რაოდენობით. იგი გამოყენებულია ხელოვნური სუნამოების წარმოებაში.

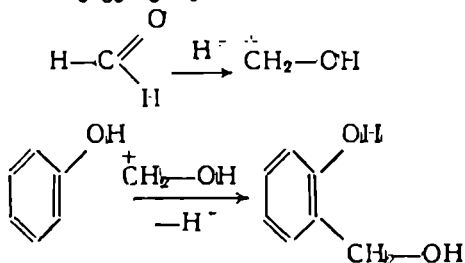
#### ფენოლსაირბაზი

ფენოლსპირტების უმარტივესი წარმომადგენელია სალიცილის სპირტი ანუ სალიციენი (2-ოქსიმეთილფენოლი):



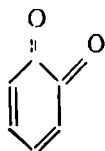
სალიცილის სპირტს გლიკოზიდ სალიცინის სასით ვხვდებით ტირიფის ფოთლებსა და ქერქში.

სალიცილის სპირტი მიიღება ფორმალდეჰიდისა და ფენოლის ურთიერთმოქმედებით მკავე გარემოში:



სალიცილის სპირტი გამოიყენება როგორც ანტირევმატული საშუალება.

ქინონები წარმოადგენენ ორატომიანი ფენოლების დაქანგვის შედეგად მიღებულ ნაერთებს. ქინონების უმარტივესა წარმოადგენელია ()-ბენზოქინონი (1,2-ბენზოქინონი) და P-ბენზოქინონი (1,4-ბენზოქინონი):



O-ბენზოქინონი

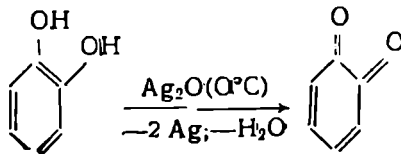


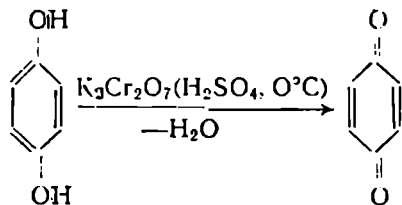
P-ბენზოქინონი

როგორც O- და P-ბენზოქინონის ფორმულებიდან ჩანს. ქინონები ჰიკუთვნებიან ჯვარდინად შეუღლებულ ციკლურ დიკეტონებს და არა არომატულ ნაერთებს. მიუხედავად ამისა, ქინონებს იხილავენ არომატულ ნაერთებთან ერთად, რადგან არომატული ნაერთებიდან მათი წარმოქმნა და ისევ არომატულში გადასვლა ადვილად ხდება. რეაქციის უნარიანობის მიხედვით ქინონები ემსგავსებიან  $\alpha, \beta$ -უნიჯერ კეტონებს. ქინონებიდან O-ქინონები P-ქინონებთან შედარებით ხასიათდებიან რეაქციის უფრო მეტი უნარიანობით.

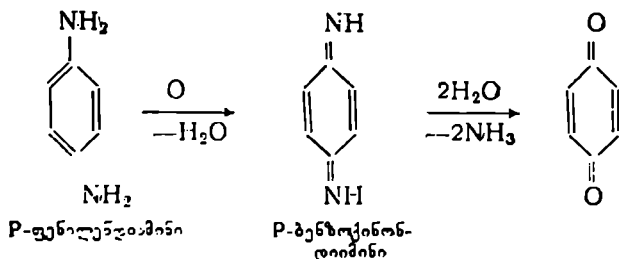
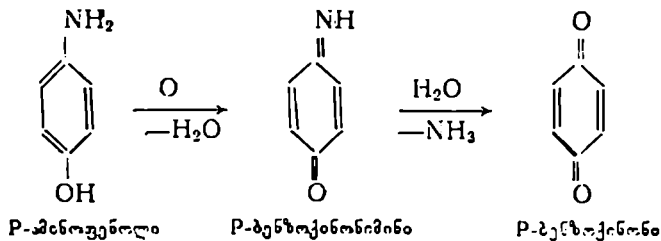
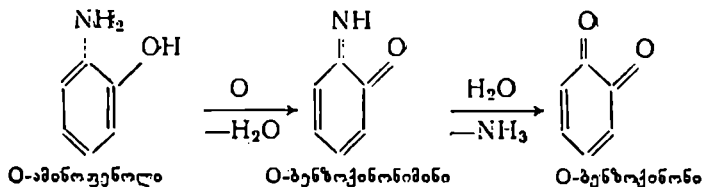
**მიღების საშუალებანი.** 1. ქინონები მიიღებიან ორატომიანი ფენოლების დაქანგვით.

იმის გამო, რომ O-ქინონები ხასიათდებიან რეაქციის დიდი უნარიანობით, მათ მიღებას შესაბამისი ორატომიანი ფენოლებიდან ახორციელებენ ვერცხლის ოქსიდის (სუსტი დამჟანგავია) გამოყენებით აბსოლუტური ეთერის გარემოში ხატრიუმის სულფატის თანაობით. P-ქინონების მიღების დროს კი შესაბამისი ორატომიანი ფენოლების დაქანგვას ახდენენ კალიუმის ბიქრომატისა და გოგირდმჟავას ნარევით დაბალ ტემპერატურაზე:

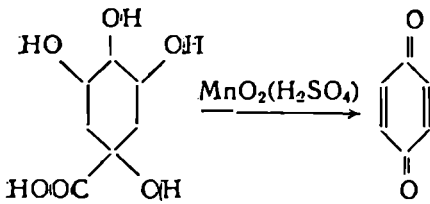




2. ქინონების მიღებისათვის ორატომიანი ფენოლების ნაცულად ხშირად იყენებენ შესაბამის ოქსიამინებს ან დიამინებს:



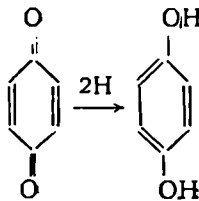
3. P-ბენზოქინონი პირველად 1838 წელს მიღებულ იქნა ა. ა. ვოსკრესენსკის მიერ ქინმეფას დაუანგვიით და აქედანაა წარმოშობილი ამ კლასის ნაერთთა სახელწოდება—ქინონები:



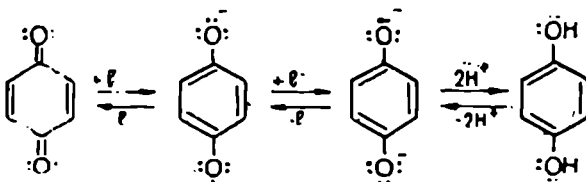
ქინმევა  
(1, 3, 4, 5-ტეტრაოქსიციკლო-  
ჰექსანკარბონმევა)

**ფიზიკური თვისებები.** ქინონები წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს. O- და P-ქინონები შეიცავენ ქრომოფორს (ქინოიდურ ჯგუფს) და ამიტომ ისინი არიან შეფერილნი. ჩვეულებრივ P-ქინონებს აქვთ ყვითელი ფერი, ხოლო O-ქინონებს წითელი ან ნარინჯის ფერი.

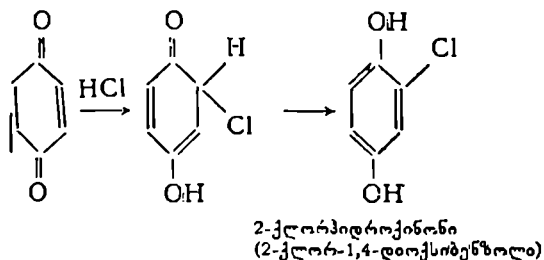
**ქიმიური თვისებები.** 1. ალდგენა. ქინონებისათვის დამახასიათებელი და მნიშვნელოვანი რეაქციაა ალდგენა, რომლის შედეგადაც წარმოიქმნება დიოქსიარენები (ორატომიანი ფენოლები):



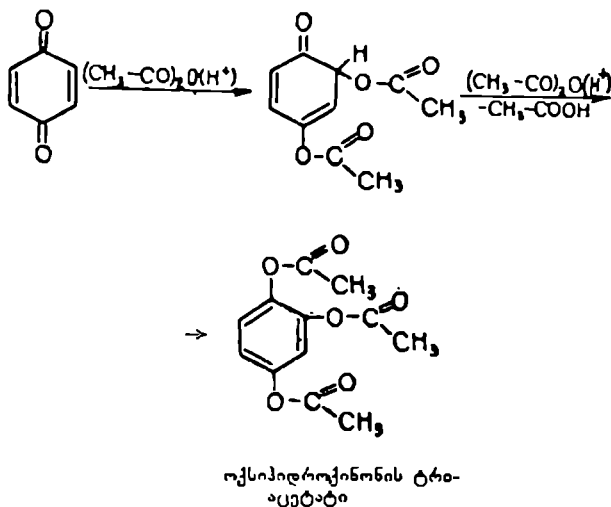
თავის მხრივ დიოქსიარენები ძალიან ადვილად იქანგებიან და წარმოქმნიან ქინონებს. ქინონების ალდგენა და წარმოქმნილი დიოქსიარენების დაქანგვა ქინონებად მიმდინარეობს ელექტროქიმიური პროცესის მხრივაც:



2. შეერთება. ქინონები ადვილად შედიან შეერთების რეაქციებში მრავალ სხვადასხვა ნივთიერებასთან და წარმოქმნიან 1,4-შეერთების პროდუქტებს, რასაც თან სდევს არომატული სისტემის ბმის წარმოქმნა. მაგალითად, 1,4-ბენზოქინონისა (P-ბენზოქინონი) და ქლორწყალბადის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება 2-ქლორჰიდროქინონი:

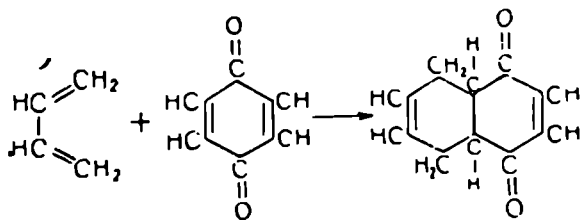


3. ქინონზე მყავურ გარემოში ძმრის ანჰიდრიდის მოქმედებით წარმოიქმნება ოქსიჰიდროქინონის ტრიაცეტატი:

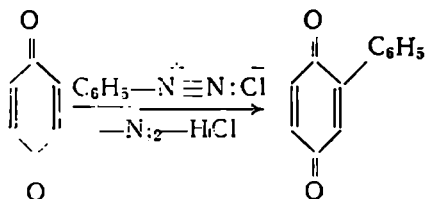


4. ქინონები ადვილად შედიან რეაქციებში დიეტოფილებთან და დიდ გამოყენებას პოულობენ დიენურ სინთეზში:





5. ქინონებისა და დიაზონიუმმარილების ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნებიან არილირებული პროლუქტები. მაგალითად, ფენილ-დიაზონიუმქლორიდზე P-ბენზოქინონის მოქმედებით მიიღება ფენილ-ბენზოქინონი:



ფენილბენზოქინონი

მრავალი ქინოიდური ნაერთი არის მცენარეული წარმოშობის საღებარი. ქინოიდური ნაერთები სამრეწველო მასშტაბით გამოყენებული არიან საღებარებისა და ფოტორეაქტივების მიღებისათვის. რიგი მათგანი იჩენს ბიოლოგიურ აქტივობას და იყენებენ, როგორც მცენარის ზრდის სტიმულიატორს. ისინა სასიცოცხლო მნიშვნელობის როლს ასრულებენ ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების დროს და სხვა.

**ცალკეული წევრები.** ქინონების ცალკეული წევრებიდან ყურადღებას იპყრობს P-ბენზოქინონი, რომელსაც ჩვეულებრივ უწოდებენ ქინონს. იგი წარმოადგენს ყვითელი ფერის, წყალში მცირედ ხსნად, დამახასიათებელი სუნის კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 116°C-ზე. იგი იხსნება სპირტში, ეთერსა და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში, სუბლიმირდება. გამოყენებულია ჰიდროქინონის მისაღებად. იყენებენ, როგორც თვსებით რეაქტივს პირილინზე, პირიდინზე, ჰიდროქინონსა და ზოგიერთ სხვა ნივთიერებაზე.

გარდა ამისა, P-ბენზოქინონი გამოყენებას პოულობს პოლიმერიზაციის რეაქტივების დროს, როგორც ინიზიტორი. იგი იწვევს თვალის დაავადებას. P-ბენზოქინონის ნაწარმებიდან ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ნაერთს წარმოადგენს ტეტრაქლორბენზოქინონი —

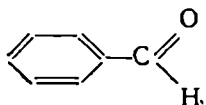
ქლორანილი ( $\text{O}=\text{C}_6\text{Cl}_4=\text{O}$ ) რომელიც გამოყენებულია, რო-  
ვორც დამყანგავი საღებარებისა და რეზინის მრეწველობაში.

#### თ ა ვ ი X I V

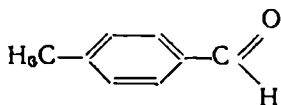
#### ბენზოლის რიგის ალდეჰიდები და კეტონები

არომატული ალდეჰიდები და კეტონები მსგავსად ალიფატური რიგის ალდეჰიდებისა და კეტონებისა შეიცავენ კარბონილის ჯგუფს  
 $>\text{C}=\text{O}$

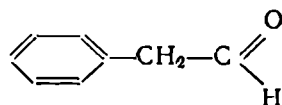
ალდეჰიდებში ალდეჰიდის ჯგუფი შეიძლება უშუალოდ დაკავშირებული იყოს ბირთვთან ან შეიძლება იგი იმყოფებოდეს გვერდით ჯაჭვში:



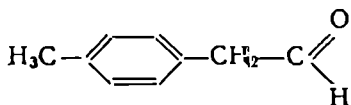
ბენზალდეჰიდი



P-ტოლუალდეჰიდი

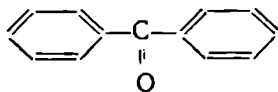


ფენილმეტანის ალდეჰიდი  
(2-ფენილეთანალი)

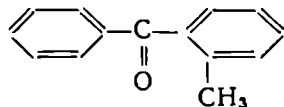


ტოლილმეტანის ალდეჰიდი  
(2-ტოლიეთანალი)

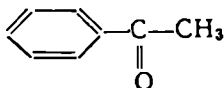
არილკეტონებში კარბონილის ჯგუფი შეიძლება დაკავშირებული იყოს არილებთან ან არილთან და ალკილთან:



დიფენილკეტონი  
(ბენზოფენონი)



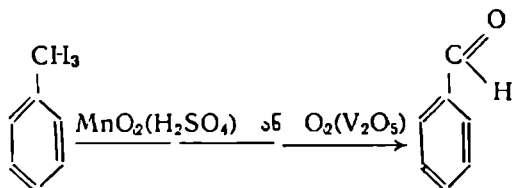
ფენილ-O-ტოლილკეტონი



მეთილფენილკეტონი  
(აკეტოფენონი)

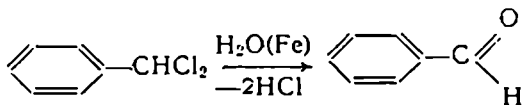
მიღების საშუალებანი. არომატული ალდეჰიდების მიღების მე-  
თოდები ძირითადად იგივეა, რაც ალიფატურია ალდეჰიდებისათვის  
არის გამოყენებული. ამასთან შემუშავებულია ისეთი მეთოდები,  
რომლებიც გამოყენება მხოლოდ არომატული ალდეჰიდების მისა-  
ღებად.

1. არომატული ალდეჰიდები მიიღებიან შესაბამისი არენების და-  
ქანვეით. მაგალითად, ბენზალდეჰიდს მრეწველობაში ღებულობენ  
ტოლუოლის დაქანვეით, თხევად ან გაზურ ფაზაში. თხევად ფაზაში  
ტოლუოლის დაქანვეას ახორციელებენ მანგანუმის (IV) ოქსიდით  
60%-იან გოგირდმჟავას გარემოში, ხოლო გაზურ ფაზაში დამქანვა-  
ვად იყენებენ ჰაერის ქანგბადს ვანადიუმის (V) ოქსიდის თანაობით:

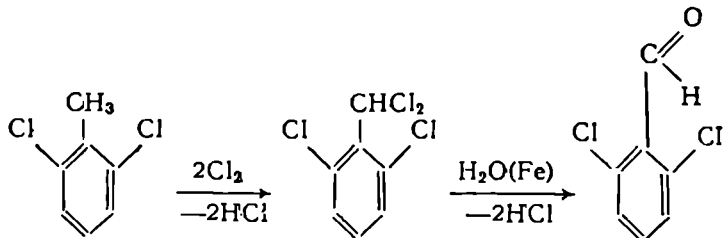


2. ალდეჰიდები წარმოიქმნებიან არომატული ჰემინალური დიჰ-  
ლოგენაერთების ჰიდროლიზით.

მაგალითად, ბენზილიდენქლორიდის წყლიანი ემულსიის გაცხ-  
ლებით რკინის კატალიზატორის თანაობით მიიღება ბენზალდეჰიდი:



ალდეჰიდების მიღების ეს მეთოდი გამოყენებულია 2,6-დიქლორ-  
ბენზალდეჰიდის მისაღებად:

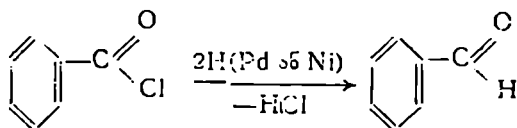


2,6-დიქლორტოლუოლი

2,6-დიქლორბენზალდეჰიდი

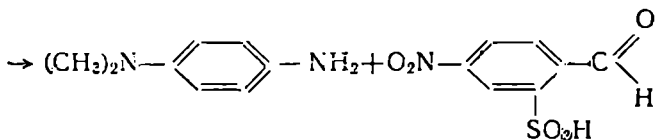
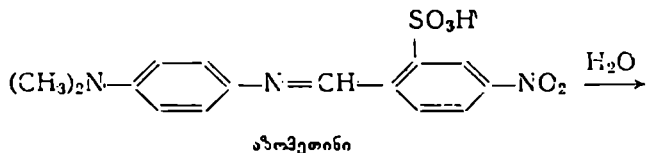
2,6-დიქლორბენზალდეჰიდი გამოყენებულია ტრიფენილმეთანის რიგის საღებარების მრეწველობაში.

3. შეჯვების ქლორანჰიდრიდების კატალიზური აღდგენა. შეჯვების ქლორანჰიდრიდები კატალიზატორ პალადიუმის ან ნიკელის შემთავებით აღდგებიან ალდეჰიდებად:



ბენზოის შეჯვას  
ქლორანჰიდრიდი

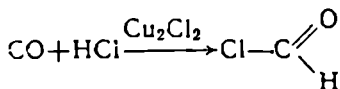
4. ძნელმისაწვდომი ალდეჰიდების მიღებას ახორციელებენ აზომეთინების (აზომეთინები შეიცავენ აზომეთინის ჯგუფს  $-\text{N}=\text{CH}-$ ) პირობებით:



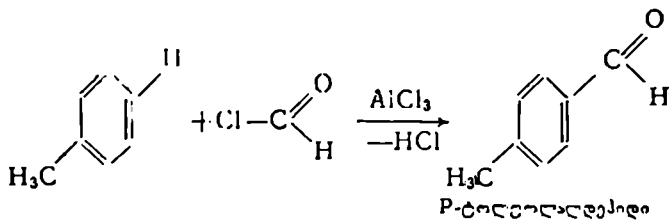
4-ამინო-N,N-დიმეთილ-  
ანილინი

4-ნიტრო-2-სულფობენზალდეჰიდი

5. არომატული ნაერთის ბირთვში ალდეჰიდის ჯგუფის 'შეყვანას' ახორციელებენ გატერჰან-კოხის მეთოდით. ამ მეთოდის დროს რეზე შექმედდებიან ნახშირბადის (II) ოქსიდისა და ქლორწყალბადის ნარევიტ კატალიზატორების ალუმინის ქლორიდისა და სპილენძის (I) ქლორიდის თანაობით:



ჰიანკელშეჯვას ქლორანჰიდრიდი  
(ფორმილქლორიდი)

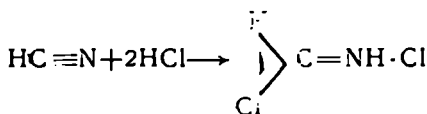


ფორმილქლოგენებიდან თავისუფალი სახით არსებობს მხოლოდ

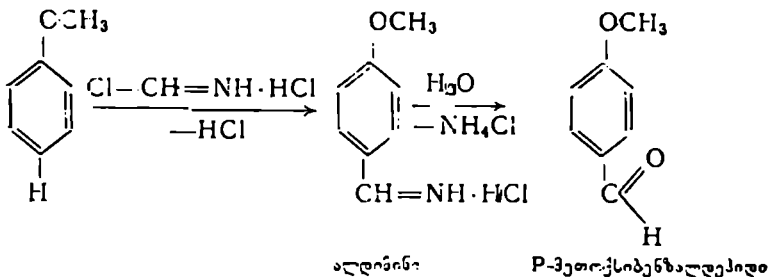
ფორმილფტორიდი ( $\text{F}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ ), რომელიც მიღებულ იქნა ა. ნ. ნეს-

მეიანოვის მიერ და ფართოდ არის გამოყენებული არომატული ალდეჰიდების მიღებისათვის.

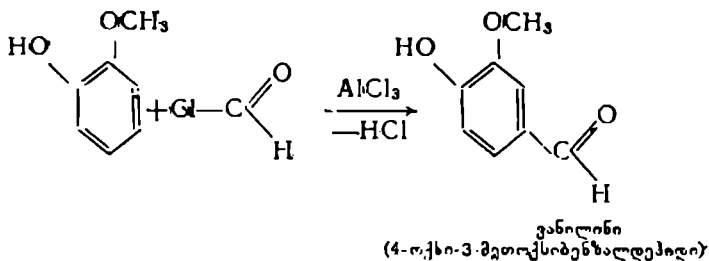
6. ოქსი- და მეთოქსიბენზალდეჰიდის მიღების დროს შიშვარტავენ მჟავურ ციანიბრებას კატალიზატორ ალუმინის ქლორიდის თანაობით. ვარაუდობენ, რომ მჟავური დაციანების პროცესის დასაწყისში ციანწყალბადმჟავა და ქლორწყალბადი წარმოქმნის კიანწყველმჟავას იმიდოქლორიდს, რომელიც რეაგირებს ოქსი- ან მეთოქსიბენზალდეჰიდთან და იძლევა ალდომინს. უკანასკნელი ჰიდროლიზირდება და მიიღება შესაბამისი ალდეჰიდი:



კიანწყველმჟავის იმიდოქლორიდი

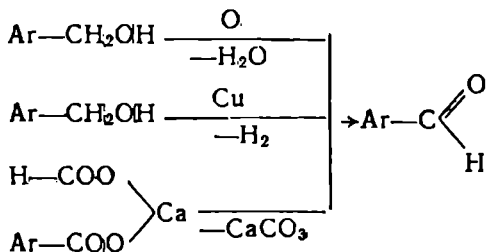


არომატული ალდეჰიდების აღნიშნული 5 და 6 მეთოდით გვიანაკლიდან ღებულობენ ისეთ ძვირფას სურნელოვან ნაფთიერებას, როგორცაა ვანილინი:



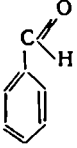
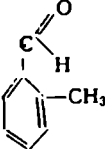
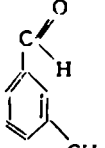
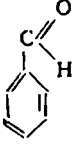
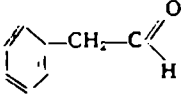
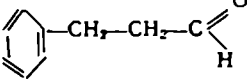
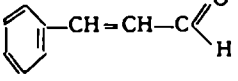
ვანილინი იმყოფება ვანილში (2,5%-მდე). ვანილის სურნელება ძირითადად განპირობებულია მასში არსებული ვანილინით. ვანილინის მცირე რაოდენობით შეიცავს მრავალი მცენარეული ფისი და ბალზამი.

7. გარდა აღნიშნულისა, არომატული ალდეჰიდები მიიღებიან: არომატული პირველადი სპირტების დაჟანგვით, არომატული მჟავებისა და ქიანწყველმჟავას კალციუმის ან ბარიუმის მარილების მშრალი გამოხდით, და ზოგიერთი სხვა მეთოდით, რომლითაც ღებულობენ ალიფატური რიგის ალდეჰიდებს:



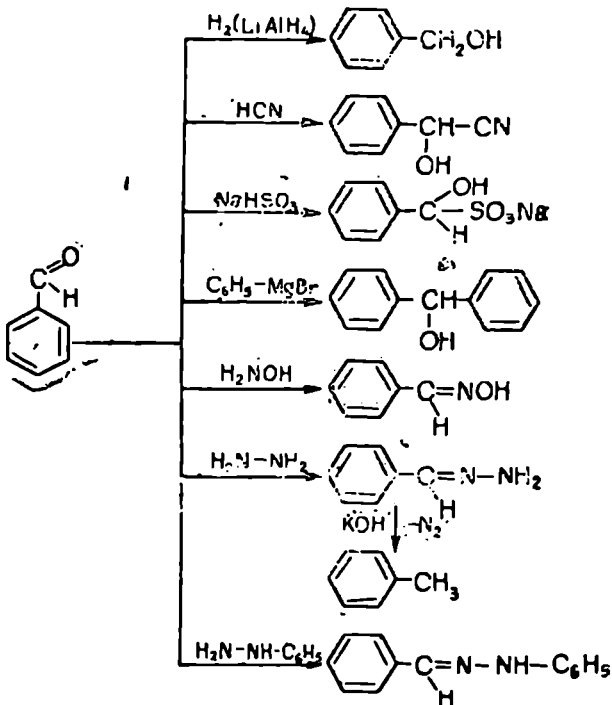
**ფიზიკური თვისებები.** არომატული ალდეჰიდების დიდი ნაწილი წარმოადგენს წყალში მცირედ ხსნად, დამახასიათებელი სუნის სითხეს. ისეთ ალდეჰიდებს, რომლებშიაც ალდეჰიდის ჯგუფი უშუალოდ არის დაკავშირებული ბირთვთან, აქვთ სასიამოვნო, დამახასიათებელი სუნი, ხოლო ალდეჰიდებს, ალდეჰიდის ჯგუფით გვერდით ჯაჭვში, ახასიათებთ მძაფრი სუნი. ზოგიერთი ალდეჰიდის ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-7 ცხრილში.

## ზოგიერთი არომატული ალდეჰიდის ფიზიკური თვისებები

სახელწოდება	ფორმულა	დუღ. ტემპ. °C	მ. წ. ტემპ. °C	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>
ბენზალდეჰიდი		179,5	-26	1,0498
O-ტილუოლალდეჰიდი		195,5	—	1,0375
m-ტილუოლალდეჰიდი		199	—	1,0200
p-ტილუოლალდეჰიდი		205	—	1,0194 16,7 d <sub>4</sub>
ფენილმეტანის ალდეჰიდი (2-ფენილეთანალი)		194	-10	1,0272 19,6 d <sub>4</sub>
ჰიდროდარიინის ალდეჰიდი (3-ფენილპროპანალი)		280	+47	—
დარიინის ალდეჰიდი (3-ფენილპროპენალი)		251 (იშლება)	-7,5	—

ქიმიური თვისებები. 1. არომატული ალდეჰიდები მეტწილად მონაწილეობენ იმ რეაქციებში, რომლებიც დამახასიათებელია ალიფატურ ალდეჰიდებისათვის. ამ მხრივ არილალდეჰიდები ალდეჰიდის ჯგუფით გვერდით ჯაჭვში თითქმის არაფრით არ განსხვავდებიან ალილალდეჰიდებისაგან. არილალდეჰიდები ალდეჰიდის ჯგუფით ბირთვში მეტწილად ამეღვენებენ ალიფატური ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელ ქიმიურ თვისებებს, მაგრამ მათგან განსხვავებით აქვთ სპეციფიკური თვისებებიც.

არილალდეჰიდები მსგავსად ალილალდეჰიდებისა შედიან შერტების რეაქციებში წყალბადთან, ციანწყალბადთან, ჰიდროსულფიტნატრალუმთან, გრინიარის რეაქტივთან. რეაგირებენ ჰიდროქსილამინთან, ჰიდრაზინთან, ფენილჰიდრაზინთან და ჰიდრაზინის სხვა ნაწარმებთან, ჰაერზე იყანგებიან, იძლევიან ვერცხლის სარკის რეაქციას და სხვა:



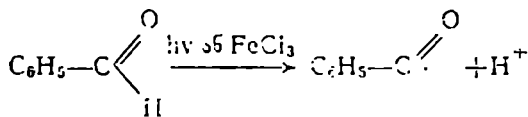
აქ განსაკუთრებით ყურადღება იქნება გამახვილებული არილალდეჰიდების იმ ქიმიურ თვისებებზე, რომლებიც მათთვის არის დამახასიათებელი.



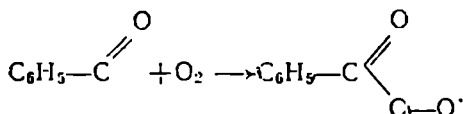
2. დაუანგვა. არილალდეჰიდები შენახვისას განიცდიან თვითდაუანგვას (აუტოოქსიდაცია). საგანზე წასმული ბენზალდეჰიდის თხელი ფენა ჰაერის გავლენით რამდენიმე საათის შემდეგ იუანგება და წარმოიქმნება ბენზოის მჟავას კრისტალები. დაუანგვა ჩქარდება სინათლისა და რკინის ან მანგანუმის მარილების გავლენით. აუტოოქსიდაციის მექანიზმი შესწავლილია ბენზალდეჰიდის დაუანგვის მაგალითზე, რომელიც წარმოადგენს ბენზალდეჰიდის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თვისებას.

ალილალდეჰიდებისა და არილალდეჰიდების დაუანგვა მიმდინარეობს კომოლიტურ-ჭაჭვეური და ჰეტეროლიტური დაუანგვის რეაქციის შესაბამისად.

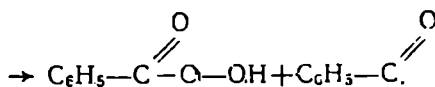
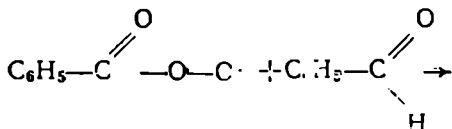
კომოლიტურ-ჭაჭვეური რეაქციის მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



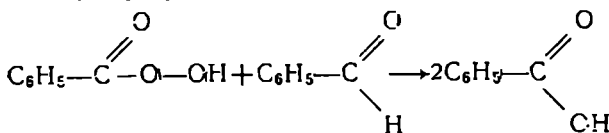
რადიკალი ბენზოილი



პეროქსიდური რადიკალი



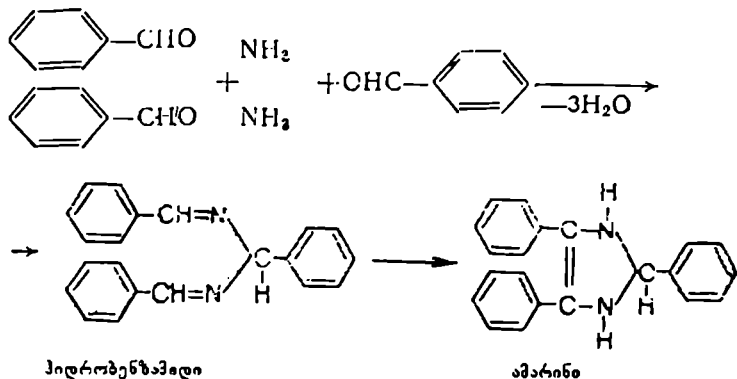
ჰიდროპეროქსილი



ბენზოის მჟავა

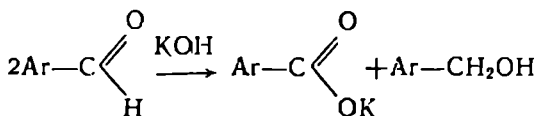
(წარმოქმნილი რადიკალი ბენზოილი  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \cdot \end{array}$  ისევ ჩაერთვება უანგბადთან შეერთების რეაქციაში).





ალკალდეჰიდები, განსხვავებით ბენზალდეჰიდისაგან, ამიაკთან წარმოქმნიან ალდეჰიდამიაკს და მის შემდგომ გარდაქმნის პროდუქტებს.

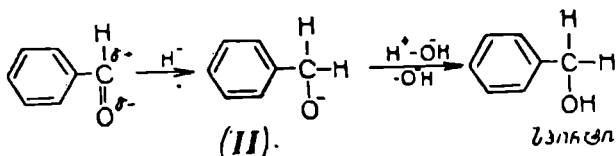
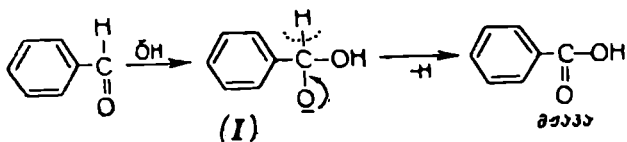
5. კანიცაროს რეაქცია. არილალდეჰიდები ტუტის წყალხსნარის ან სპირტხსნარის (50%) გველენით განიცდიან ერთდროულ დაჟანგვა-აღდგენას და მიიღება შესაბამისი მეჯვას მარილი და სპირტი:



ალიფატური რიგის ალდეჰიდებიდან კანიცაროს რეაქციაში შედიან ფორმალდეჰიდი და ის ალდეჰიდები, რომელთა ალდეჰიდის ჯგუფის მიმართ α-მდებარეობაში არ იმყოფება H-ატომი.

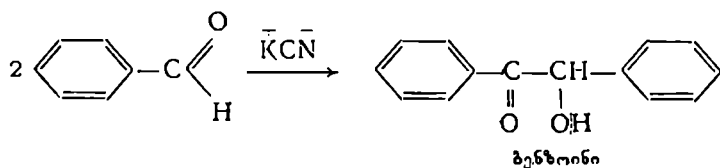
კანიცაროს რეაქციის შესაძლო მექანიზმი შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:

რეაქციის დასაწყისში ალდეჰიდს უერთდება OH ანიონი და მიიღება ანიონი (I). უკანასკნელს მოწყდება ჰიდრიდ-ანიონი (H<sup>-</sup>) და გარდაიქმნება მეჯვად. მოწყვეტილი ჰიდრიდ-ანიონი დაეჭაბება ალდეჰიდის სხვა მოლეკულას და წარმოიქმნება სხვა ახალი ანიონი (II). უკანასკნელს უერთდება წყლიდან მოწყვეტილი ჰიდრიდკატიონი (H<sup>+</sup>) და მიიღება სპირტი. მაშასადამე, ჰიდრიდ-იონის მოწყვეტა იწვევს დაჟანგვის რეაქციას, ხოლო მისი შეერთება აღდგენის რეაქციას:

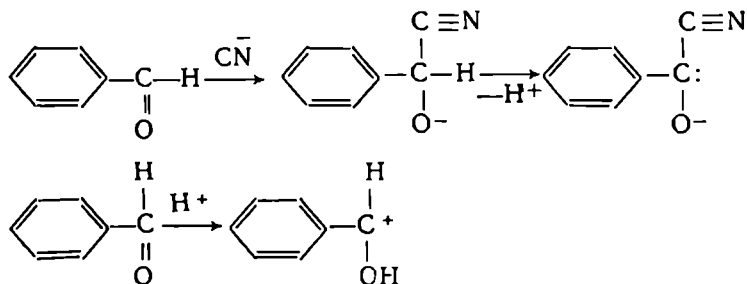


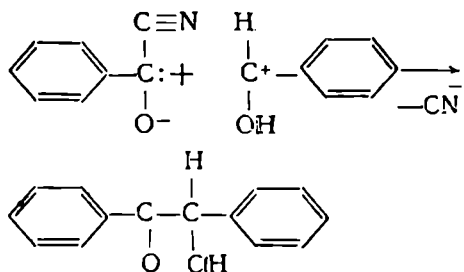
6. ბენზონური კონდენსაცია. არილალდეჰიდები ციანწყალბად-მეფას კალიუმის მარილის წყლიანსპირტხსნარის გავლენით განიცდიან ბენზონურ კონდენსაციას და წარმოიქმნება  $\alpha$ -ოქსიკეტონები. (ნ. ნ. ზინინი, 1839 წ.).

მაგალითად, ბენზალდეჰიდი ბენზონური კონდენსაციის დროს განიცდის დიმერიზაციას და მიიღება ბენზონი:

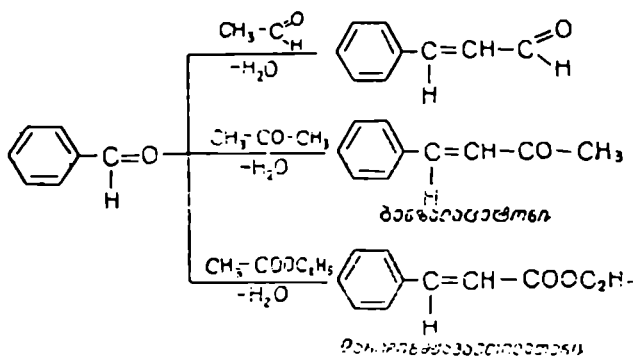


ამ რეაქციის მექანიზმი ასეთია: ციან-ონი ( $\text{CN}^-$ ) უერთდება ალდეჰიდს. იგი ალდეჰიდის ჯგუფის  $\text{C}-\text{H}$  ბმიდან მიიზიდავს ელექტრონებს იმ ზომამდე, რომ მოხდება დეპროტონირება ( $-\text{H}^+$ ). პროტონი შეუერთდება ალდეჰიდის მეორე მოლეკულას და  $\text{C}-\text{C}$  ბმის წარმოქმნით მიიღება  $\alpha$ -ოქსიკეტონი:

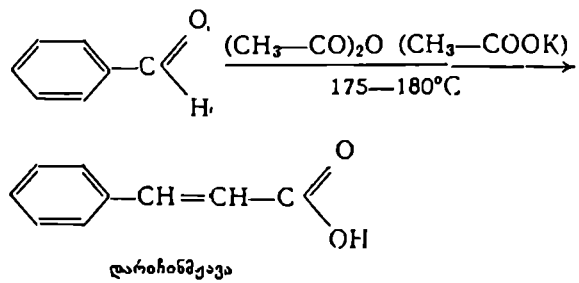




7. არილალდეჰიდები ტუტეების ან ორგანული ფუძეების გარე-  
 მოში ადვილად შედიან რეაქციაში ცხიმის რიგის ალდეჰიდებთან, კე-  
 ტონებთან, კარბონმეჯავების რთულ ეთერებთან და სხვა:

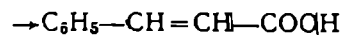
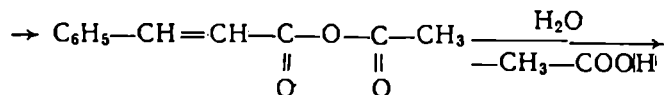
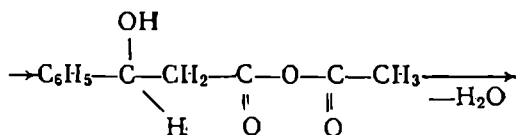
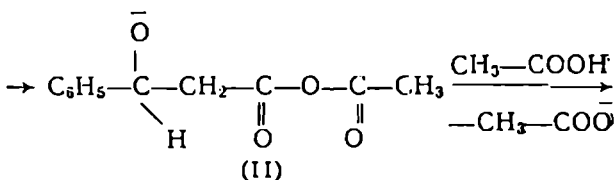
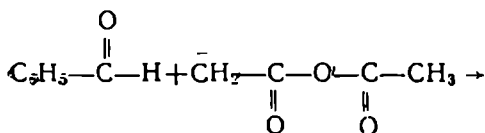
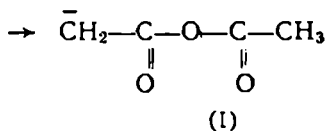
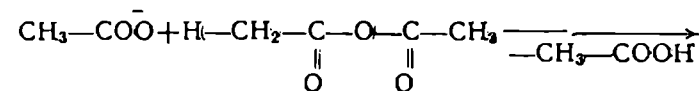


8. განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს არილალდეჰიდების  
 კონდენსაცია ცხიმის რიგის ერთფუძიანი მეჯავების ანჰიდრიდებთან  
 შესაბამისი ერთფუძიანი მეჯავების—ნატრიუმის ან კალიუმის მარი-  
 ლის თანაობით. ასეთი კონდენსაციის დროს წარმოიქმნება  $\alpha$ ,  $\beta$ -  
 უნაჯერი მეჯავები (პერკინის რეაქცია):

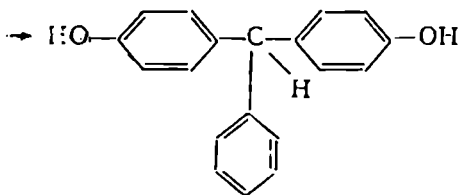
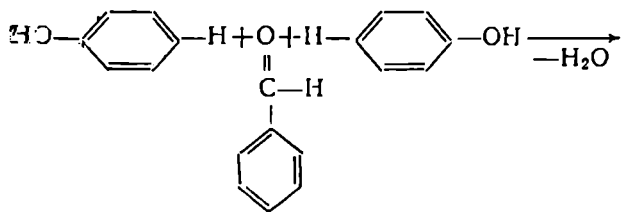


ამ რეაქციის შესაძლო მექანიზმი ასეთია. მოცემულ შემთხვევაში

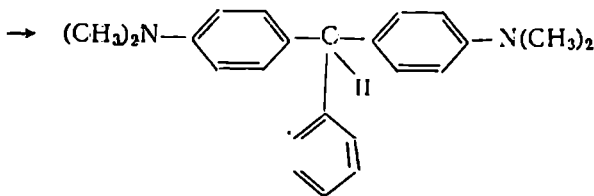
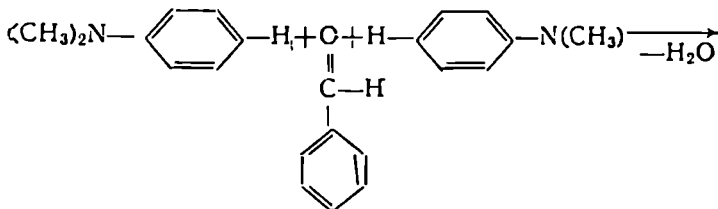
კალიუმის აცეტატიდან წარმოქმნილი აცეტატ-იონის ( $\text{CH}_3\text{—COO}^-$ ) გავლენით ძმრის ანჰიდრიდი გარდაიქმნება კარბანიონად (I), რომელიც ბენზალდეჰიდთან დაჯახებით იძლევა ანიონს (II), უკანასკნელი სტაბილირდება დარიჩინმეფავს წარმოქმნით.



9. არილალდეჰიდები კონდენსაციის რეაქციებში შედიან ისეთ არომატულ ნაერთებთან, რომლებიც შეიცავენ ძვრად წყალბადატომებს. მაგალითად, არილალდეჰიდები ფენოლებთან და ამინებთან კონდენსაციით იძლევიან ტრიფენილმეთანის რიგის ნაერთებს:



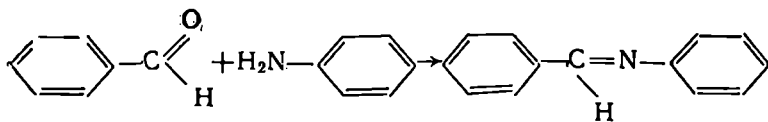
P,P'-დიოქსიტრაფენილმეთანი



N,N'-ტეტრამეთილ-P,P'-დიამინოტრაფენილმეთანი

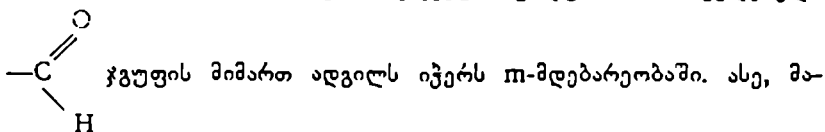
აღნიშნული რეაქციების გზით ღებულობენ ტრაფენილმეთანის რიგის საღებარებს.

10. არილალდეჰიდები პირველად ამინებთან წარმოქმნიან აზომეთინებს ანუ შიფის ფუძეებს:

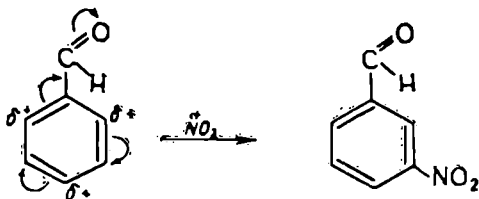


აზომეთინი  
(შიფის ფუძე)

11. ელექტროფილური ჩანაცვლება. ალდეჰიდის ჯგუფის, როგორც მეორე რიგის ჩამნაცვლებელის, შეუძლება ბენზოლის ბირთვთან იწვევს ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის შემცირებას O- და P-მდებარეობაში. ამიტომ ელექტროფილური ჩამნაცვლებელი



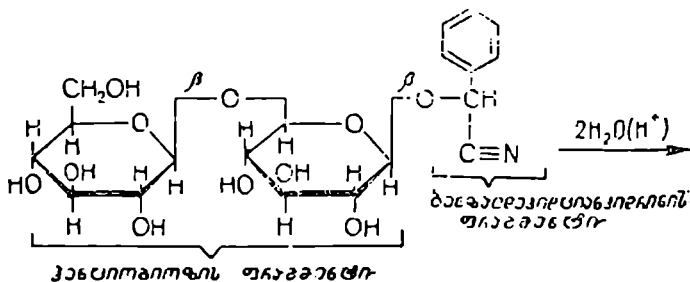
გალითად, ბენზალდეჰიდის ნიტრირებისას მიიღება m-ნიტრობენზალდეჰიდი:



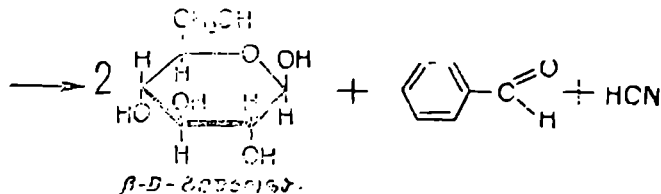
#### m-ნიტრობენზალდეჰიდი

ცალკეული წევრები. არომატული ალდეჰიდებიდან განსაკუთრებით ღიდი მნიშვნელობა აქვს ბენზალდეჰიდს. იგი თავისუფალი სახით იშვოფება ზოგიერთ ეთერზეთში. ბენზალდეჰიდი მონაწილეობას ღებულობს გლიკოზიდ ამიგდალინის მოლეკულის წარმოქმნაში. ამიგდალინი იშვოფება მწარე ნუშის ზეთში, ალუბლის, ჭერამის, ატმისა და ზოგიერთ სხვა კურკოვანთა კურკის გულში. იგი გვხვდება აგრეთვე წყაყის ფოთლებში, ვაშლის, მსხლის თესლში და სხვა.

ამიგდალინი მკავებთან ღულილით იშლება ორ მოლეკულა გლუკოზად, ბენზალდეჰიდად და ციანწყალბადმკავეად. ამიგდალინში გლუკოზა იშვოფება ღისაქარიღ ჭენციობითოზის სახით, რომელიც დაკავშირებულია ბენზალდეჰიდციანჰიდრინის ფრაგმენტთან β-გლიკოზიდური ბმით:



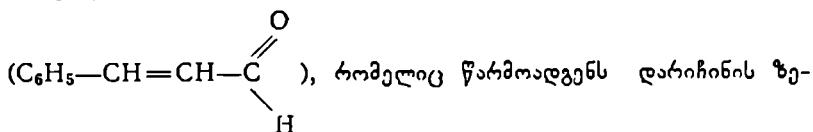




ბენზალდეჰიდი წარმოადგენს უფერო, მწარე ნუშისთვის დამახასიათებელი სუნის სითხეს. წყალში იხსნება მცირე რაოდენობით (100 გ წყალში იხსნება 0,3 გ). კარგად იხსნება სპირტში, ეთერში, ბენზოლსა და ქლოროფორმში.

ბენზალდეჰიდი დიდ გამოყენებას პოულობს ორგანულ სინთეზში, გარდა ამისა, მას იყენებენ ოზონის განსაზღვრისათვის, ფენოლებისა და ალკალოიდების აღმოჩენისათვის. გამოყენებულია აგრეთვე როგორც სურნელოვანი ნივთიერება და სხვა.

უნაჩერი ალდეჰიდებიდან აღსანიშნავია დარიჩინის ალდეჰიდი



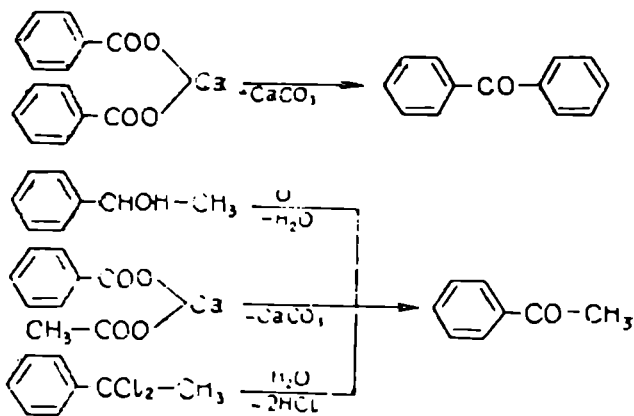
თის მთავარ შემადგენელ ნაწილს. მას იყენებენ პარფიუმერაასა და ორგანულ სინთეზში.

## II. არომატული კეტონი

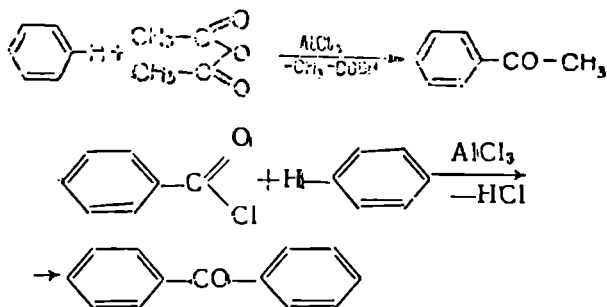
აღინიშნა, რომ (გვ. 196) არომატულ კეტონებში კარბონილის ჯგუფი შეიძლება დაკავშირებული იყოს არილებთან ან არილთან და ალკილთან. ამის მიხედვით არჩევენ წმინდა არომატულ ( $\text{Ar—CO—Ar}$ ) და ცხიმარომატულ ( $\text{Ar—CO—R}$ ) კეტონებს. ამასთან, როგორც არილალდეჰიდების შემთხვევაში, კეტონის ჯგუფი შეიძლება უშუალოდ იყოს დაკავშირებული ბირთვის C-ატომთან ან შეიძლება იგი იმყოფებოდეს ბირთვისაგან მოშორებით ( $\text{Ar—CH}_2\text{—CO—R}$ ).

მიღების საშუალებანი. 1. არილკეტონების მიღებისათვის გამოყენებულია ის მეთოდები, რომლებითაც ლებულობენ ალიფატურ კეტონებს. მაგალითად, მათი მიღება შეიძლება მეორეული არომატული სპირტების დაჟანგვით, არომატული მჟავების ან არომატული და ცხიმმჟავების (გარდა ფორმიკისა)—კალციუმის ან ბარიუმის მა-

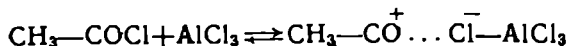
რილთა მშრალი გამობდით, არომატულ ჰემინალურ დიჰალოგენ-ერთთა ჰიდროლიზითა და სხვა:

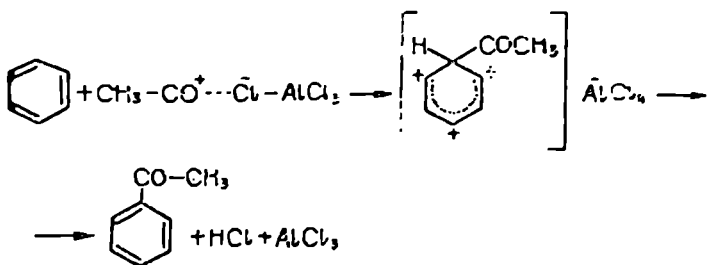


2. არილკეტონების მიღებისათვის შემუშავებულია სპეციალური მეთოდები. ამ მიზნით უფრო ხშირად იყენებენ ფრიდელ-კრაფტის რეაქციას. მოცემულ შემთხვევაში მიმართავენ არენების აცილირებას ალუმინის ქლორიდის თანაობით. მააცილირებელ რეაგენტად გამოყენებულია როგორც შეავას ანჰიდრიდი, ასევე შეავას ჰალოგენ-ანჰიდრიდი:

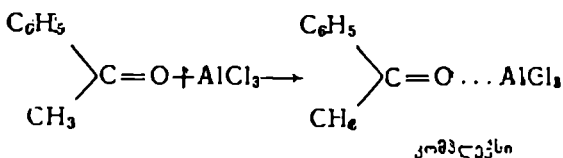


ალუმინის ქლორიდის, როგორც კატალიზატორის, როლი გამოიხატება აქტიური ჩამნაცვლებლის — აცილ-კატიონის ( $\text{CH}_3\text{CO}^+$ ) წარმოქმნაში:

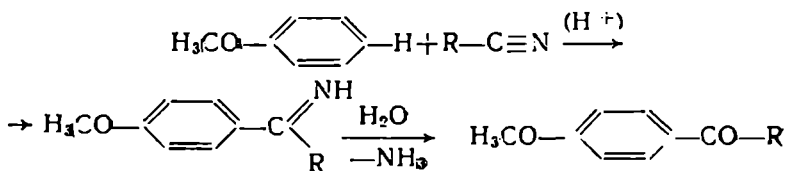




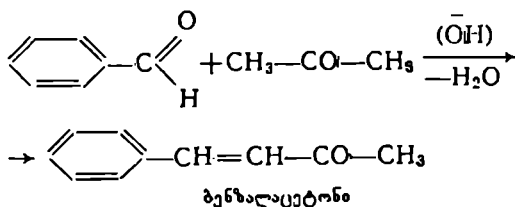
აცილირების რეაქციისათვის ალუმინის ქლორიდს იღებენ ჰარბო-ოლენობით (ერთ მოლზე მეტს), რადგან იგი წარმოქმნილ კეტონთან იძლევა კომპლექსს და ამ სახით გამოდის რეაქციის სფეროდან:



3. ფენოლკეტონების მიღებისათვის იყენებენ მრავალატომიან ფენოლებს ან ფენოლთა ეთერებს, რომლებიც ნიტრილებთან ურთიერთმოქმედებით იძლევიან შესაბამის კეტონებს:



4. უნაჯერი ცხიმარმატული კეტონები მიიღებიან არილალდეჰიდების ალიფატური რიგის კეტონებთან კონდენსაციით:

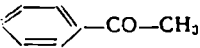
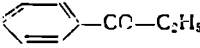
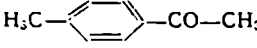
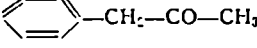
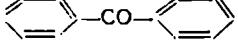


ფიზიკური თვისებები. არომატული კეტონები სითხეები ან მყარი ნივთიერებებია, რომლებიც მცირე ოდენობით იხსნებიან წყალ-

ში. ზოგადი არომატული კეტონის ფიზიკური თვისებები მოცემულა მე-8 ცხრილში.

ცხრილი 8

ზოგადი არომატული კეტონის ფიზიკური თვისებები

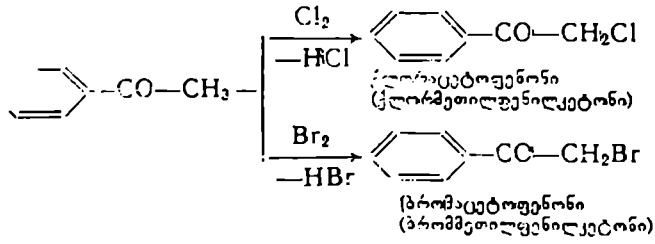
სახელწოდება	ფორმულა	დ.ღ.ტ.მ.	დ.ღ.ტ.მ.	დ.ღ.
აცეტოფენონი ანუ მეთილფენილკეტონი		202,3	19,6	1,0281
პროპიოფენონი ანუ ეთილფენილკეტონი		218	20	1,0120
P-მეთილაცეტოფენონი		226,3	—	1,0051
ფენილაცეტონი ანუ მეთილფენილკეტონი		216,5	27	1,0157
ბენზოფენონი ანუ დიფენილკეტონი		305,4	49 <sup>b</sup>	1,083 <sup>a</sup> (54°C)
ა. ს. აბაღოვი მოდიფიკაცია				

ქიმიური თვისებები. წმინდა არომატული და ცხიმოვანო-არომატული კეტონები ალკალურ კეტონებთან შედარებით ნაკლებად აქტიურია. მაგალითად, ისინი არ რეაგირებენ ნატრიუმის ჰიდროსულფიტთან.

წმინდა არომატული კეტონები უფრო ძნელად შედიან შეერთებისა და ჩანაცვლების რეაქციებში, ვიდრე ცხიმოვანო-არომატული კეტონები.

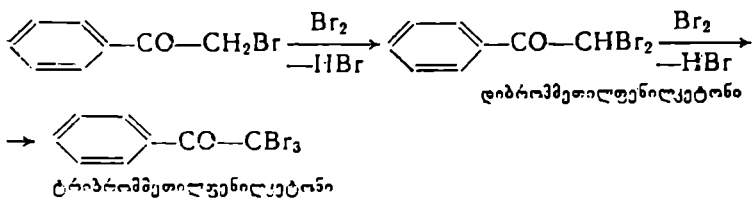
არომატული კეტონების დიდი ნაწილი რეაქციაში შედის ჰიდროქსილამინთან, ჰიდრაზინთან, მის ნაწარმთან და სხვა რეაგენტებთან.

1. ცხიმოვანო-არომატულ კეტონებში მეთილისა და მეთილენის H-ატომები ადვილქვარდია. მაგალითად, აცეტოფენონზე ქლორის ან ბრომის მოქმედებით მიიღება, შესაბამისად, ქლორ- და ბრომააცეტოფენონი:

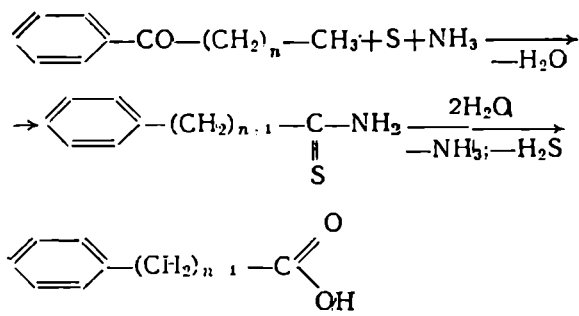


ქლორაცეტოფენონი და ბრომაცეტოფენონი არიან ძლიერ ცრემლმდენი (ლაკრიმატორი) ნივთიერებები. პირველ მსოფლიო ომში, როგორც ლაკრიმატორი უმთავრესად გამოყენებული იყო ქლორა-  
 აცეტოფენონი.

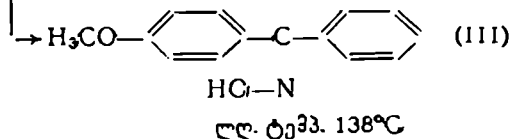
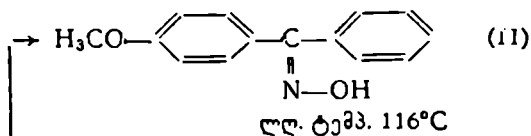
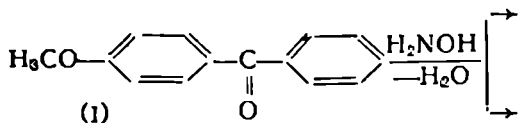
ქლორაცეტოფენონისა და ბრომაცეტოფენონის შემდგომი ჰალო-  
 გენირება იძლევა შესაბამის დი- და ტრი-ჰალოგენაერთებს: მაგალ-  
 თად, ბრომაცეტოფენონიდან მიიღება დიბრომმეთილფენილკეტონი  
 და ტრიბრომმეთილფენილკეტონი:



2. აცეტოფენონი და ისეთი ცხიმარჩაბული კეტონი, რომლის  
 მრეკულაში მეთილის ჯგუფი დაშორებულია კარბონილის ჯგუფი-  
 საგან, გოგირდისა და ამიაკის მოქმედებით წარმოქმნის შეყავს, რო-  
 შელიც C-ატომებს შეიცავს იმავე რაოდენობით, რამდენსაც შეიცავს  
 საარეაქციოდ აღებული კეტონი (ვილგეროდტის რეაქცია):

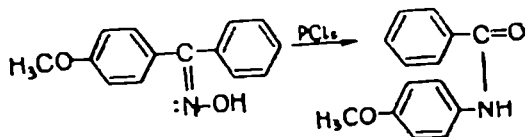


3. არომატული არასიმეტრიული კეტონები რეაქციაში შედიან  
 ჰიდროქსილამინთან და იძლევიან ოქსიმთა სინ- და ანტი- სიერცობრივ  
 იზომერებს. მაგალითად, P-მეთოქსიბენზოფენონი (I) ჰიდროქსილ-  
 ამინთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნის სინ-ფენილ-P-მეთოქსი-  
 ფენილკეტოქსიმსა (II) და ანტი-ფენილ-P-მეთოქსიფენილკეტოქსი-  
 მს (III):

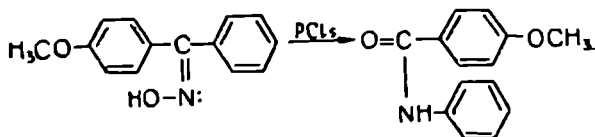


სინ- და ანტი-კეტოქსიმის წარმოქმნა განპირობებულია სინ-ანტი-იზომერიის მოვლენით. ასეთი სინ-ანტი-იზომერიის მოვლენა თავისი ბუნებით იგივეა, რაც განხილულ იყო დიაზოტატებთან დაკავშირებით (გვ. 150).

კეტოქსიმები ფოსფორის (V) ჰალოგენიდის ან მინერალური მკვების, ასევე ზოგიერთ სხვა რეაგენტის გავლენით განიცდის ბეკმანის გადაჯგუფებას. ასე მაგალითად, P-მეთოქსიბენზოფენონიდან მიღებული სინ-კეტოქსიმი გარდაიქმნება ბენზოის მჟეას. მეთოქსიანილიდად, ხოლო ანტი-კეტოქსიმი ანისულის მჟეას ფენილანილიდად:

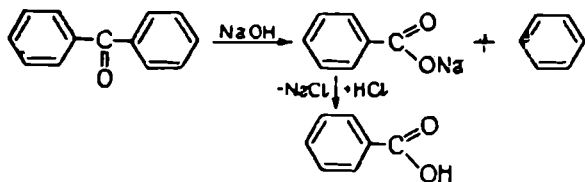


ბენზოის მჟეას მეთოქსიფენილანილიდი

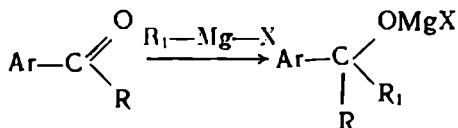


ანისულის მჟეას ფენილანილიდი

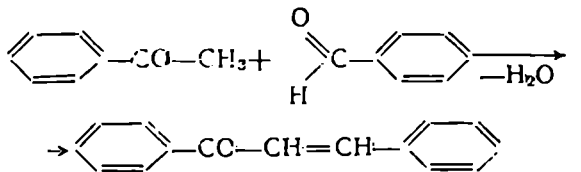
4. წმინდა არომატული კეტონები მაღალ ტემპერატურაზე კონცენტრირებული ტუტეების მოქმედებით განიცდიან გახლეჩას და წარმოიქმნება მჟავა და არენი:



5. არომატული კეტონები მეტწილ შემთხვევაში გრინიარის რეაქტივის მოქმედებით იძლევიან შეერთების პროდუქტებს:

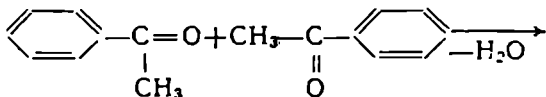


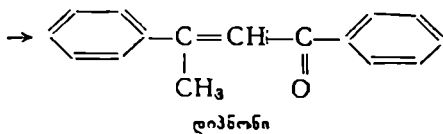
6. ალკილარილკეტონები კარბონილის ჯგუფის მიმართ  $\alpha$ -წყალბადატომების ხარჯზე შედიან კროტონის ტიპის კონდენსაციის რეაქციებში და წარმოქმნიან კონდენსაციის სხვადასხვა პროდუქტს: ნაგალითად. აცეტოფენონი ბენზალდეჰიდთან კონდენსაციით წარმოქმნის სიმეტრიულ ფენილბენზოილეთილენს:



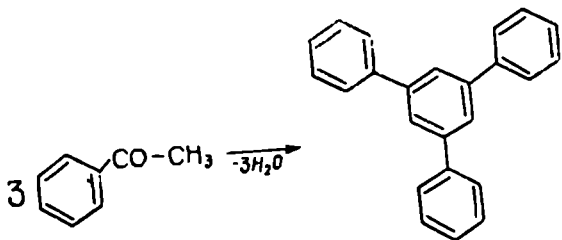
სიმეტრიული-ფენილბენზოილეთილენი

ორი მოლეკულა აცეტოფენონის კონდენსაციით მიიღება დიპნონი:





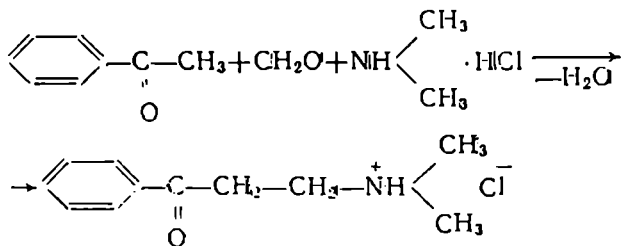
საპი მოლეკულა აცეტოფენონის კონფენსაციით წარმოიქმნება აბიმეტრიული ტრიფენილბენზოლი:



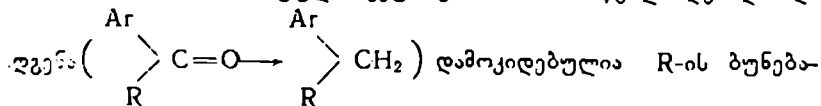
სიმ-ტრიფენილბენზოლი  
(ლ. ტემპ. 171°C)

ისე, როგორც ყველა დანარჩენი კეტონი, არომატული კეტონები პოლიმერიზაციის რეაქციებს არ განიცდიან.

7. აცეტოფენონზე ფორმალდეჰიდისა და ალიფატური ან არომატული ამინის ნარევის მოქმედებით მარილმყავას გარემოში ადგილი აქვს  $\alpha$ -წყალბადატომის ფორმალდეჰიდის  $\text{CH}_2$  ჯგუფისა და ამინის მარილის ნაშთისაგან წარმოქმნილი ფრაგმენტით შეცვლას (მანიხის რეაქცია):



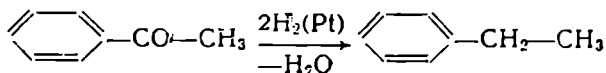
8. ალდენა. არომატული კეტონების ნახშირწყალბადებად აღ-



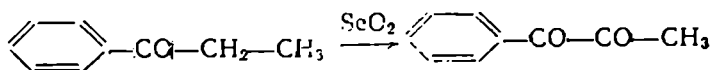
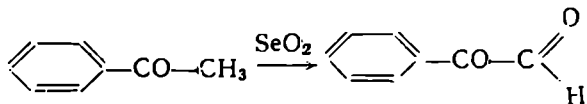
ზე. მაგალითად, თუ R შედგება სხვადასხვა რეაგენტების მიმართ, მაშინ კეტონის ალდენა სიმბოლოებთან დაკავშირებული არ არის. ხო-



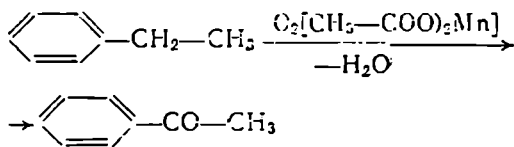
ლო იმ შემთხვევაში, როცა R რეაგენტების მოქმედებით გარდაქმნას განიციდის, მაშინ კეტონის ალდგენისათვის ალდგენის ყველა წესი არ გამოდგება და საჭიროა შეირჩეს შესაბამისი მეთოდი. მაგალითად, აცეტოფენონის კატალიზური ალდგენის დროს სხვა პროდუქტებთან ერთად ადგილი აქვს ეთილბენზოლის წარმოქმნას:



9. დაუანგვა. ალკილარილკეტონები  $\text{SeO}_2$  მეშვეობით იუანგებიან და წარმოქმნიან ალდეჰიდკეტონებს ან  $\alpha$ -დიკეტონებს:



ცალკეული წევრები. აცეტოფენონა (მეთილფენილკეტონი) მიიღება ბენზოლის აცეტილირებით (ფრიდელ-კრაფტსას რეაქცია). გარდა ამისა, სამრეწველო მასშტაბით მას ღებულბენ ეთილბენზოლის ჰაერის უანგბადით დაუანგვით მანგანუმის (II) აცეტატის თანაობით (130°C-სა და 3,5 ატმ. წნევის პირობებში):

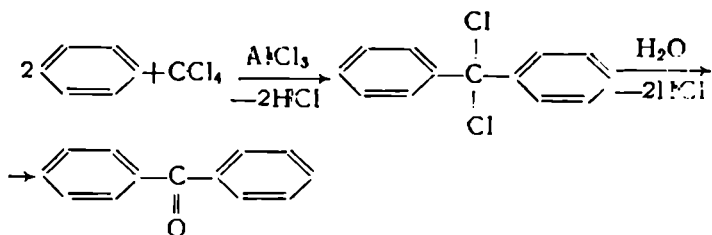


აცეტოფენონი წარმოადგენს უფერულ ან მოყვითალო ზეთიუბურ სითხეს. წყალში მცირე ოდენობით იხსნება, კარგად — მრავალორგანულ გამხსნელში.

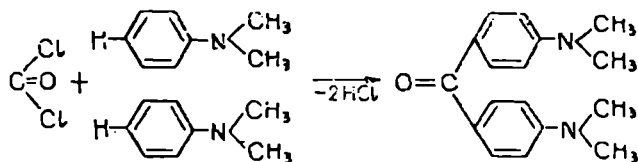
მას აქვს შოთხვის სუნი და გამოყენებულია პარფიუმერიულ მრეწველობაში. წინათ იგი ცნობილი იყო ჰიპნონის სახელწოდებით და იყენებდნენ ძილმოსაგვრელ საშუალებად, გამხსნელად. გარდა ამისა, იგი გამოყენებულია მარილმუყავას ხსნარებიდან რკინის ქლორიდის ექსტრაჰირებისათვის. მასთან მუშაობის დროს უნდა ვერიდოთ მისი ორთქლის ჩასუნთქვას (ძილის მომგვრელია).

ბენზოფენონი (დიფენილკეტონი). ბენზოფენონის მრეწველობაში ღებულბენ ბენზოლისა და ტეტრაქლორმეთანის ურთიერთმოქმედებათ ალუმინის ქლორიდის, როგორც კატალიზატორის, თანაობით.

პირველად მიიღება ჰემი-დიქლორნაწარმი, რომლის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება ბენზოფენონი:



ბენზოფენონის ნაწარმებიდან ყურადღებას იპყრობს მიხლერის კეტონი. იგი მიიღება N,N-დიმეთილანლინისზე ფოსგენის მოქმედებით:



მიხლერის კეტონი

მიხლერის კეტონი გამოყენებულია ტრიფენილმეთანის რიგის საღებარების წარმოებაში.

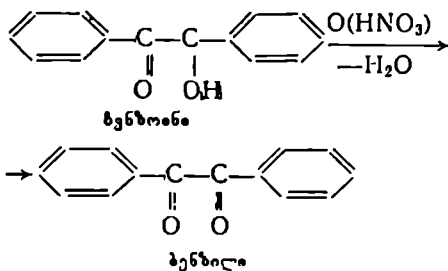
ბენზოფენონი წარმოადგენს დამახასიათებელი სუნის, წყალში უხსნად, თეთრი ფერის კრისტალებს. იგი იხსნება ქლოროფორმში. ბენზოფენონი გვხვდება სტაბილური (ლ. ტემპ. 49°C) და არასტაბილური (ლ. ტემპ. 26°C) მოდიფიკაციის სახით.

ბენზოფენონი მეტალურ ნატრიუმთან ფრთხილი შეღებვით იძლევა მუქ-ლურჯ შეფერვას. ბენზოფენონს იყენებენ პარფიუმერულ მრეწველობაში.

წმინდა არომატული α-დიკეტონების უმარტივესი წარმომადგენელია  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCOC}_6\text{H}_5$ , რომელსაც ეწოდება ბენზილი (სახელ-

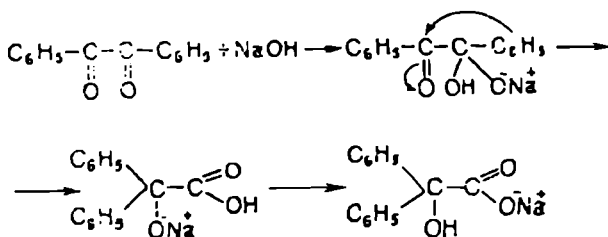
წოდება ბენზილი არ უნდა ავერიოთ რადიკალ  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—}$  სახელთან, რომელსაც აგრეთვე ეწოდება ბენზილი).

α-დიკეტონი — ბენზილი მიიღება შესაბამისი ოქსიკარბონილ ნაერთის დაჟანგვით:



ბენზილი ჰიდროქსილამინთან ურთიერთმოქმედებით იძლევა სამ სივრცით იზომერულ (სტერეოიზომერულ) დიოქსიმს.

ბენზილის სპირტისნარზე ტუტის მოქმედებისას ადგილი აქვს გადაჯგუფებას და წარმოიქმნება ბენზილის მეთა:



ბენზილმეთაანატრიუმი

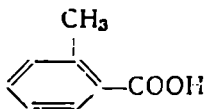
აღწერილი გადაჯგუფების რეაქცია ცნობილია ბენზილინური გადაჯგუფების სახელწოდებით. ბენზილინურ გადაჯგუფებას განიცდის არა მარტო არომატული α-დიკეტონები, არამედ ალიციკლური 1,2-დიკეტონებიც, რასაც თან სდევს ბირთვის შეკუმშვა.

### თ ა ვ ი XV

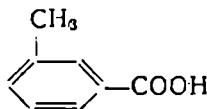
#### ბენზოლის რიგის კარბონმეთაეები

ბენზოლის რიგის კარბონმეთაეებში კარბოქსილის ჯგუფი შეიძლება დაკავშირებული იყოს უშუალოდ ბირთვის C-ატომთან ან გვერდითი ჯაჭვის C-ატომთან. ამასთან კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით შეიძლება გავარჩიოთ ერთ-, ორ- და მრავალფუძიანი არომატული მეთაეები.

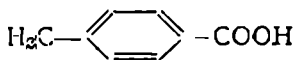
ერთფუძიანი არომატული მჟავების უმარტივესი წარმომადგენელია ბენზოის მჟავა  $C_6H_5-COOH$ . მომდევნო წევრი არსებობს ოთხი იზომერის სახით:



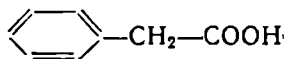
O-ტოლუოლმჟავა  
(O-მეთილბენზოის მჟავა)



m-ტოლუოლმჟავა  
(m-მეთილბენზოის მჟავა)



p-ტოლუოლმჟავა  
(p-მეთილბენზოის მჟავა)

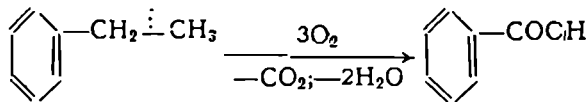
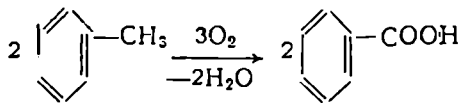


ფენილმარმჟავა

მიღების საშუალებანი. ერთფუძიანი არომატული მჟავები მიიღებიან იმ მეთოდებით, რომლებიც გამოყენებულია ერთფუძიანი ციბის რაგის მჟავების მისაღებად.

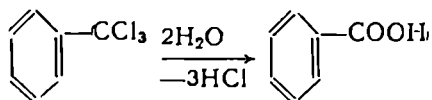
აქ განხილულ იქნება ის მეთოდები, რომლებიც გამოყენებულია, მხოლოდ არომატული მჟავების მიღებისათვის.

1. არომატული მჟავების მიღებისათვის ხშირად იყენებენ ბენზოლის ჰომოლოგების ალკილის ჯგუფების დაჯანგვის რეაქციას. დაჯანგვად გამოყენებულია ქრომის მჟავა ან პერმანგანატის ტუტიანი ხსნარი: მაგალითად, ტოლუოლისა და საერთოდ ბენზოლის მონოალკილჩანაცვლებულთა დაჯანგვით მიიღება ბენზოის მჟავა:

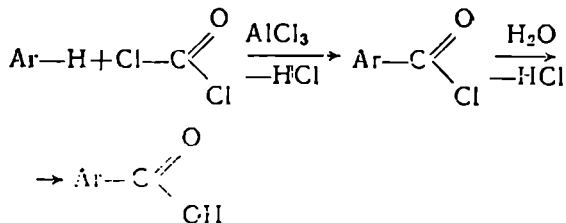


როგორც განხილულ რეაქციათა განტოლებებიდან ჩანს, გვერდითი ჯაჭვის ნახშირბადატომებიდან იჯანგება და კარბოქსილის ჯგუფს წარმოქმნის ის C-ატომი, რომელიც უშუალოდაა დაკავშირებული ბირთვთან.

2. მონოკარბონმჟავები მიიღებიან არენების ტრიქლორმეთილის ნაწარმთა ჰიდროლიზითაც. მაგალითად, ბენზოის მჟავა მიიღება ბენზოტრიქლორიდის ჰიდროლიზით:

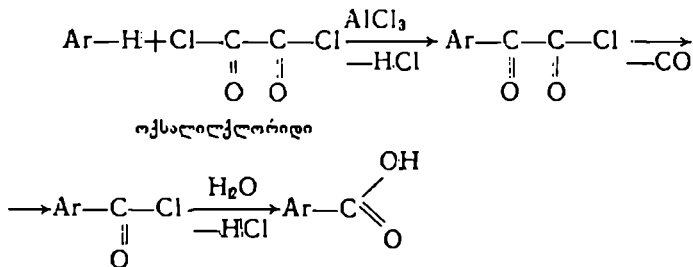


3. არენებისა და ფოსგენის ურთიერთმოქმედებით ფრიდელ-კრაფტის რეაქციის დროს ადგილი აქვს არენის კარბონილირებას (კარბონილირება ნიშნავს ორგანული ნივთიერების მოლეკულასთან ნახშირბადის (II) ოქსიდის შეერთებას კატალიზატორის მეშვეობით) და მიიღება აცილქლორიდი, რომლის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება კარბონმჟავა:



ამ რეაქციის დროს მჟავასთან ერთად წარმოიქმნება დიარილკეტონები, უქანასკნელის რაოდენობის ნეკიტრების მიხედვით კარბონოლირებით უმატებენ ფოსგენს.

კარბონმჟავა უფრო მეტი გამოსავლიანობით მიიღება იმ შემთხვევაში თუ ფოსგენის ნაცვლად გამოვიყენებთ ოქსალილქლორიდს:



4. არილნიტრილების ჰიდროლიზით წარმოიქმნებიან არომატული მჟავები. თვით არილნიტრილები ადვილად მიიღებიან არომატული სულფომჟავების ნატრიუმის მარილის შეღობით ნატრიუმციანთან ან დიაზონიუმის მარილზე ერთვალენტიანი სპილენძის შესაბამისი მარილის მოქმედებით:

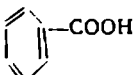
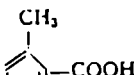
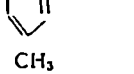
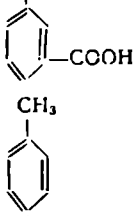
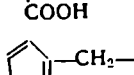
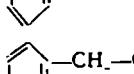


ბენზოის მჟავას დისოციაციის კონსტანტა უდრის  $6,6 \cdot 10^{-5}$ , ხოლო ძმარმჟავისა— $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

ზოგიერთი არომატული ერთფუძიანი მჟავას ფიზიკური თვისებები მოცემულია მე-9 ცხრილში.

ცხრილი 9

ზოგიერთი არომატული ერთფუძიანი მჟავას ფიზიკური თვისებები.

სახელწოდება	ფორმულა	დ.ტემ. ლ.ტემ.	დ.ტემ. დ.ტემ.
ბენზოის მჟავა		122	250
o-ტოლუოლმჟავა		103,7	259
m-ტოლუოლმჟავა		111,7	263
p-ტოლუოლმჟავა		181	275
ფენილმარმჟავა		77	266,5
ჰიდროდარიინმჟავა (β-ფენილპროპიონმჟავა)		48,6	280

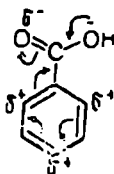
ქიმიური თვისებები. არომატული მჟავების მჟავიანობა თითქმის არ არის დამოკიდებული მეზომერულ (რეზონანსულ) ეფექტზე, რადგან კარბოქსილატ-ანიონის უარყოფითი მუხტი არ გადადის არომატულ ბირთვზე. აღნიშნული უარყოფითი მუხტის ბირთვზე გადატა-

15. დ. გაბრიაძე

ნის შევსებულში ბირთვის C-ატომსა და კარბოქსილის C-ატომს შორის ბმა უნდა გაწყდეს, რასაც სინამდვილეში ადგილი არა აქვს.

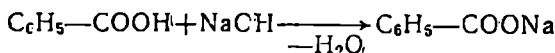
არომატული მჟავები კარბოქსილის ჯგუფის მიხედვით შედიან რეაქციებში ყველა იმ ნივთიერებასთან, რომელთანაც რეაგირებენ ალიფატური მჟავები. ამასთან, არომატული მჟავები სხვადასხვა რეაგენტთან რეაგირებენ ბირთვის მიხედვითაც.

კარბოქსილის ჯგუფი, როგორც მეორე რიგის ჩამნაცვლებელი, ამცირებს ბირთვის ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივეს O- და P-მდებარეობაში და ბენზოის მჟავას ელექტრონული აგებულება შემდეგ ფორმას ღებულობს:



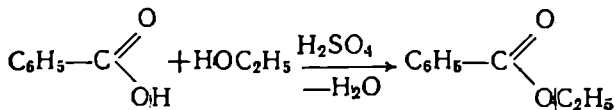
რეაქციები კარბოქსილის ჯგუფის მიხედვით. არომატული ერთფუნქციანი მჟავები ცხიმის რიგის ერთფუნქციანი მჟავების ანალოგიურად წარმოქმნიან: მარილებს, რთულ ეთერებს, ქალოგენანჰიდრიდებს, ანჰიდრიდებს, ამიდებსა და სხვა. ბენზოის მჟავას, როგორც არომატული ერთფუნქციანი მჟავების ტიპური წარმომადგენლის, მაგალითზე, განვიხილავთ იქნება ზემოთ დასახელებულ ნივთიერებათა მიღება და ბენზოის მჟავასთან დაკავშირებული ზოგიერთი სხვა ქიმიური გარდაქმნა.

1. მარილები. მარილები წარმოიქმნებიან არომატულ კარბონმჟავებზე ტუტის მოქმედებით:



ბენზოისმჟავანატრიუმის მარილი

რთული ეთერები. რთული ეთერები მიიღებიან მჟავასა და სპირტის ნარევის გაცხელებით მინერალური მჟავის თანაობით:

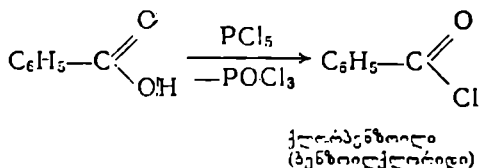


ბენზოისმჟავაეთილის ეთერი



ამ შემთხვევაში ეთერიფიკაციის რეაქცია ისევე ადვილად მიმდინარეობს, როგორც ალიფატური რიგის მჟავების შემთხვევაში. ხოლო, თუ კარბოქსილის ჯგუფის მიმართ O-მდებარეობაში იმყოფება რომელიმე ჩანაცვლებული, მაშინ ეთერიფიკაციის სიჩქარე მცირდება. თუ ორივე O-მდებარეობა დაკავებულია ჩანაცვლებულებით, მაშინ ეთერიფიკაციის რეაქცია არ მიმდინარეობს. ეს გარემოება აიხსნება იმით, რომ ჩანაცვლებულების მიერ კარბოქსილის ჯგუფი გადაფარულია (ეკრანირებულია) და ეთერიფიკაციის რეაქციისათვის იქმნება სიერცობრივი დაბრკოლება.

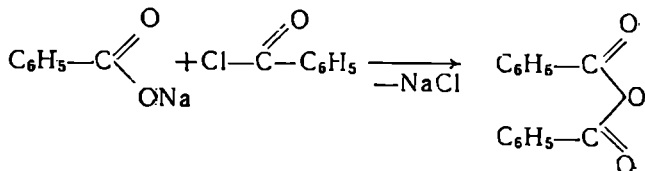
3. **ჰალოგენანჰიდრიდები.** ჰალოგენანჰიდრიდები მიიღებიან არომატულ მჟავაზე ფოსფორის (V)-ქლორიდის ან ქლორთიონილის მოქმედებით:



ქლორბენზოილი არასასიამოვნო სუნის სითხეა, მისი ორთქლი აღიზიანებს ლორწოვან გარსს. იგი ძალიან ადვილად შედის რეაქციებში და გამოყენებულია, როგორც მამბენზოილირებელი საშუალება (ბენზოილირებას უწოდებენ ორგანული ნივთიერების მოლეკულაში

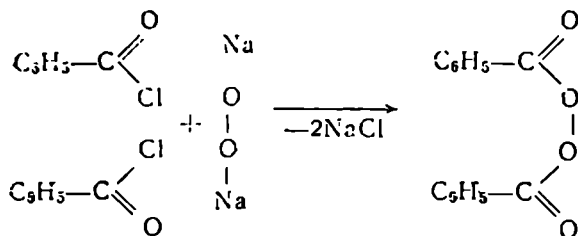
H-ატომის შეცვლას ბენზოილის  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$  ჯგუფით).

4. **ბენზოის მჟავას ანჰიდრიდი.** ბენზოის მჟავას ანჰიდრიდი მიიღება მშრალ ბენზოისმჟავანატრიუმის მარილზე ქლორბენზოილის მოქმედებით:



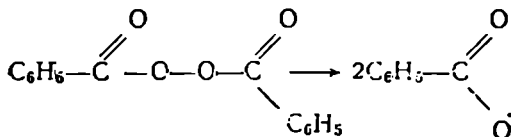
ბენზოისმჟავაანჰიდრიდი შედარებით უფრო სუსტი მამბენზოილირებელი რეაგენტია, ვიდრე ქლორბენზოილი.

5. **ბენზოილის პეროქსიდი.** ბენზოილის პეროქსიდი წარმოიქმნება ნატრიუმის პეროქსიდზე ქლორბენზოილის მოქმედებით:

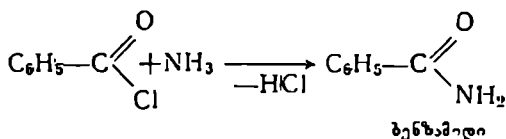


ბენზოლის პეროქსიდი

ბენზოლის პეროქსიდი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას. მას ფართოდ იყენებენ პოლიმერიზაციის რეაქციების დაწყებისათვის. როგორც გამოკვლევებმა აჩვენა, პოლიმერიზაციის დაწყებას ხელს უწყობს არა თვით ბენზოლის პეროქსიდი, არამედ მისი გაწყვეტის შედეგად წარმოქმნილი რადიკალი:



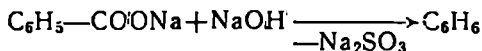
6. ბენზოისმეაქვამიდი ანუ ბენზამიდი. ბენზამიდი მიიღება ქლორბენზოლზე ამიაკის ან ნახშირმეაქვამონიუმის მოქმედებით:



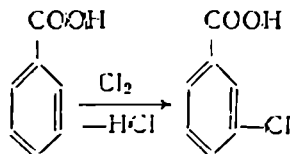
ბენზამიდი წარმოადგენს ფურცლისებურ კრისტალს. მასში  $\text{NH}_2$ -ის H-ატომები უფრო ადვილად იცვლება მეტალით, ვიდრე ალიფატური რიგის ამიდებში.

4,5 და 6 რეაქცია მიეკუთვნება ბენზოლირების პროცესს.

7. დეკარბოქსილირება. არომატული მჟავების მარილთა ტუტეებთან შეღობით კარბოქსილის ჯგუფი წყდება ბირთვის და მიიღება არენი:



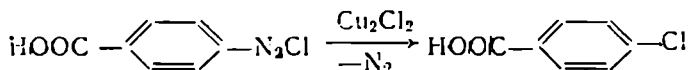
რეაქციები ბირთვის მიხედვით 1. არომატული მჟავების ბირთვის წყალბადატომები ჩაენაცვლებიან სხვადასხვა ატომთა და ატომთა ფრაგმენტით. მაგალითად, ბენზოის მეაქვზე ქლორის მოქმედებით უმთავრესად წარმოიქმნება m-ქლორბენზოის მჟავა:



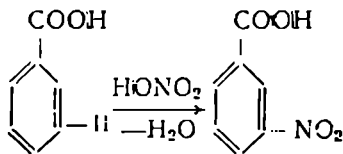
მ-ქლორბენზოის შეკვა

იმის გამო, რომ არომატული შეკვას პირდაპირი ქლოგენირება იძლევა პოლიქლოგენირებულ შეკვათა ნარევეს, ჩვეულებრივ ამ შე-  
თოდს არ მიმართავენ.

მონოქლოგენშეკვას მიღებისათვის იყენებენ ამინოშეკვას. ახ-  
დნენ მის დიაზოტირებას და დიაზოტირებულ ამინოშეკვაზე ერთვა-  
ლენტიათი სპილენძის მარილის მოქმედებით წარმოიქმნება მონოქა-  
ლოგენშეკვა:

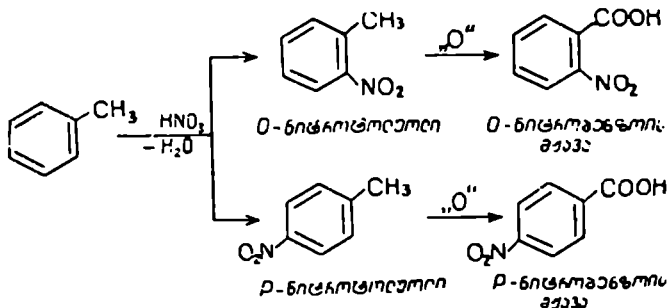


2. ბენზოის შეკვას ნიტრირებით ძირითადად მიიღება მ-ნიტრო-  
ბენზოის შეკვა:

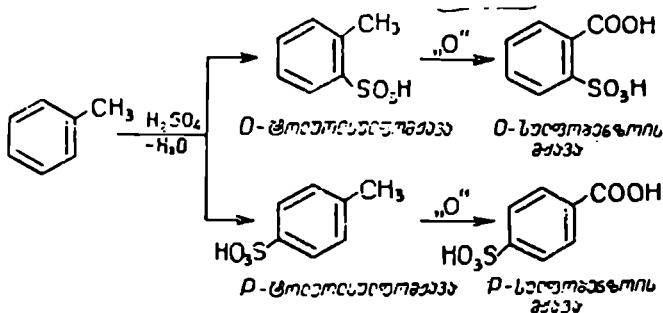


მ-ნიტრობენზოის შეკვა (70%)

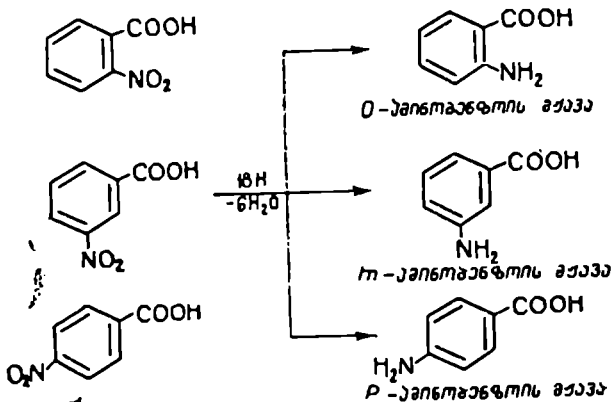
O- და P-ნიტრობენზოის შეკვას მიღებისათვის ჯერ ლებულობენ-  
ტოლუოლიდან ან სხვა რომელიმე მონოალკილბენზოლადან O- და P-  
ნიტროჩანაცვლებულს, უკანასკნელის დაჟანგვით მიიღება O- და P-  
ნიტრობენზოის შეკვა:



3. ბენზოის მეთადის სულფირებით უპირატესად წარმოიქმნება m-სულფობენზოის მეთა. O- და P-სულფობენზოის მეთას მიღებისათვის, ისე როგორც O- და P-ნიტრობენზოის მეთას მიღების შემთხვევაში, საწყის ნივთიერებად ღებულობენ ბენზოლის მონოალკილჩანაცვლებულს, რომლის სულფირების შედეგად მიღებული O- და P-სულფირებული პროდუქტები დაჟანგვით გარდაიქმნებიან O- და P-სულფობენზოის მეთად:

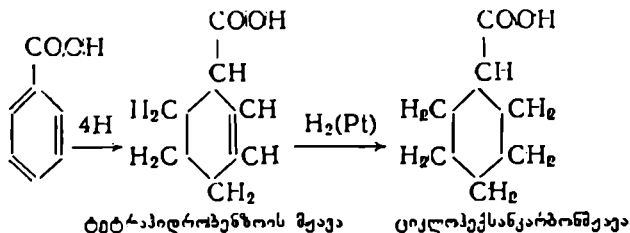


4. O-, m- და P-ნიტრობენზოის მეთას აღდგენით მიიღება, შესაბამისად, O-, m- და P-ამინობენზოის მეთა:



5. ჰიდრირება. არომატული მეთაების ბენზოლის ბირთვის ჰიდრირება გაცილებით უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე არომატული ნახშირწყალბადების. მაგალითად, ბენზოის მეთა ნატრიუმის ამაღამის მეშვეობით გარდაიქმნება ტეტრაჰიდრობენზოისმეთად.

უკანასკნელ კატალიზური აღდგენით იძლევა ჰექსაჰიდრობენზოის მეთას ანუ ციკლოჰექსანკარბონმეთას.



### ჩანაცვლებულთა გავლენა მუნიჩინობაზე

სხვადასხვა ჩანაცვლებული სხვადასხვა სიძლიერით ახდენს გავლენას მჟავას იონიზაციაზე. m- და P-ჩანაცვლებული ბენზოის მჟავას დისოციაციის შესწავლისათვის გამოყენებულ იქნა ჰამეტის კორელაციური (კორელაცია, ლათ. Correlatio-ერთიერთდამოკიდებულება, შეფარდება) განტოლება, რომელიც გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\lg \frac{K}{K_0} = \rho^{\sigma}$$

სადაც K არის ჩანაცვლებული ნაერთის წონასწორობის კონსტანტა,  $K_0$ -არაჩანაცვლებული ნაერთის ანალოგიური კონსტანტა,  $\sigma$ -ჩანაცვლების პოლარული გავლენის მახასიათებელი კონსტანტა, ხოლო  $\rho$  — რეაქციული ცენტრის, ჩანაცვლების მიმართ მგრძობიარობის ხარისხის განმსაზღვრელი კონსტანტა. რომლის მნიშვნელობა მიღებულია ერთის ტოლად და  $\sigma$ -სიღრმე გამოითვლება ტოლობით:

$$\lg \frac{K}{K_0} = \sigma$$

ბენზოის მჟავას ჩანაცვლებულთა იონიზაციის კონსტანტას მნიშვნელობა, მოცემულია მე-10 ცხრილში.

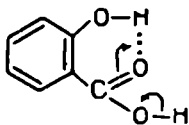
ცხრილი 10

ბენზოის მჟავას ჩანაცვლებულთა იონიზაციის კონსტანტები

ჩანაცვლებელი	ჩანაცვლების მდებარეობა		
	C	m	P
CH <sub>3</sub>	1,2 · 10 <sup>-4</sup>	5,3 · 10 <sup>-5</sup>	4,2 · 10 <sup>-5</sup>
OH	1,1 · 10 <sup>-4</sup>	8,3 · 10 <sup>-5</sup>	3,3 · 10 <sup>-5</sup>
OCH <sub>3</sub>	8,0 · 10 <sup>-5</sup>	8,2 · 10 <sup>-5</sup>	3,4 · 10 <sup>-5</sup>
Br	1,4 · 10 <sup>-3</sup>	1,5 · 10 <sup>-4</sup>	1,0 · 10 <sup>-4</sup>
Cl	1,2 · 10 <sup>-3</sup>	1,5 · 10 <sup>-4</sup>	1,0 · 10 <sup>-4</sup>
NO <sub>2</sub>	6,7 · 10 <sup>-3</sup>	3,1 · 10 <sup>-4</sup>	3,7 · 10 <sup>-4</sup>

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბენზოის მჟავას (რომლის იონიზაციის კონსტანტა უდრის  $6.6 \cdot 10^{-5}$ ) ჩანაცვლებულები უფრო ძლიერი მჟავებია, ვიდრე ბენზოის მჟავა. განსაკუთრებით ეს ითქმის *O*-ჩანაცვლებულებზე, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ მეთოქსიჩანაცვლებულს, რომლის დისოციაციის კონსტანტა შედარებით მცირედ აღემატება ბენზოის მჟავისას.

ზოგიერთი *O*-ჩანაცვლებულის მჟავიანობის გაძლიერების ერთ-ერთი მიზეზია წყალბადური ბმა, რომლითაც შეიძლება ავსსნათ *O*-ოქსიბენზოის მჟავას იონიზაციის კონსტანტის მაღალი მაჩვენებელი:



როგორც *O*-ოქსიბენზოის მჟავას მოლეკულაში არსებული წყალბადური ბმიდან ჩანს, კარბოქსილის ჰიდროქსილის *O*-*H* ბმა სუსტდება და მჟავა ადვილად დეპროტონირდება.

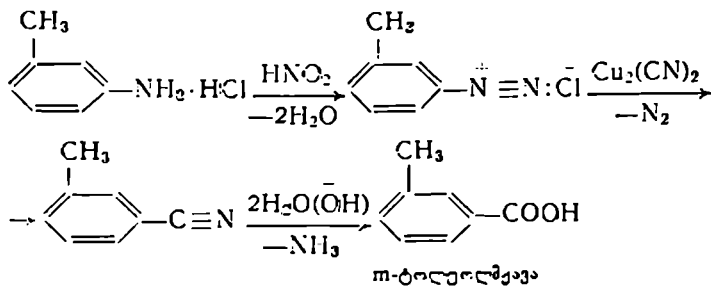
**ცალკეული წევრები. ბენზოის მჟავა (ბენზოლკარბონმჟავა).** ბენზოის მჟავა წარმოადგენს არომატული მჟავების პროტოტიპს. იგი არის ერთ-ერთი ორგანული მჟავა, რომელიც XVII საუკუნის დასაწყისიდან იყო ცნობილი. ბენზოის მჟავა თავისუფალი და ეთერების სახით არსებობს მრავალ სხვადასხვა ფსსა და ბალზამში (პერუს ბალზამი და სხვა). ბენზოის მჟავა ეთერის სახით (12-18%) არის საკმეველში. ბენზოის მჟავის ნაწარმი — ჰიბურმჟავა  $C_6H_5-CO-NH-CH_2-COOH$  (ბენზოის მჟავასა და გლიცინის ნაწარმია) დიდი ოდენობით იმყოფება ცხენისა და მსხვილ რქოსანი საქონლის შარდში. სამედიცინო გამოყენების მიზნით ბენზოის მჟავას წინათ ლებულობდნენ საკმეველის გამოხდით. საკმეველის გამოხდას, ბენზოის მჟავას ეთერის ჰიდროლიზის მიზნით აწარმოებდნენ ნატრიუმის ტუტე გარემოში.

ბენზოის მჟავას დიდი ოდენობით ლებულობენ ტოლუოლის ჰაერის ეანგბადით დაქანგვით  $130-150^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წნევის ქვეშ. მას აგრეთვე ლებულობენ ბენზოტრიქლორიდის ჰიდროლიზით.

ბენზოის მჟავა წარმოადგენს წყალში უმნიშვნელო ოდენობით ხსნად, ფურცლისებურ ან ნემსისებურ კრისტალებს, რომელიც  $100^{\circ}C$ -ზევით ადვილად სუბლიმირდება. იგი იხსნება ბენზოლში, ქლოროფორმსა და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. ბენზოის მჟავას ორთქლი ორგანიზმზე მოქმედებს, როგორც გამაღიზიანებელი და იწვევს ხველებას.

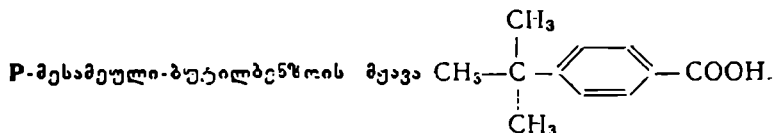
ბენზოის მჟავა არის ორგანულ ნაერთთა სინთეზის დიდძალსწრაფი ნედლეული. მას იყენებენ საკვები პროდუქტების დაკონსერვებისათვისაც. ბენზოის მჟავა ამონიუმის მარილის სახით გამოყენებულია სამ- და ოთხვალენტიანი მეტალების იონთა დასალექად, ორვალენტურიანი მეტალების იონებისაგან გამოყოფის მიზნით. იგი გამოყენებულია აგრეთვე კოლორიმეტრიაში, როგორც ეტალონი.

**O-, m- და P-ტოლუოლმჟავა ანუ O-, m- და P-მეთილბენზოის მჟავა.** O-, m- და P-ტოლუოლმჟავა მიიღება შესაბამისი ქსილოლ-ნაწილობრივი დაჟანგვით. კიდევ უფრო ადვილად მათ ლებულობენ შესაბამისი დიაზოტირებული ტოლუიდიანების მარილების ნიტრატებში გადასვლითა და აქედან მათი ჰიდროლიზით:



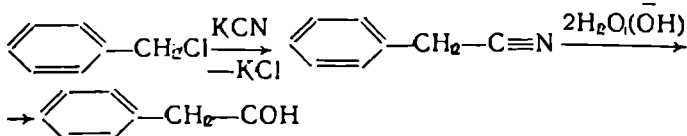
ამის ანალოგიურად შეიძლება მივიღოთ O- და P-ტოლუოლმჟავა.

m-ტოლუოლმჟავას N,N-დიეთილამიდი არის მწერების ეფექტური დამაფრთხობელი საშუალება.



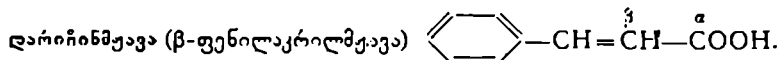
P-მესამეული-ბუტილბენზოის მჟავას სარეწველო მასშტაბით დებულობენ P-მესამეული-ბუტილტოლუოლის დაჟანგვით, კობალტის თანობით. აღნიშნული მჟავა გამოყენებულია პოლეთილენის ფისების წარმოებაში.

**ფენილმარიმჟავა (2-ფენილეთანმჟავა).** ფენილმარიმჟავას ლებულობენ ქლორბენზოლიდან ბენზილნიტრილის საფეხურის გავლით:



ფენილქმარმეაჲ წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას. იგი რამდენადმე უფრო სუსტი მჟავაა, ვიდრე ბენზოის მჟავა. ფენილქმარმეაჲს მეთილენური წყალბადატომები ძლიერ ძერადია და ხასიათდება რეაქციის დიდი უნარიანობით. ამ თვისების გამო ფენილქმარმეაჲ გამოყენებულია მრავალი სხვადასხვა ნივთიერების მისაღებად.

ფენილქმარმეაჲსა და მის ეთერებს იყენებენ პარფიუმერიულ მრეწველობაში.



დარიჩინმჟავა არომატული უნაჭერი მჟავეების უმარტივესი და მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია. იგი თავისუფალი სახით, უმთავრესად კი ეთერების სახით იმყოფება ეთერზეთებსა, ფისებსა და ბალზამებში.

დარიჩინმჟავას სინთეზურად ლებულობენ ბენზალდეჰიდისა და ძმრას ანჰიდრიდის ურთიერთმოქმედებით, ნატრიუმის ან კალიუმის აცეტატის, როგორც კატალიზატორის თანაობით (პერკინის რეაქცია. ზე. 207).

დარიჩინმჟავა ცნობილია რამდენიმე ფორმის სახით. ორი მათგანი იმყოფება ცის- და ტრანს-იზომერის სახით:



და ორი პოლიმორფული მოდიფიკაციის სახით.

(პოლიმორფიზმი-Polymorphos, ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მრავალფეროვანს. ჭიმიურ ენაზე იგი სხვადასხვა ფორმით ნივთიერებას დაკრისტალების უნარს აღნიშნავს). ორივე პოლიმორფული მოდუფიკაცია მიეკუთვნება ცის-იზომერს. ცის-იზომერებიდან ერთს ეწოდება ლიბერმანის ალოდარიჩინმჟავა (ლ. ტემპ. 68°C), მეორეს — ლიბერმანის იზოდარიჩინმჟავა (ლ. ტემპ. 57°C) და მესამეს — ერლენშეიერის იზოდარიჩინმჟავა (ლ. ტემპ. 38-46°C).

როგორც საერთოდ, ამ შემთხვევაშიც ტრანს-იზომერი უფრო სტაბილურია, ვიდრე ცის-იზომერი.

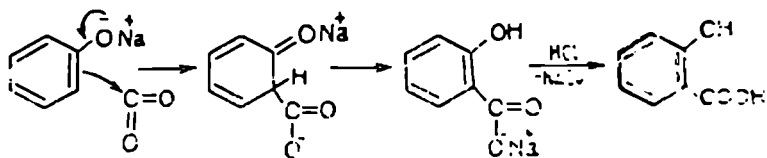
დარიჩინმჟავას ტრანს-იზომერი წარმოადგენს ფურცლისებურ, წერტილ, პრიზმულ კრისტალებს, რომელიც ლღვება 133°C-ზე. წყალში თითქმის არ იხსნება. ძალიან კარგად იხსნება ეთერში.

დარიჩინმჟავას იყენებენ მედიცინაში, პარფიუმერიასა და ორგანულ სინთეზში.





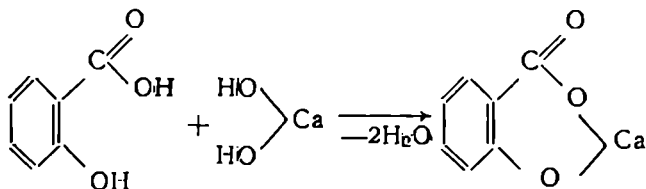
ბენ 180—140°C-ზე. ამ დროს სარეაქციოდ აღებული ფენოლის რაოდენობის ნახევარი გარდაიქმნება სალიცილმჟავად:



კოლბეს მიერ დამუშავებული მეთოდი სრულყო შმიდტმა, სალიცილმჟავას გაოსავლიანობა მკვეთრად გადიდდა. ამის გამო ამჟამად სალიცილმჟავას მიღების აღნიშნული მეთოდი ატარებს კოლბე-შმიდტის რეაქციის სახელს. რეაქციას ახორციელებენ ატ. წნევის ქვეშ 120—140°C-ზე.

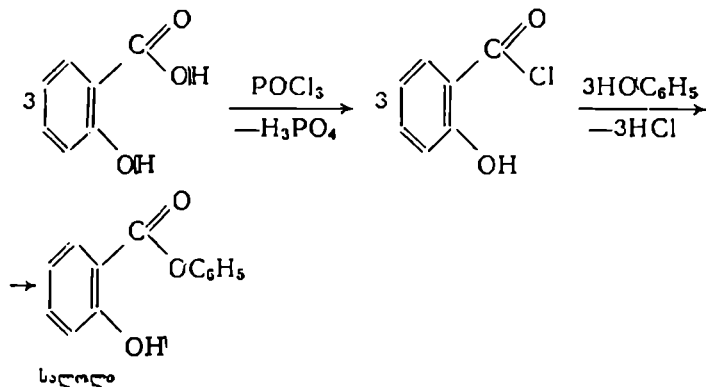
სალიცილმჟავა წარმოადგენს ნემსისებურ, თეთრი ფერის კრისტალებს, რომელიც ღვებდა 159°C-ზე. იგი საკმარისად იხსნება წყალში. კარგად იხსნება სპირტსა და ეთერში. იგი იმყოფება შიგამოლეკულური წყალბადური ბმის ფორმაში (გვ. 232). რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა იისფერ შეფერვას, ხოლო  $\text{CuSO}_4$ -თან ლაზ მწვანე ფერს. სუბლიმირდება. ლობის ტემპერატურაზე მეტად გახურებისას განიცდის დეკარბოქსილირებას და გადადის ფენოლში. სალიცილმჟავა რეაგირებს, როგორც მჟავა და ფენოლი. მას ახასიათებს ანტისეპტიკური ბუნება და ამის გამო გამოყენებულია საკვები პროდუქტების დაკონსერვებისათვის.

სალიცილის მჟავასა და კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის დუღილით წარმოიქმნება სალიცილმჟავას დამახასიათებელი ნაერთი — კალციუმის ფენოლატ-მარილი, ნალექის სახით:



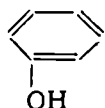
ამ რეაქციით შეიძლება განვასხვაოთ სალიცილის მჟავა მისი m- და p-იზომერისაგან, რომლებიც კალციუმის ჰიდროქსილთან რეაქციაში არ შედიან. სალიცილის მჟავა აღიზიანებს საკვების მომწვლელი არხის ლორწოვან გარსს, ამიტომ იგი გამოყენებულია მისი მარილებისა და ეთერების სახით. სალიცილმჟავანატრიუმის მარილი

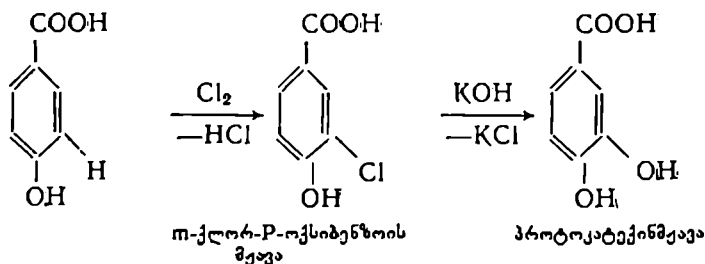




სალოლი არის წყალში ცუდად ხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 43°C-ზე. იგი მედიცინაში გამოყენებულია, როგორც საღებზინფექციო საშუალება. ნაწლავების ზოგიერთი დაავადების დროს.

#### დიოქსიბენზოლის მკვლელობა

დიოქსიკარბონმჟავები და მათი ნაწარმები ბუნებაში ფართოდ არიან გავრცელებული. ამ რიგის მკვლეობიდან საყურადღებოა პროტოკატექინმჟავა HO -  - COOH, მას ღებულობენ პიროკატექინისა და ამონიუმის კარბონატის ნარევის გაცხელებით, გარდა ამისა, იგი მიიღება P-ოქსიბენზოლისმჟავას ქლორირებითა და ქლორირებულ პროდუქტზე ტუტის მოქმედებით წნევის ქვეშ:

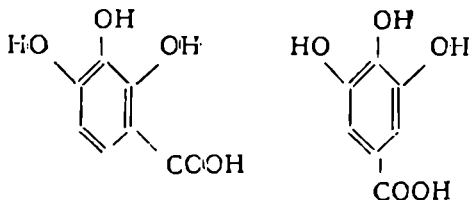


პროტოკატექინმჟავა კრისტალური ნივთიერებაა, რომელიც ღვება 194—195°C-ზე, ძლიერი აღმდგენელია, რკინის (III) ქლო-

რიდთან იძლევა მოლურჯო-მწვანე ფერს, რომელიც ამიაკის დამატებით გადადის წითელ ფერში. პროტოკატექინმჟავა გაცხელებით განიცდის დეკარბოქსილირებას და გადადის პიროკატექინში.

### ბრიონიკარბონმჟავები

ტრიოქსიმონოკარბონმჟავებიდან არსებობს ორი იზომერი. პიროგალიკარბონმჟავა და გალუს მჟავა:

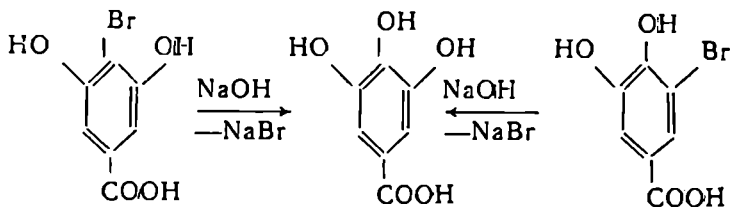


პიროგალიკარბონმჟავა      გალუს მჟავა (3, 4, 5-ტრიოქსიბენზოის მჟავა)

აქედან განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს გალუს მჟავა, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა სამყაროში. იგი განსაკუთრებით დიდი ოდენობითაა გავრცელებული ეთერებისა და გლიკოზიდების სახით. გალუს მჟავა იმყოფება მელნის კაკალში, ჩაის ფოთლებში, მუხის ქერქში, ბროწეულის ხის ქერქში, თუთუბოში და სხვა.

პირველად იგი გამოყოფილ იქნა საფრანგეთის ლეინიდან. საფრანგეთს ძველ დროს ეწოდებოდა გალი და აქედან წარმოდგება სახელწოდება „გალუს მჟავა“. მრეწველობაში გალუს მჟავას ღებულობენ მელნის კაკლის ექსტრაქტში არსებული ტანინის ჰიდროლიზით.

გალუს მჟავას სინთეზურად ღებულობენ ორი იზომერული დიოქსიბრომბენზოის მჟავას ტუტესთან შეღებობით:



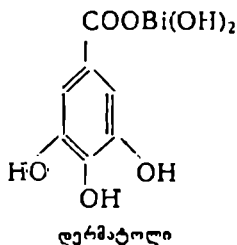
გალუს მჟავა წარმოადგენს უფერულ, ნემსისებურ კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვდება 235°C-ზე. ცივ წყალში არ იხსნება. კარგად იხსნება მდულარე წყალში, სპირტსა და ეთერში.

გალუს მჟავას ნაჯერ ხსნარზე რკინის (III) ქლორიდის განზავე-  
ბული ხსნარის წვეთის დამატებით წარმოიქმნება მოლურჯო-შავი  
ფერის ნაერთი, რომელიც გამოყენებულია საღებარი მელნის დასამ-  
ზალებლად. გალუს მჟავა  $110^{\circ}\text{C}$ -ზე გაცხელებით განიცდის დეკარბო-  
ქსილირებასა და მიიღება პიროგალოლი.

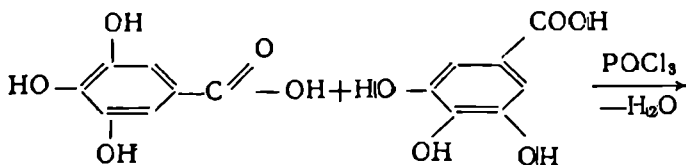
გალუს მჟავა ჰაერზე (განსაკუთრებით ტუტე მეტალთა მისი მა-  
რალი) დაჟანგვის გამო ლებულობს მუქ ფერს. გალუს მჟავა არის  
ძლიერი აღმდგენელი. იგი ოქროსა და ვერცხლს ადვილად აღადგენს  
მათი მარილებიდან.

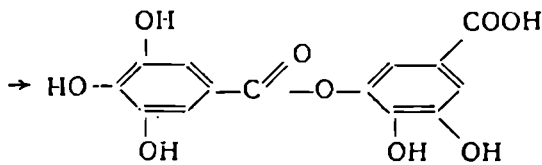
გალუს მჟავა, მსგავსად სხვა ოქსიბენზოის მჟავეებისა, წარმოქმნის  
ჰიდროქსილის ჯგუფებისა და კარბოქსილის ჯგუფის შესაბამის ნა-  
წარმებს.

გალუს მჟავას ბისმუტის ფუძე მარილი დერმატოლის სახელწო-  
ლებით მედიცინაში გამოყენებულია, როგორც ანტისეპტიკი ქრილო-  
პენისა და კანის ზოგიერთი დაავადებების მკურნალობის დროს.



m-დიგალუს ანუ m-გალოლიგალუს მჟავა. m-დიგალუს მჟავა მო-  
ნაწილეობას ლებულობს ტანიინების მოლეკულის წარმოქმნაში. იგი  
მიიღება ტანიინების (იხ. ქვემოთ) ჰიდროლიზით. გარდა ამისა, მის  
მიღებას ახორციელებენ გალუს მჟავაზე ფოსფორის ქლოროქსიდის  
მოქმედებით. ამ დროს ადგილი აქვს ორი მოლეკულა გალუს მჟავას  
ერთმანეთთან გადაბმას, ერთი მოლეკულის კარბოქსილისა და მე-  
ორე მოლეკულის ჰიდროქსილის ჯგუფის ხარჯზე და წარმოიქმნება  
m-დიგალუს მჟავა:





III-ლიგალუს მჟავა

III-ლიგალუს მჟავა არის კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ფლუვება 240°C-ზე. რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა მოშავო-ლურჯ შეფერვას.

### მთრიმლავი ნივთიერებები

თავდაპირველად მთრიმლავი ნივთიერებების ქვეშ გულისხმობდნენ ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც ხასიათდებოდნენ ამორფული თვისებებით. ტყავს აქცევდნენ თრიმულ ტყავად, იწვევდნენ ცილის ხსნარის კოაგულირებას და სხვა. მთრიმლავი ნივთიერებების ქიმიური ბუნების შესწავლამ ცხადყო, რომ ისინი შეიძლება გაიყოს ორ ჯგუფად:

ა) მთრიმლავი ნივთიერებები, რომლებსაც აქვთ რთული ეთერული ბუნება და განიცდიან ჰიდროლიზს, ე. ი. წარმოადგენენ გალუსს მჟავას ნაწარმებს. ისინი იმყოფებიან ჩინურ, ოსმალურ და ზოგიერთ სხვა ტანინში.

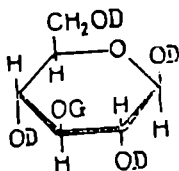
ბ) მთრიმლავი ნივთიერებები, რომლებიც წარმოადგენენ კონდენსირებულბირთვიან ნაერთებს, რომელთა მოლეკულაში ბენზოლის ბირთვები ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან C-ატომების მეშვეობით და არ განიცდიან ჰიდროლიზს (არ წარმოადგენენ რთულ ეთერებს).

აქ მოკლედ განხილულ იქნება—რთული ეთერული ბუნების მთრიმლავი ნივთიერებების წარმომადგენელი — ჩინური ტანინი.

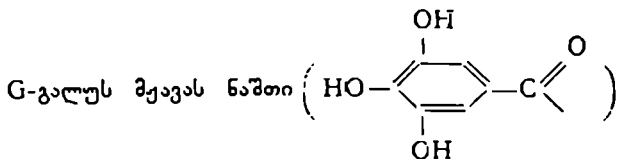
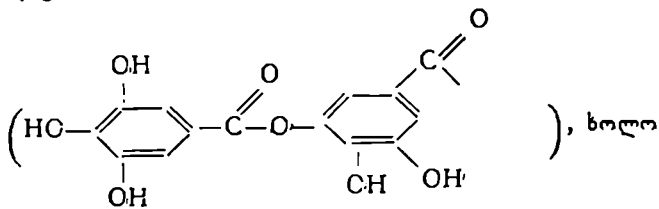
ჩინურ ტანინს ლებულობენ ჩინური მელნის კაკლიდან. ტანინი წარმოადგენს წყალში ხსნად ამორფულ ნივთიერებას, რომლის შეფარდებითი მოლეკულური მასა ტოლია 500—2000. მისი ხსნარი მწკლარტე გემოს, შემკვრელი თვისებით ხასიათდება. შემკვრელი ბუნებისა და ანტისეპტიკური თვისების გამო ტანინი გამოყენებულია მედიცინაში სისხლის დენის შესაკავებლად და დამწვრობის სამკურნალოდ. ტანინი ცილასთან წარმოქმნის წყალში უხსნად მაღალმოლეკულურ კომპლექსს. ამ თვისებაზეა დამოკიდებული მისი გამოყენება ნედლი ტყავის დამუშავების საქმეში. ცილისა და ტანინის ურთიერთმოქმედებით მაღალმოლეკულური კომპლექსის წარმოქმნა, ზე-

მთ ალნიშნულ ფაქტორებთან ერთად, განაპირობებს მის გამოყენებას მედიცინაში.

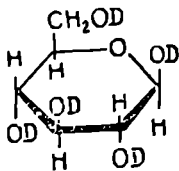
ტანინის ჰიდროლიზით მიიღება გლუკოზა, გალუსა და m-დიგალუს მჟავა. ჩინური ტანინის მოლეკულაში გლუკოზის ხუთივე ჰიდროქსილის ჯგუფი აცილირებულია გალუსა და m-დიგალუს მჟავას ნაშთით. ჩინური ტანინის ჰიდროლიზით თითოეული მოლეკულა გლუკოზის მიხედვით საშუალოდ წარმოიქმნება 9 გალუს მჟავას ნაშთი, ეს იმაზე მრავანობებს, რომ ჩინურ ტანინში გლუკოზის ოთხი ჰიდროქსილის ჯგუფი აცილირებულია ოთხი მოლეკულა m-დიგალუს მჟავას ნაშთით და ერთი ჰიდროქსილის ჯგუფი გალუს მჟავას ნაშთით. ამრიგად, ჩინური ტანინის სავარაუდო სოგადი ფორმულა შეიძლება გამოასახოს შემდეგნაირად:



სადაც D არის m-დიგალუს მჟავას ნაშთი



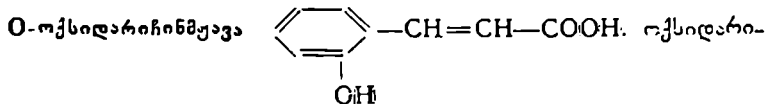
ე. ფიშერმა გლუკოზისა და m-დიგალუს მჟავას ურთიერთმოქმედებით მიიღო რთული ეთერული ნაერთი — პენტადიგალილიგლუკოზა.



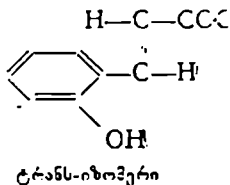
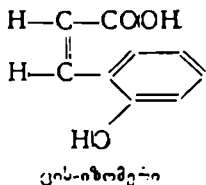
პენტადიგალილიგლუკოზა



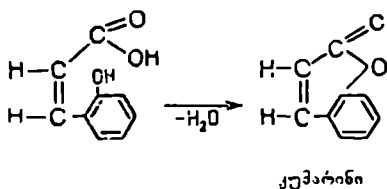
პენტადიგალიგლუკოზა თავისი თვისებებით ახლოს დგას ჩინური ტანინის თვისებებთან.



ჩინმევა, როგორც ორმაგი ბმის შემცველი მევა, გველინება გეომეტრიული იზომერების სახით:



ცის-იზომერი ცნობილია კუმარინმევას, ხოლო ტრანს-იზომერი O-კუმარინმევას სახელწოდებით. თავისუფალი სახით იმყოფება მხოლოდ ტრანს-იზომერი (O-კუმარინმევა). ცის-იზომერი წარმოქმნისთანავე წყლის გამოყოფით გადადის ლაქტონში, რომელსაც კუმარინი ეწოდება:



კუმარინი იმყოფება მრავალ მცენარეში. განსაკუთრებით იგი დიდი რაოდენობით არის კუმარუნის პარკებში.

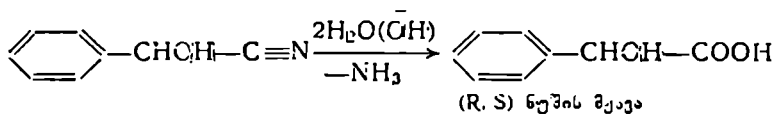
კუმარინი წარმოადგენს სასიამოვნო სუნის უფერო კრისტალებს, რომელიც ღვება 67°C-ზე. იგი გამოყენებულია საკონდიტრო ნაწარმთა და ლიმონათის გამასურნელებლად და სხვა.

O-კუმარინმევა (ტრანს-იზომერი) არის უსუნო კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 208°C)

ნუშის მჟავა (2-ოქსი-2-ფენილეთანმჟავა) c1ccccc1C(=O)O —  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}-\text{COOH}$

ნუშის მჟავა არის იმ არომატული, ერთფუძიანი ოქსიმჟავების უმარტივესი წარმომადგენელი, რომლებიც ჰიდროქსილის ჯგუფს შეიცავენ გვერდით ჯაჭვში. ნუშის მჟავა შეიცავს ერთ ქირალურ ცენტრს და არსებობს ორი ოპტიურად მოქმედი ანტიპოდის სახით.

მარცხნივმბრუნებელი R(—) ნუშის მჟავა პირველად მიღებულ იქნა მწარე ნუშის გლიკოზიდ ამიგდალინის განზავებულ მარილმჟავასთან დუღილით (ჰიდროლიზი). რაცემატი (R,S) ნუშის მჟავა ადვილად მიიღება ბენზალდეჰიდციანჰიდრინის ჰიდროლიზით:



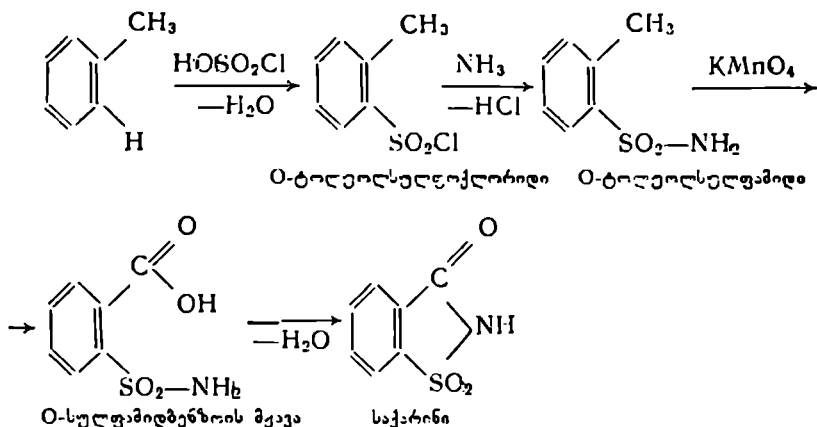
R(—) ნუშის მჟავა წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 133°C-ზე. იგი კარგად იხსნება სპირტსა და ეთერში. 100 გ წყალში იხსნება 16 გ (20°C). ნუშის მჟავა ხასიათდება ანტიეპტეკური თვისებებით.

ნუშის მჟავას მაგალითზე შესწავლილია მრავალი სტერეოქიმიური საკითხი. განსაკუთრებით ეს ითქმის ასიმეტრულ სინთეზზე, რომლის არსის შესწავლისათვის კლასიკურ ობიექტად გამოყენებული იყო ნუშის მჟავა.

საქარინა (O-სულფობენზოის მჟავას იმიდი). საქარინი პირველად მიიღეს 1879 წელს რემზენმა და ფელბერგმა.

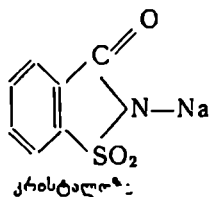
საქარინის მიღებისათვის საწყის ნივთიერებად იღებენ ტოლუოლს, რომელსაც დაასულფირებენ გოგირდმჟავათი ან ქლორსულფონმჟავათი. ორივე შემთხვევაში წარმოიქმნება სულფირების შესაბამისი O- და P-პროდუქტი. მაგალითად, ქლორსულფონმჟავის ტოლუოლზე მოქმედების დროს მიიღება O- და P-ტოლუოლსულფოქლორიდი. გაყინვით გამოკრისტალდება P-იზომერი, რომელსაც ჩამოაშორებენ თხევად O-იზომერს. უკანასკნელზე მოქმედებენ ამიაკით და მიიღება O-ტოლუოლსულფამიდი, რომელსაც ეხანგავენ კალიუმის პერმანგანატით ან ბიქრომატის ნარევით ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) და მი-

იღება O-სულფამიდბენზოის მჟავა. უკანასკნელი წყლის ჩამოშორებით ადვილად გარდაიქმნება საქარინად:



საქარინი წარმოადგენს წყალში ძნელადხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღლევა 220°C-ზე. იგი დაახლოებით 500-ჯერ უფრო ტკბილია, ვიდრე ლერწმის შაქარი. ეს იმას ნიშნავს, რომ 1/500 საქარინის კონცენტრაციის ხსნარს იგივე სიტკბო აქვს, რაც 1-ის ტოლ საქაროზის კონცენტრაციის ხსნარს. 1:100.000 განზავებული საქარინის წყალხსნარი ინარჩუნებს ტკბილ გემოს. იგი წყალთან დუღილით კარგავს ტკბილ გემოს O-სულფამიდბენზოის მჟავაში გადასვლის გამო. საქარინს კვებითი თვისებები არა აქვს, იგი თანამდებობის მეშვეობით შარდთან ერთად უცვლელად გამოდის ორგანიზმიდან. მას ზოგ შემთხვევაში საქაროზის მაგივრად უნიშნავენ დიაბეტით დაავადებულებს.

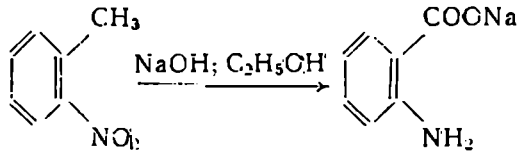
საქარინში იმიდო ჯგუფის წყალბადატომი ადვილძვრადია და ინაცვლება მეტალით. საქარინის ტუტე მეტალთა მარილი კარგად იხსნება წყალში. მაგალითად, საქარინნატრიუმის მარილი კრისტალდება 2 მოლეკულა წყალთან, რომელიც კარგად იხსნება წყალში. ინარჩუნებს საქარინის ტკბილ გემოს. იგი იყიდება კრისტალოზას სახელწოდებით.



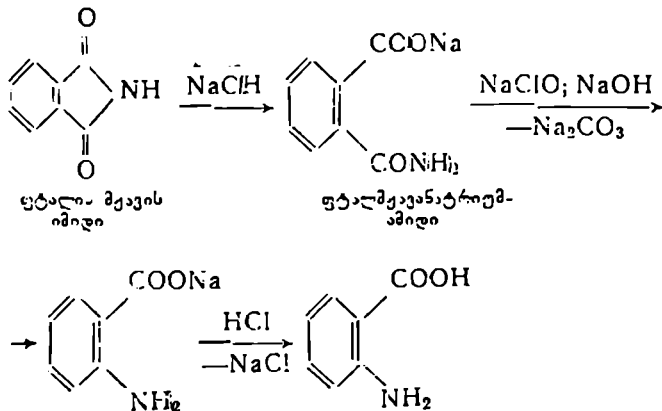
ამინოჰაპაჰაებში ამინოჯგუფი შეიძლება იყოს, როგორც ბირთვში, ასევე გვერდითს ჯაჭვში. ბირთვში ამინოჯგუფის შემცველი ერთფუნქციანი ჰაპაჰაების უმარტივესი წარმომადგენელია ამინობენზოის ჰაპაჰა, რომელაც არსებობს O-, m- და P-იზომერის სახით. სამივე იზომერი შეიძლება მივიღოთ O-, m- და P-ნიტრობენზოის ჰაპაჰას აღდგენით. ამინობენზოის ჰაპაჰებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს O- და P-ამინობენზოის ჰაპაჰა.

**O-ამინობენზოის ჰაპაჰა** (ანთრანილჰაპაჰა, 2-ამინობენზოის ჰაპაჰა). ანთრანილჰაპაჰა პირველად 1841 წელს ფრიშემ მიიღო საღებარ ინდიგოს ტუტე გარემოში დაშლით. ანთრანილჰაპაჰა წარმოადგენს სამრეწველო ნედლეულს ინდიგოს წარმოებისათვის.

ანთრანილჰაპაჰა მიიღება O-ნიტროტოლუოლის ტუტთან სპირტ-ხსნარში გაცხელებით. ამ დროს აღვილი აქვს O-ნიტროტოლუოლს შიგამოლეკულურ დაჯანგვა-აღდგენას:



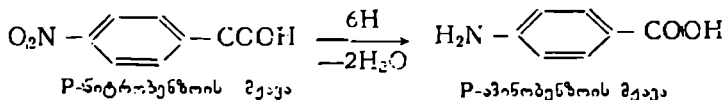
მრეწველობაში ანთრანილჰაპაჰას დიდი რაოდენობით ღებულობენ ფტალის ჰაპაჰას იმიდზე ნატრიუმის ჰიპოქლორიტის ან ჰიპობრომიტისა და ნატრაუმის ტუტის მოქმედებით:



ანორანილმჟავა არის თეთრი, ფუზრცლასებული კრისტალური, წყალში ხსნადი ნივთიერება, რომელიც ღვებდა 145°C-ზე. აქვს ტკბილი გემო.

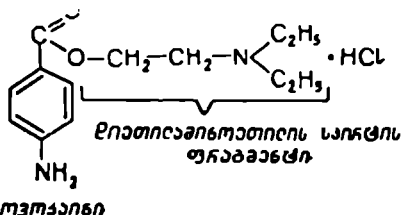
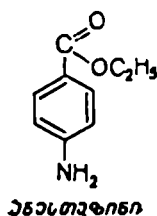
ანორანილმჟავამეთილის ეთერი ხასიათდება სასიამოვნო სუნით და გამოყენებულია პარფიუმერიაში. აღნიშნული ეთერი იზყოფება თურინჯის, უცვეთელასა და ტუბეროზას ყვავილების ეთერნეთში.

**P-ამინობენზოის მჟავა** (4-ამინობენზოის მჟავა). P-ამინობენზოის-მჟავას ლებულობენ P-ნიტრობენზოის მჟავას აღდგენით:



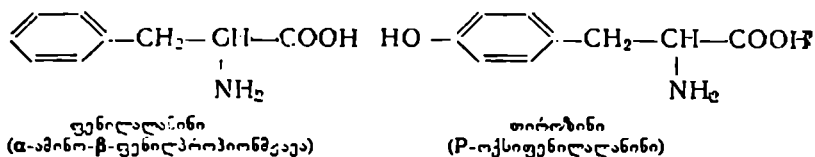
P-ამინობენზოის მჟავა არის კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 186°C). იგი არის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება. P-ამინობენზოის მჟავა ხელს უწყობს სხვადასხვა მიკროორგანიზმის ზრდას. მაგალითად, მისი მოქმედებით ჩქარდება რძემჟავური ბაქტერიების ზრდა-გამრავლება. იგი აგრეთვე აჩქარებს წიწილების ზრდასა და სხვა.

P-ამინობენზოის მჟავას ნაწარმებიდან დიდი გამოყენება აქვს მედიცინაში, როგორც ანესთეზიის გამომწვევ საშუალებას, ანესთეზინსა და განსაკუთრებით ნოვოკაინს. ანესთეზინი წარმოადგენს P-ამინობენზოის მჟავას ეთილის ეთერს, ხოლო ნოვოკაინი P-ამინობენზოის მჟავას დიეთილამინოეთილის ეთერს:



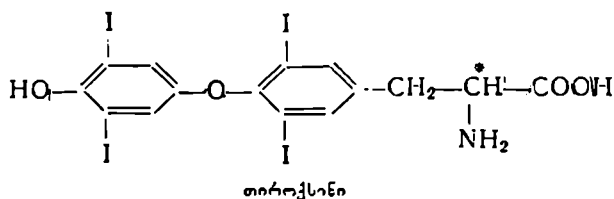
არომატული ამინომჟავებიდან, რომლებიც ამინო- და კარბოქსილას ჯგუფს შეიცავს გვერდით ჯაჭვში, დიდი მნიშვნელობა აქვთ: ფენილალანინს, თიროზინსა და თიროქსინს.

ფენილალანინი და თიროზინი წარმოიქმნება ცილების ჰიდროლიზის დროს. მაშასადამე, ისინი მონაწილეობას ლებულობენ ცილების მოლეკულათა წარმოქმნაში და ამიტომ მათ აქვთ უაღრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა.



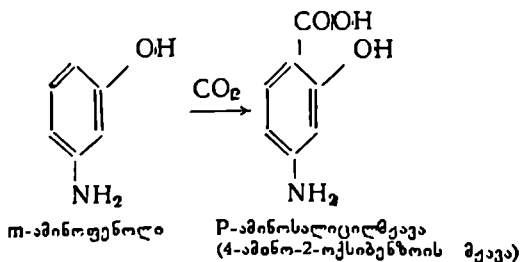
თიროქსინის წარმოქმნას ადგილი აქვს ფარისებრ ჯირკვალში. იგი დიდ როლს ასრულებს ორგანიზმის ნივთიერებათა ცვლაში. მისი ნაკლებობით ადამიანში ვითარდება იდიოტიზმი, ხოლო ქარბო რაოდენობის დროს ბაზედოვის დაავადება. თიროქსინი პირველად (1915 წ.), ფარისებრი ჯირკვლიდან გამოყო კენდალმა, ხოლო მისი სინთეზი და სტრუქტურის დადგენა განახორციელა ჰარინგტონმა (1926 წ.).

თიროქსინის მოლეკულა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც თიროზინისა და ფენოლის ფრაგმენტების ერთმანეთთან უანგბადის მეშვეობით გაღაბმული ნაერთი, რომელიც შეიცავს იოდის ოთხ ატომს. აქედან იოდის 2 ატომი იმყოფება ბენზოლის ერთ ბირთვში და მეორე ორი ატომი ბენზოლის მეორე ბირთვში:



(R,S) თიროქსინიდან გამოყოფილ იქნა (R) და (S) თიროქსინი. (S) თიროქსინის ბიოლოგიური აქტივობა სამჯერ აღემატება (R) თიროქსინის ბიოლოგიურ აქტივობას.

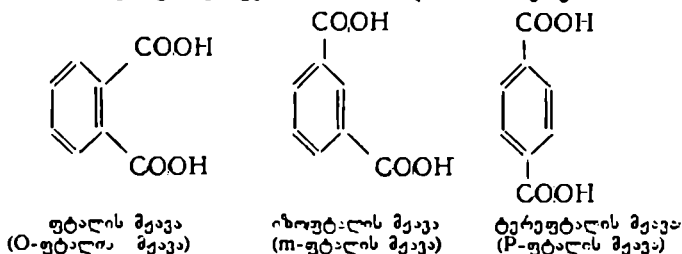
P-ამინოსალიცილმჟავა (პასმ). P-ამინოსალიცილმჟავა მიიღება m-ამინოფენოლზე ნახშირბადის (IV) ოქსიდის ან ჰიდროკარბონატების მოქმედებით:



P-ამინოსალიცილმჟავა არის ერთერთი ეფექტური წამალი ტუბერკულოზის საწინააღმდეგოდ. იგი ადვილად გამოდის ორგანიზმიდან და მკურნალობის კურსის მანძილზე დიდი რაოდენობით იხარკება.

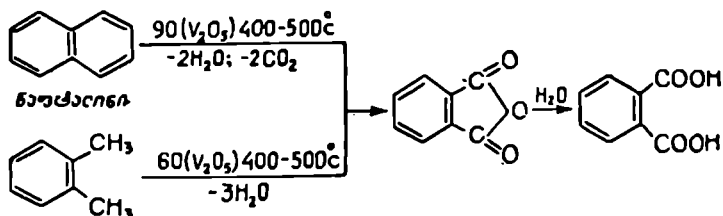
### ორფუძიანი არომატული კარგონჟავები

ორფუძიანი არომატული მჟავეებიდან ყურადღებას იპყრობს ფტალის მჟავეები, რომლებიც იმყოფებიან O-, m- და P-იზომერების სახით:

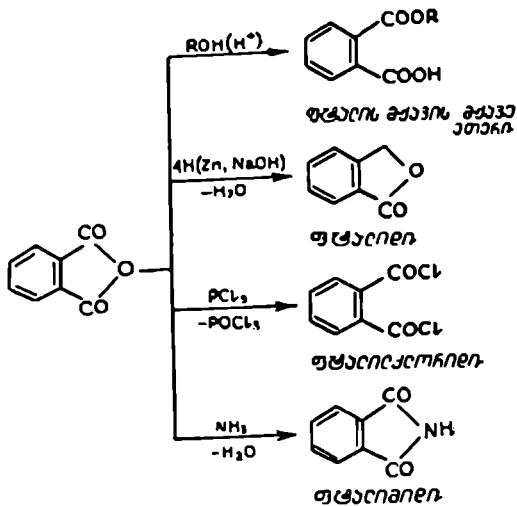


ფტალის მჟავეებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ფტალის მჟავას (O-იზომერი) და აგრეთვე ფართოდ არის გამოყენებული ტერეფტალის მჟავა.

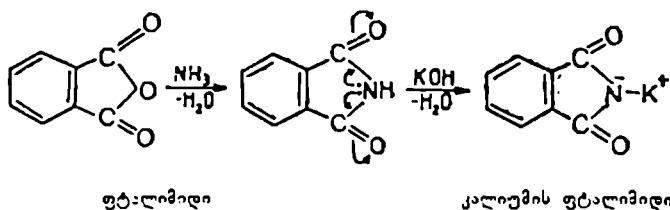
ფტალის მჟავა (ბენზოლ-1,2-დიკარბონმჟავა). ადრე მრეწველობაში ფტალის მჟავას ლებულობდნენ ნაფტალინის დაჟანგვით. დამჟანგავად იყენებდნენ მბოლავ გოგირდმჟავას. შემდეგ გაუმჯობესებული მეთოდით მისი მიღება დაიწყეს ნაფტალინისა და O-ქსილოლისაგან, გაზურ ფაზაში დაჟანგვით ვანადიუმის (IV) ოქსიდის როგორც კატალიზატორის თანაობით. ორივე მეთოდის გამოყენების დროს წარმოიქმნება ფტალის მჟავას ანჰიდრიდი, რომლის ჰიდროლიზით მიიღება ფტალის მჟავა:



ფტალის მჟავა გალობით გადადის ანჰიდრიდში. ფტალის მჟავა ანჰიდრიდის სახით უაღრესად ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების მისაღებად:



ფტალიმიდი მიიღება ფტალის ანჰიდრიდისა და ამიაკის წყალ-ხსნარის ურთიერთმოქმედებით ან გაშლველ ფტალის ანჰიდრიდზე ნმრალი ამიაკის გატარებით. ფტალიმიდში აზოტის გაუზიარებელი წყვალი ელექტრონების კარბონილის ჭგუფებთან შეუღლების გამო იმინოჭგუფის H-ატომი ადვილმერადი ხდება და ადვილად იცვლება მეტალით ტუტესთან ურთიერთმოქმედების დროს. მაგალითად, კალიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით მიიღება კალიუმის ფტალიმიდი:

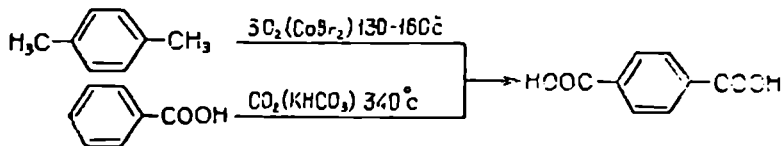


კალიუმის ან ნატრიუმის ფტალიმიდზე კალოგენალკილის მოქმედებით მეტალის ატომი იცვლება ალკალით. მიღებული ალკალჩანაცვლებულის ტუტესთან დუდილით წარმოიქმნება ფტალის მკავა და პირველადი ამინა:



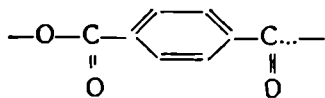
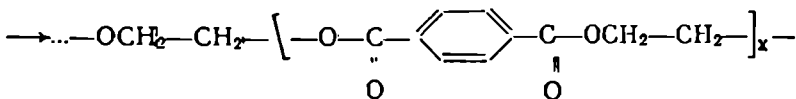
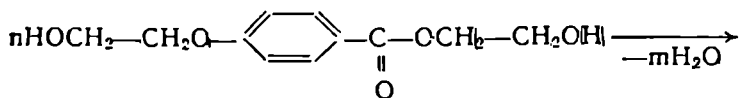
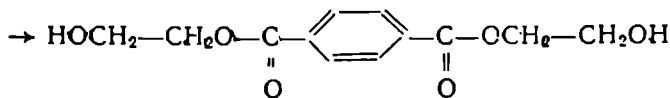
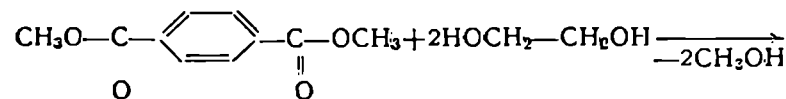


ბენზონის მჟავას კარბოქსილირებით, კალიუმის ჰიდროკარბონატის თანობით:



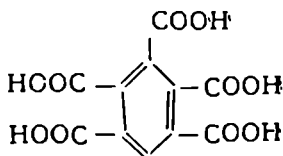
ტერეფტალის მჟავა არის უფრო კრისტალური ნივთიერება, რომელიც მცირე ოდენობით იხსნება წყალში. მას დიდი რაოდენობით იყენებენ პოლიეთერული ბოჭკოს — ლავსანის წარმოებაში.

ლავსანი (ტერილენი ანუ დაკრონი). ლავსანს ღებულობენ ტერეფტალის მჟავას დამეთილეთერის კონდენსაციით ეთილენგლიკოლთან:



1500-20.000 შუქარდებითი მოლეკულური მასის პოლიეთილენტერეფტალატი გამოყენებულია ძვირფასი თვისების ჰქონე ლავსანის ბოჭკოს მისაღებად.

ბენზოლჰექსაქარბონმჟავა (მელიტის მჟავა). მურა ნახშირის ფენებს შორის იმყოფება მინერალი მელიტი, რომელიც წარმოადგენს მელიტის მჟავას ალუმინის მარილს, დაკრისტალბულს 18 მოლეკულა წყალთან  $C_{12}H_{12}Al_2 \cdot 18H_2O$ . ამ მარილიდან პირველად მიიღეს მელიტის მჟავა:

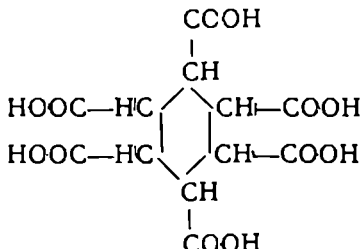


COOH  
მელიტის მჟავა

მელიტის მჟავა სინთეზურად შეიძლება მივიღოთ ბენზოლის იმ პომოლოგის დაქანვით, რომელიც შეიცავს ექვს ჩანაცვლებულ ალკილს (მაგალითად, ჰექსამეთილბენზოლი). უფრო ადვილად იგი მიიღება გრაფიტის, ხის ნახშირის ან ამორფული ნახშირბადის დაქანვით. დაქანგავად იყენებენ აზოტმჟავას ვერცხლის ნიტრატის თანაობით..

გრაფიტის დაქანვით მელიტის მჟავას წარმოქმნის რეაქცია გვიჩვენებს, რომ გრაფიტი აგებულია პოლიმერულკონდენსირებული C-ატომებისაგან შემდგარი ექვსწევრიანი რგოლებისაგან, რაც შემდგომში დადასტურდა რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით.

მელიტის მჟავა წარმოადგენს წყალში, სპირტსა და ეთერში ხსნად, მყარ ნივთიერებას, რომელიც ღლდება  $286-288^{\circ}\text{C}$ -ზე. იგი აღდგენით იძლევა ჰექსაჰიდრომელიტის მჟავას ანუ ციკლოჰექსანჰექსაქარბონმჟავას:

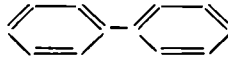


(ციკლოჰექსანჰექსაქარბონმჟავა  
(ჰექსაჰიდრომელიტის მჟავა))

არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი  
არომატული ნაერთები

ბიფენილის ჯგუფი

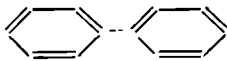
არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნახშირ-წყალბადების უმარტივესი წარმომადგენელია ბიფენილი ანუ დიფენილი, რომლის მოლეკულაში ბენზოლის ორი ბირთვი ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარტივი ბმით:



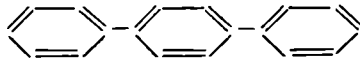
ბიფენილი

მიუხედავად იმისა, რომ ბიფენილი შეიცავს ბენზოლის ბირთვებს, იგი არ მიეკუთვნება პოლიციკლურ არომატულ ნაერთებს, რადგან ბიფენილში ბენზოლის ბირთვები კონდენსირებულ მდგომარეობაში არ იმყოფებიან. რა თქმა უნდა, ეს არ გამოორციხავს იმას, რომ ბიფენილი ტიპური არომატული ნახშირწყალბადია.

ნომენკლატურა და იზომერია. არაკონდენსირებულ მრავალბირთვიან ნახშირწყალბადებში, როცა ორი და მეტი ბენზოლის ბირთვი ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარტივი ბმით, ბირთვის რაოდენობის მიხედვით სიტყვა „ფენილი“-ს უნდა დაეურთოს თავსართი ბი-, ტერ-, კვატერ-და ა. შ.

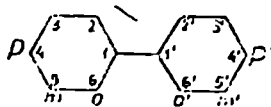


ბიფენილი

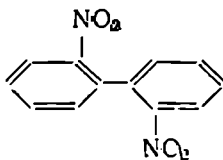


P-ტერფენილი

ბიფენილში ჩამნაცვლებლების ადგილმდებარეობის ჩვენებისათვის საჭირო C-ატომები დაინომროს ციფრებით O-, m- და P-ასობით. დანომერას აწარმოებენ შემდეგი თანმიმდევრობით:



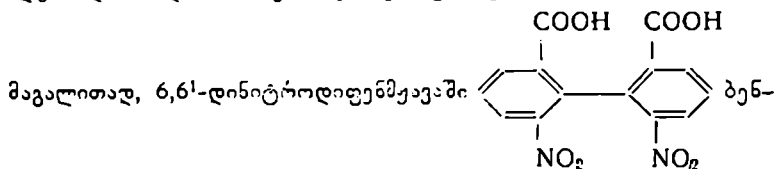
ვთქვათ, ბიფენილში ერთი ნიტროჯგუფი იმყოფება მე-2, ხოლო მეორე ნიტროჯგუფი მე-6' C-ატომთან, მაშინ მისი სახელწოდება იქნება 2,6'-დინიტრობიფენილი ანუ O,0'-დინიტრობიფენილი:



2,6'-დინიტროფლენილი

ბიფენილის მონოჩანაცვლებულს აქვს სამი ძირითადი O-, m- და P-მოსოჩანაცვლებულის შემთხვევაში ფაქტიურად საქმე გვაქვს დიჩანაცვლებულთან, რადგან ბენზოლის ერთი ბირთვი მეორეს მიმართ ჩამნაცვლებულს წარმოადგენს.

ატროპიზომერია. ბიფენილში ბირთვებს შორის C—C ბმის ირგვლივ ბრუნვა შეუძლებელია (ამ შემთხვევაში ბენზოლის ორივე ბირთვი თანასიბრტყულ მდებარეობაშია), ხოლო ბიფენილის ნაწარმებში ბირთვებს შორის C—C ბმის ირგვლივ ბრუნვა ჩანაცვლებულების გავლენით, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ჩანაცვლებულები დიდი მოცულობისაა, შეუძლებელია, რადგან იქმნება სივრცობრივი დაბრკოლება და ამ დროს თავა იჩენს ენანტიომერია.

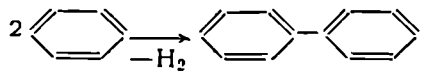


ზოლის ბირთვები იმყოფებიან არათანასიბრტყულ მდებარეობაში, რადგან ჩანაცვლებულები დიდი მოცულობის არიან და შესაძლებელი ხდება (R) და (S) დინიტროდიფენილმეცხევას ენანტიომერული კონფორმაციული იზომერების გამოყოფა. ასეთი იზომერის მოვლენა ცნობილია ატროპიზომერიის სახელწოდებით. იზომერებს კი ეწოდებათ ატროპიზომერები. ატროპიზომერია დაკავშირებული არ არის ასიმეტრიულ ნახშირბადატომთან. იგი კავშირშია აქსიალურ ქირალურობასთან.

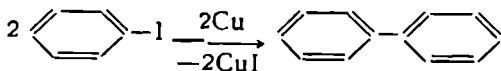
მიღების საშუალებანი. ბიფენილი მცირე ოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრში.

1. ბიფენილი ადვილად მიიღება ბენზოლის გატარებით 600—800°C-მდე გახურებულ რკინის მილში, რომელშიც მოთავსებულია პემზის ნატეხები.

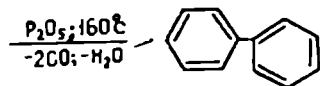
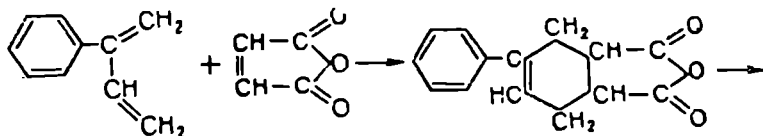
ამ დროს ადგილი აქვს ბენზოლის დეჰიდრირებას (ბერთლო):



2. ბიფენილი კარგი გამოსავლიანობით მიიღება იოდბენზოლის ჰპილენდთან გაცხელების დროს (ულმანი):



3. დიფენილი და მისი ნაწარმები მიიღებიან 2-არილბუტადიენის შალეინის ანჰიდრიდთან კონდენსაციით (რ. ი. ლევინა, ვ. რ. სკვარაჩენკო):



ბიფენილი

ბიფენილი წარმოადგენს ფურცლისებურ კრისტალებს დამახასიათებელი სასიამოვნო სუნით, რომელიც ლღევა 70,5°C და დუღს 256°C-ზე. იგი წყალში არ იხსნება. მცირე რაოდენობით იხსნება სპირტში.

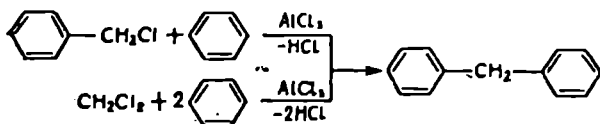
ქიმიური თვისებების მხრივ იგი ბენზოლის მსგავსია. ბიფენილთან ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები მიმდინარეობს 2- და 4-მდებარეობაში. მონოჩანაცვლებულ ბიფენილთან ჩანაცვლება ხდება ჩაუნაცვლებელ ბირთვში.

ბიფენილის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ნაწარმია ბენზიდინი, რომელსაც სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ ჰიდრაზობენზოლის ბენზიდინური გადაჯგუფებით.

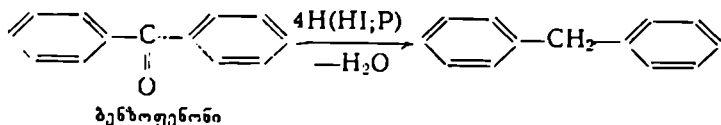
ბიფენილისა და დიფენილეთერის (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>—O—C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>) ნარევი გამოყენებულია, როგორც დიდი სითბოს შემცველი სისტემა, რითაც აპარატებს აჭურბენ სასურველ ტემპერატურამდე. გარდა ამისა, ბიფენილი გამოყენებულია, როგორც გამხსნელი და ორგანულ ნაერთთა მოლეკულური მასის განსაზღვრისათვის.

### დიფენილმეთანის ჯგუფი

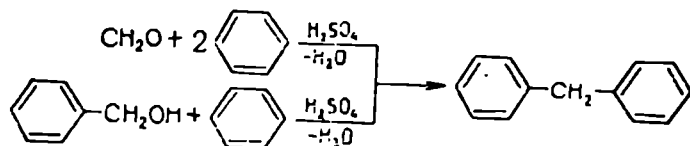
დიფენილმეთანი. 1. დიფენილმეთანი მიიღება ფრიდელ-კრაფტის რეაქციით. ამ შემთხვევაში მიმართავენ ბენზოლის ალკილირებას ბენზილქლორიდით ან დიქლორმეთანით:



2. დიფენილმეთანი წარმოიქმნება ბენზოფენონის აღდგენით:



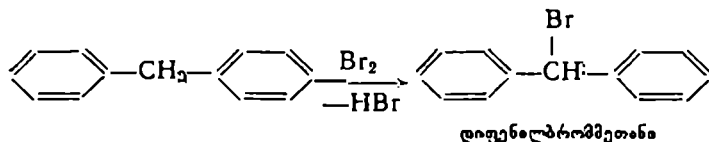
3. დიფენილმეთანი და მისი ნაწარმები წარმოიქმნება ალიფატური აღდგენების ან ცხიმ-არომატული სპირტების არენებთან კონდენსაციით, გოგირდმჟავას, ან თუთიის ქლორიდის ან სხვა მაკონდენსირებელი ნივთიერების თანაობით:



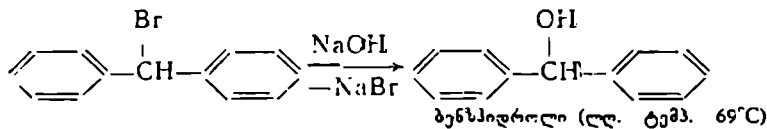
დიფენილმეთანი არის სპირტსა და ეთერში ადვილხსნადი, ფორთოხლის ქერქის სუნის კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ლღევა 27°C-ზე და დუღს 262°C-ზე.

ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციების მხრივ იგი ბიფენილის ანალოგიურია. ფენილის ჯგუფების ელექტროაქცეპტორული ბუნების გამო მეთილენური ჯგუფის H-ატომები ადვილძვრადია.

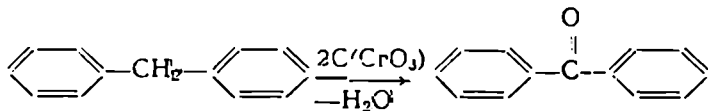
მაგალითად, დიფენილმეთანზე ბრომის მოქმედებით მიიღება დიფენილბრომმეთანი:



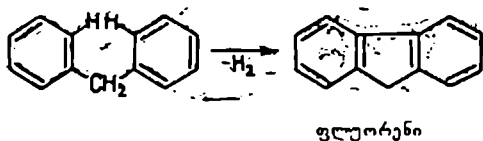
დიფენილბრომმეთანზე ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით წარმოიქმნება დიფენილყარბინოლი ანუ ბენზჰიდროლი:



დიფენილმეთანზე ქრომის შეყვას მოქმედებით იყანგება მეთილენის ჯგუფი და მიიღება ბენზოფენონი:

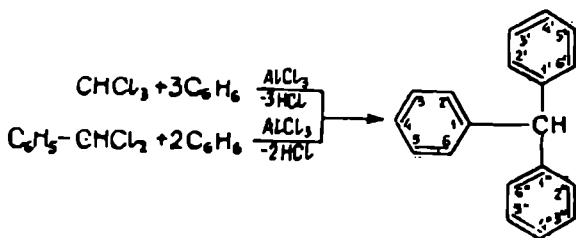


დიფენილმეთანის გავარჯარებულ რკინის მილში გატარებით ადგალი აქვს დიფენილმეთანის თერმულ დეჰიდრირებას და მიიღება ფლუორენი:

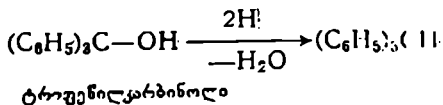


### ბრიფენილმეთანის ჯგუფი

ბრიფენილმეთანი.1. ბრიფენილმეთანი მიიღება ქლოროფორმისან ბენზილიდენქლორიდის ბენზოლთან ურთიერთმოქმედებით (ფრი-დელკრაფტისის რეაქცია):

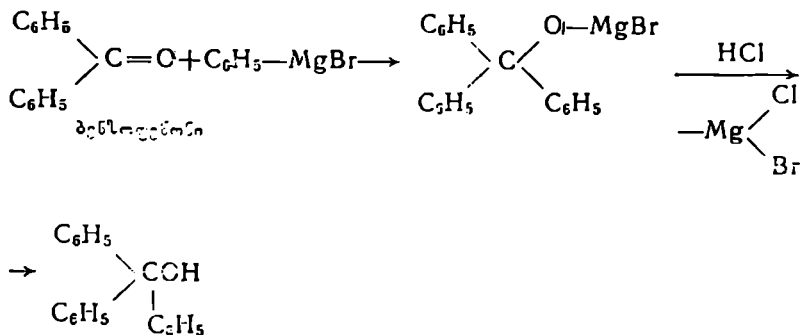


2. ბრიფენილმეთანი უფრო მეტი გამოსავლენობით მიიღება ბრიფენილკარბინოლის ალდგენით:



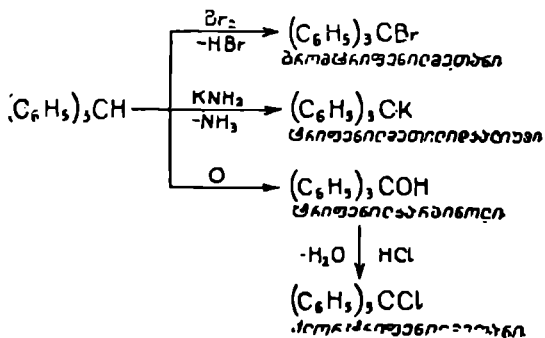


ტრიფენილკარბინოლი კი შეიძლება მივიღოთ ბენზოფენონზე ფენილმაგნიუმბრომიდის (გრინიარის რეაქტივი) მოქმედებითა და მიღებული შეერთების პროდუქტის ჰიდროლიზით:

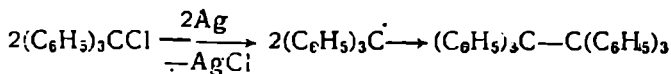


ტრიფენილმეთანი არის უფერო, კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვებთა 92.5°C-ზე. ტრიფენილმეთანი ბენზოლთან კრისტალდება (ლ. ტემპ. 78°C). სპირტის ხსნარში გადაკრისტალების დროს იძლევა ორ სხვადასხვა ფორმის კრისტალებს, რომლიდანაც ერთი მტკიცეა და მეორე ლაბილურია.

ტრიფენილმეთანში მესამეულ C-ატომთან მდგომი წყალბადატომი ადვილქერადია და ქლორის ან ბრომის მოქმედებით ჩაინაცვლება, როგორც ქლორის, ასევე ბრომის ატომით. ერთ შემთხვევაში მიიღება ქლორტრიფენილმეთანი. ხოლო მეორე შემთხვევაში — ბრომტრიფენილმეთანი. ტრიფენილმეთანისა და კალიუმბრომიდის ურთიერთმოქმედებით თხევალ ამიაკში წარმოიქმნება ტრიფენილმეთილიდკალიუმი, რომელსაც წითელი ფერი აქვს. ტრიფენილმეთანი დაჟანგვით გადადის ტრიფენილკარბინოლში. უკანასკნელი ქლორწყალბადმჟავასთან იძლევა ქლორტრიფენილმეთანს:

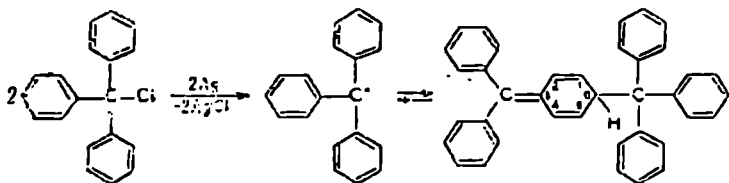


**ტრიფენილმეთილი.** 1900 წელს ამერიკელმა მეცნიერმა მ. გომბერგმა ქლორტრიფენილმეთანისა და ვერცხლის ფხენილის ბენზოლს გარეშე მიიღო მესამე მ. გომბერგი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მის მიერ მიღებული ყველა სხნარი შეიცავს რადიკალ ტრიფენილმეთილს, რომელიც წარმოშობს უფერულ კრისტალურ დიმერს — ჰექსაფენილეთანს:



ტრიფენილმეთილი ჰექსაფენილეთანი

1968—1970 წლების ახალი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მ. გომბერგის მიერ მიღებულ ყველა სხნარში იმყოფება ტრიფენილმეთილისა და მისი დიმერის წინასწორული სისტემა და, რომ დიმერი, როგორც ამას მ. გომბერგი ფიქრობდა, ჰექსაფენილეთანს კი არ წარმოადგენს, არამედ იგი არის 3-დიფენილმეთილდენ-6-ტრიფენილმეთილ-1,4-ციკლოჰექსადიენი:



ტრიფენილმეთილი (ყვეელი)

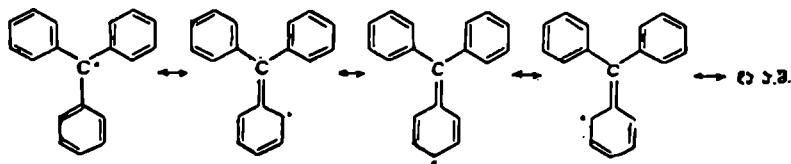
დიმერი 3-დიფენილმეთილდენ-6-ტრიფენილმეთილ-1,4-ციკლოჰექსადიენი (უფერული)

ტემპერატურის გადიდებითა და ხსნარის განზავებით დიმერის დისოცირება მატულობს.

ალკილის, ალილის, ბენზილის და რიგ სხვა რადიკალებთან შედარებით ტრიფენილმეთილის რადიკალს გაცილებით უფრო მეტხანს შეუძლია თავისუფალ მდგომარეობაში არსებობა. ეს ერთი მხრივ აიხსნება მეზომერული (რეზონანსული) სტაბილიზაციით და მეორე მხრივ მისი დიმერის ძაბვით. ძაბვის გამო დიმერისაგან ტრიფენილმეთილის წარმოქმნა ენერგეტიკულად ხელსაყრელია. მაგალითად, ტრიფენილმეთილის დიმერში C—C ბმის გაწყვეტის ენერგია უდრის

47,5 კჯ/მოლს, მაშინ, როცა ეთანში C—C ბმის გაწყვეტა საჭიროებს 347 კჯ/მოლს.

ტრიფენილმეთილის სტაბილიზაცია შეიძლება აღიწეროს შემდეგა მეზომერული (რეზონანსული) სტრუქტურებით:



როგორც მეზომერული სტრუქტურებიდან ჩანს, ტრიფენილმეთილში თავისუფალი ელექტრონი არ არის ლოკალიზებული ნახშირბადის ცენტრალურ ატომზე, იგი თანაბრად განაწილებულია ბენზოლის ბირთვებზე. თუ ამ მხრივ რადიკალ ტრიფენილმეთილს შევადარებთ რადიკალ მეთილს, ვნახავთ, რომ რადიკალ მეთილში (CH<sub>3</sub>) ელექტრონი, განსხვავებით ტრიფენილმეთილისაგან ლოკალიზებულია ნახშირბადატომზე.

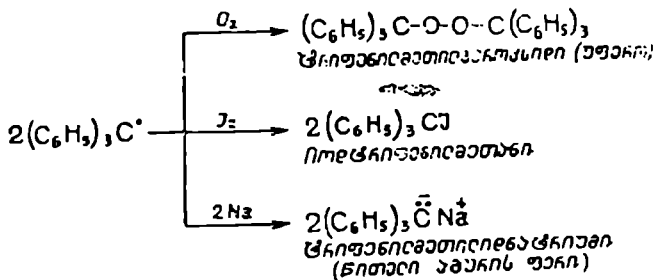
ამიტომ რადიკალი მეთილი, რეაქციის დიდი უნარიან ხასიათდება. იგი არსებობს 0,001 სეკუნდის განმავლობაში.

ტრიფენილმეთილისა და მისი მსგავსი რადიკალების სტაბილიზაცია დღესათვის ეკვს არ იწვევს და იგი დადასტურებულია ექსპერიმენტული მონაცემებით. თავისუფალი რადიკალების შესწავლისათვის ძირითადად გამოყენებულია ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის მეთოდი (ეპრ). ეპრ მეთოდის ღედაარსი მოგომარეობა იმაში, რომ გაუწყვილებელი ელექტრონი და აგრეთვე პროტონი ამოიცავს სპინსა და მაგნიტურ მომენტს, რის გამოც მაგნიტურ ველში წარმოიქმნება ორიენტაციის ორი ტიპი, რომელიც შეესატყვისება მაგნიტურ კვანთრ რიცხვს  $+\frac{1}{2}$  და  $-\frac{1}{2}$ . ამ ორ ორიენტაციას შეესაბა-

მება ორი ენერგეტიკული მდებარეობა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ენერგიით, ამის გამო გამოვლინდება ეპრ სიგნალი, რომელიც ფიქსირდება ერთი ან რამდენიმე პიკის სახით.

ეპრ მეთოდით შეიძლება, როგორც თავისუფალი რადიკალის აღმოჩენა, ასევე მისი სტრუქტურის დადგენაც.

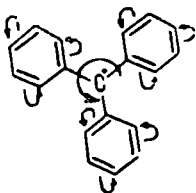
ტრიფენილმეთილი ადვილად იერთებს ჰაერის ეანკაღს და წარმოიქმნება ტრიფენილმეთილპეროქსიდი, იგი იოდთან იქლევა იოდ-ტრიფენილმეთანს, ხოლო მეტალურ ნატრიუმთან — ტრიფენილმეთილიდნატრიუმს:



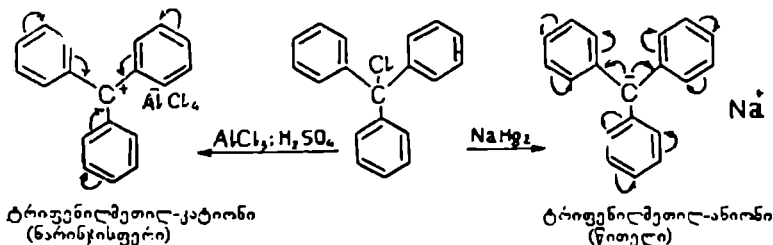
**ტრიფენილეთილის ელექტრონული აგებულება და მისი კატიონისა და ანიონის უფენილობა**

როგორც აღინიშნა, ტრიფენილეთილის გაუწყვილებელი ელექტრონი არ არის ლოკალიზებული რადიკალის ცენტრალურ C-ატომზე. იგი განაწილებულია ბენზოლის სამივე ბირთვზე. ე. ი. თავისუფალი ელექტრონი შეუღლებულია ბენზოლის სამივე ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონებთან. ასევე ითქმის ტრიფენილეთილის ტიპის რადიკალების შესახებაც. მეთილის C-ატომზე მყოფი გაუწყვილებელი ელექტრონის თანაბარი შეუღლება ბენზოლის სამივე ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონებთან მოითხოვს ბენზოლის სამივე ბირთვის თანასიბრტყულ (კოპლანარულ) მდებარეობას, რა და ყველა  $\pi$ -ელექტრონის ღერძი პერპენდიკულარულ მდებარეობას იყოს იმ სიბრტყის მიმართ, რომელშიაც ბენზოლის ბირთვები იმყოფება. სინამდვილეში ბენზოლის ბირთვები H-ატომების გადაფარვის გამო ერთმანეთის მიმართ შებრუნებულია 20—30°-ით, ისე როგორც ეს პროპელერის ფრთების შემთხვევაშია და ბირთვები ნაწილობრივ გამოსული არიან კოპლანარული სიბრტყიდან. როგორც ჩანს ეს გარემოება არსებითი ხასიათის გავლენას ვერ ახდენს თავისუფალი ელექტრონისა და  $\pi$ -ელექტრონების შეუღლებაზე და ამიტომ აღნიშნული ტიპის რადიკალები სტაბილურობით ხასიათდებიან. მაგრამ, იმ შემთხვევაში, თუ ფენილის ბირთვში ჩამნაცვლებლებს შეეიყვანთ, მაშინ ბირთვების კოპლანარობა ძლიერ ირღვევა, რაც ხელს უშლის გაუზიარებელი ელექტრონისა და ბირთვების  $\pi$ -ელექტრონების შეუღლებას და თავისუფალი რადიკალები უმდგრადო (არამტყიცე) ხდებიან.

ტრიფენილეთილის ცენტრალური C-ატომის გაუზიარებელი ელექტრონის, ბირთვების  $\pi$ -ელექტრონებთან შეუღლების მიხედვით ტრიფენილეთილის ელექტრონული აგებულება შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



**ტრიფენილმეთილის კატიონისა და ანიონის შეფერილობა.** ტრიფენილმეთანის ზოგიერთი ნაერთი რეაქციის პირობების შესაბამისად წარმოიქმნება კატიონსა და ანიონს. უკანასკნელთა გაჩენას თან სდევს სხვადასხვანაირი ფერის წარმოქმნა. მაგალითად, ქლორტრიფენილმეთანზე ძლიერ პროტონმეჯავებში გახსნალი აპროტონმეჯავების მოქმედებით ( $AlCl_3$ ;  $H_2SO_4$ ) ადგილი აქვს C—Cl ბმის ჰეტეროლიტურ გაწყვეტას და წარმოიქმნება ნარინჯისფერი ტრიფენილმეთილ-კატიონი, ხოლო ქლორტრიფენილმეთანზე ნატრიუმის ამალგამის მოქმედებით მიიღება წითელი ფერის ტრიფენილმეთილ-ანიონი. ორივე შემთხვევაში დადებითი და უარყოფითი მუხტი, რომელიც იმყოფება მეთილის C-ატომზე (ცენტრალური C-ატომი), დელოკალიზებულია, მუხტების, ბენზოლის ბირთვების  $\pi$ -ელექტრონებთან შეუღლების გამო:

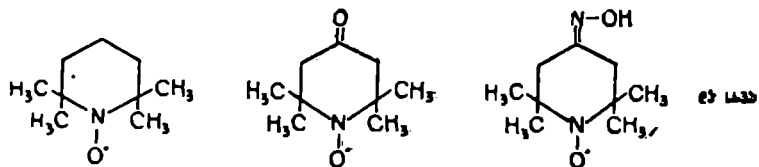


რადიკალ ტრიფენილმეთილის აღმოჩენამ უაღრესად დიდი როლი ითამაშა მრავალი სხვადასხვა რადიკალის აღმოჩენის, მათი თვისებების შესწავლისა და გამოყენების საქმეში.

ტრიფენილმეთილი და ისეთი რადიკალები, რომლებიც შედარებით დიდი ხნით არსებობენ თავისუფალ მდგომარეობაში, „ნესტაბილური“ რადიკალების სახელწოდებით არიან ცნობილი.

სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიური ფიზიკის ინსტიტუტის უნივერსიტეტის ორგანიზაციათა ჯგუფმა ე. გ. როზანცევის ხელმძღვანელობით

პირველად მიიღო და კრისტალურ ფორმაში გამოყო იმინოქსილური „ზესტაპილორა“ რადიკალები:



ახალი სტაბილური რადიკალები გამოიყენებიან სხვადასხვა მიმართულებით. მაგალითად, მათი მეშვეობით შექმნილია მალალ-მგრძნობიარე მაგნიტომეტრი. ისინი ხასიათდებიან ძლიერი ინჰიბიტორული თვისებებით და გამოყენება ჰპოვეს პოლიმერიზაციისა და დაჟანგვის რეაქციების მართვის საქმეში. მათი მეშვეობით დიდად ხანგრძლივდება პლასტმასების გამძლეობა და სხვა.

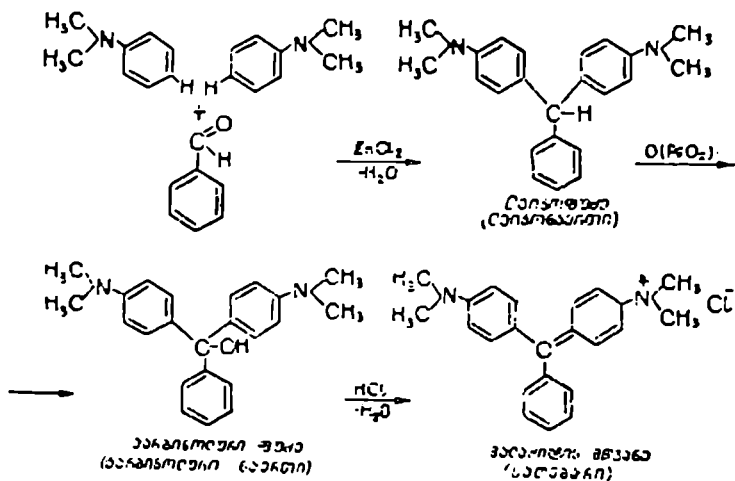
#### ტრიფენილმეთანის რიგის საღებავები

ამ რიგის საღებავები წარმოადგენენ ტრიმეთილმეთანის ნაწარმებს, სადაც ცენტრალური C-ატომის („მეთანის ნახშირბადი“) მიმართ პარა-მდებარეობაში იმყოფება პილროქსილის ამინო- ან დიალკილამინოჯგუფი. ამ რიგის საღებავები დიდი რაოდენობით არიან ცნობილი. მათი გამოყენებით შეღებილ ქსოვილს ახასიათებს სიკაშკაშე. ამიტომ მათ ადრე დიდი რაოდენობით იყენებდნენ სამღებრო საქმეში. ტრიფენილმეთანის საღებავების მთავარი ნაკლია ის, რომ მათი მეშვეობით შეღებილი ქსოვილი ხუნდება სინათლის მოქმედებით. აგრეთვე, რეცხვის დროს. ამიტომ, ამჟამად ამ საღებავების გამოყენება სამღებრო საქმეში შეზღუდულია. ქიმიკოსებმა შეძლეს სხვა კლასის ისეთი საღებავების სინთეზი, რომლებიც აკმაყოფილებენ გაზრდილ მოთხოვნებს საღებავებზე.

ტრიფენილმეთანის ამინო- და ოქსინაწარმები უფერული არიან და მათ ლეიკონაერთებს (ბერძ. leukos — თეთრი) უწოდებენ. ისინი ადვილად იყანგებიან და გადადიან ტრიფენილკარბინოლის ნაწარმებში, რომლებიც ნაერთის ბუნების შესაბამისად შეავების ან ტუტეების მოქმედებით იძლევიან საღებავებს.

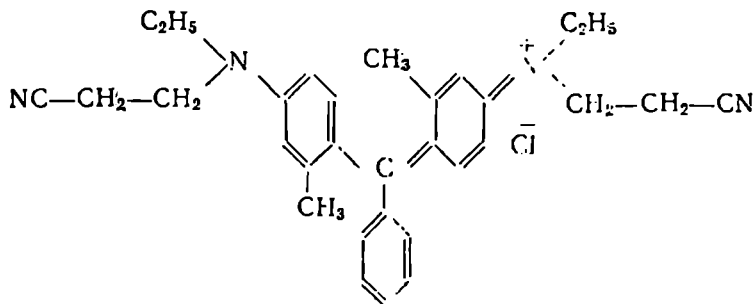
მალაქიტის მწვანე. მალაქიტის მწვანე პირველად 1877 წ. სინთეზირებულ იქნა ო. ფიშერის მიერ, ბენზალდეჰიდის კონდენსაციით 2 მოლეკულა N,N-დიმეთილანილინთან თუთიის ქლორიდის თანაობით. ამ რეაქციის დროს პირველ საფეხურზე წარმოიქმნება ლეიკოფუქტი, რომელიც ტყვიის (IV) ოქსიდით იყანგება და მიიღება უფერო,

კარბინოლური ნაერთი — ფსევდოფუძე. უკანასკნელზე შეავას სოკ-  
მედებით ხდება ქინოიდური გადაჭყუება (წარმოიქმნება ქრონო-  
ფორი) და მიიღება ფუძე ბუნების საღებარი — მალაქიტის მწვანე:



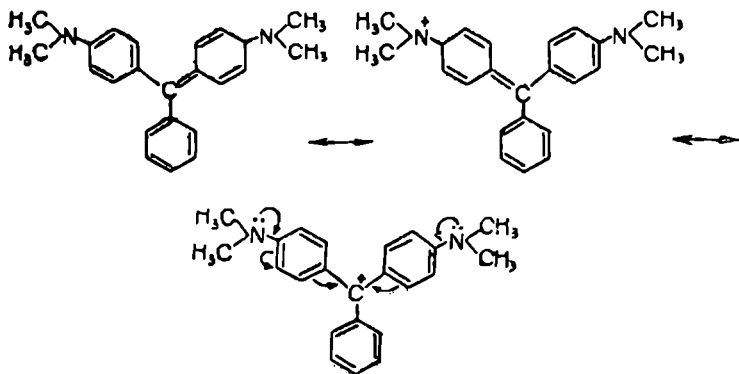
მალაქიტის მწვანე ტანინის ფერმკვარდ გამოყენების დროს ბამ-  
ბის ბოჭკოს მწვანედ ღებავს. იგი გამოყენებულია აბრეშუმის ბოჭ-  
კოს შესაღებლად მას იყენებენ აგრეთვე P<sup>II</sup>-ინდიკატორად.

მალაქიტის მწვანე, როგორც აღინიშნა, ფუძე ბუნების საღებ-  
არია. ამ საღებარით შეღებილი ქსოვილი სინათლის გავლენით სუნ-  
დება. იმისათვის, რომ მალაქიტის მწვანე სინათლის მიმართ შედარე-  
ბით მდგრადი გახდეს, მის მოლეკულაში შეჭყავთ ჩამხაცვლებლები,  
მაგალითად:

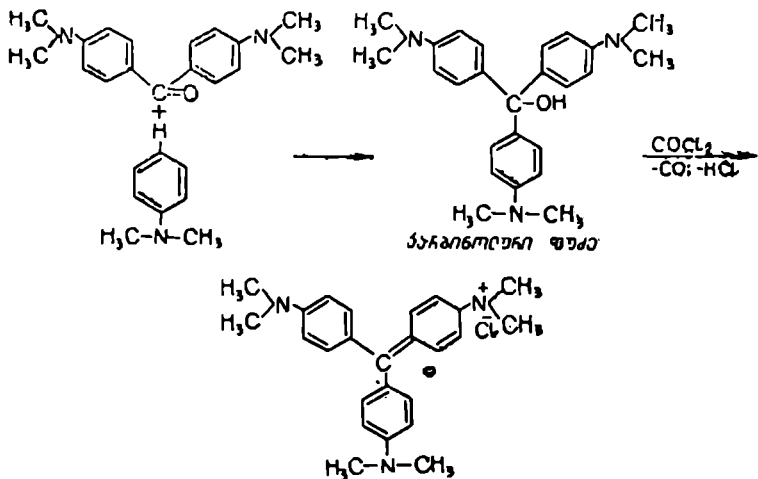


ეს ნაერთი სინათლის მიმართ სამკერ უფრო მდგრადია, ვიდრე მალაქიტის მწვანე.

მალაქიტის მწვანის შეფერილობა განპირობებულია კატიონის არსებობით, რომლის ელექტრონული აგებულება შეიძლება აღიწეროს მეზომერული სტრუქტურებით, სადაც ერთ შემთხვევაში დადებით მუხტს ატარებს აზოტი და მეორე შემთხვევაში — ნახშირბადის ცენტრალური ატომი („მეთანის ნახშირბადი“):



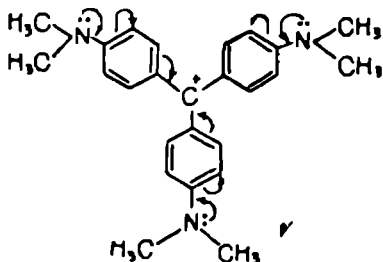
კრისტალური იისფერი. საღებარი კრისტალური იისფერი მიიღება მიხლერის კეტონისა და N,N-დიმეთილანლინის ურთიერთმოქმედებით ფოსგენის თანაობით:



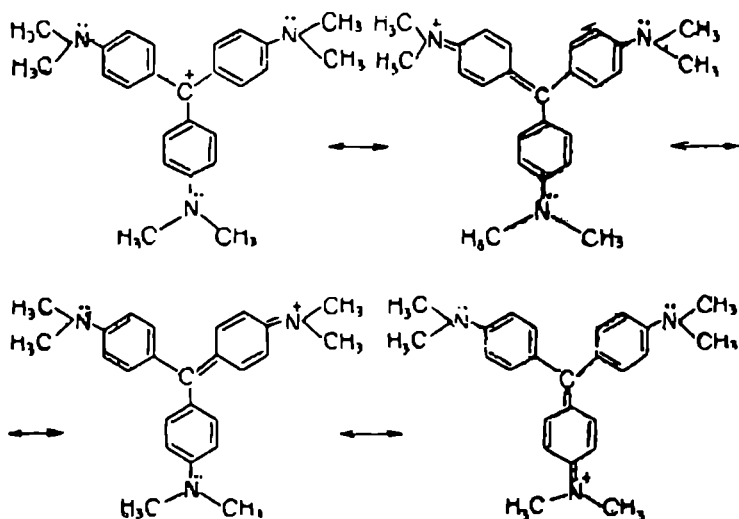
პარკინოლური იისფერი



ამ საღებარმა სახელწოდება „კრისტალური იისფერი“ მიიღო იმის გამო, რომ იგი კრისტალდება ძალიან კარგად და ქსოვილს ღებავს იისფრად. კრისტალური იისფერით იღებება შალისა და ბამბის ქსოვილები, მაგრამ ადვილად ზუნდება სინათლის გავლენით. კრისტალური იისფერი გამოყენებულია  $P^H$ -ინდიკატორად. ისე, როგორც მალაქიტის მწვანის, ასევე კრისტალური იისფერის შეფერილობა განპირობებულია კატიონით, რომლის ელექტრონული აგებულება შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად:



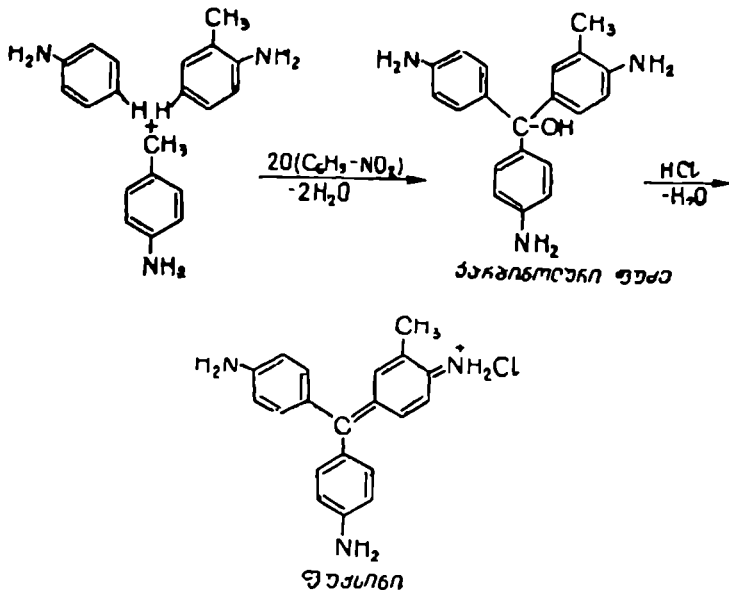
ამ იგი (კატიონი) შეიძლება აღწეროს მეზომერული სტრუქტურებით:



მალაქიტის მწვანესა და კრისტალურ იისფერზე შეყვას ქარბი მიმატებით ჯერ ხდება ფერის შეცვლა და შემდეგ გაუფერულება. ეს ახსნება იმით, რომ შეყვას პროტონი უერთდება აზოტის გაუზიარე-

ბელ წყვილ ელექტრონს, უკანასკნელს ბენზოლის ბირთვის გავლით აღარ შეუძლია შეუღლება. საღებარი უფერულდება.

**ფუქსინი ანუ როზანილინი.** ფუქსინი არის ტრიფენილმეთანის რიგის ხაღებარი, რომელიც ამ რიგის საღებრებიდან პირველად იქნა მიღებული სამრეწველო მასშტაბით (1856 წ.). იგი მიიღება ანილინის, O- და P-ტოლუიდენების დაჟანგვით. დამჟანგავად იყენებენ N-ტრობენზოლს. თავდაპირველად წარმოიქმნება კარბინოლური ფუძე, რომელიც შეეავს მოქმედებით გარდაიქმნება ფუქსინად:

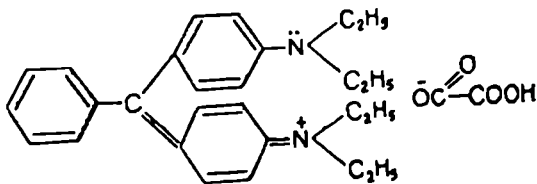


ფუქსინი არის მომწვანო მეტალური ბზინვარების კრისტალური ნივთიერება, რომელიც წყალში ან სპირტში გახსნიასს ღებულობს მუქ-წითელ ფერს. იგი შალს, აბრეშუმსა და ბამბას ღებავს წითლად. სამღებრო საქმეში მისი გამოყენება თითქმის მთლიანად შეზღუდულია. წლებილი ქსოვილის ადვილად გახუნების გამო. იგი გამოყენებულა მიკროსკოპული პრეპარატების შეღებვისათვის, ფუქსინ-გოგირდოვანი მჟავის, ფენილირებულ ნაწარმთა მიღებისათვის და სხვა. ფუქსინის მეწვეობით კოხმა (1882 წ.) აღმოაჩინა ტუბერკულოზის გამომწვევი ჩხირები (ბაქტერიები).

**ბრილიანტის მწვანე.** ბრილიანტის მწვანეს ღებულობენ მალაქიტის მწვანის მიღების ანალოგიური მეთოდით, მხოლოდ იმ განსხვავე-

ბით, რომ ბენზილდეჰიდთან კონდენსაციის რეაქციაში შეჰყავთ N, N-დიმეთილანილინის ნაცვლად N,N-დიეთილანილინი. ბრილიანტის მწვანის მკაუნმკაევა მარილი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც ძლიერი ბაქტერიციდი (ბერძ. bacteria-ბაქტერია და ლათ. caedo-ეკლავ.) ბაქტერიციდი ისეთი ნივთიერებაა, რომელიც ხოცავს ბაქტერიებს.

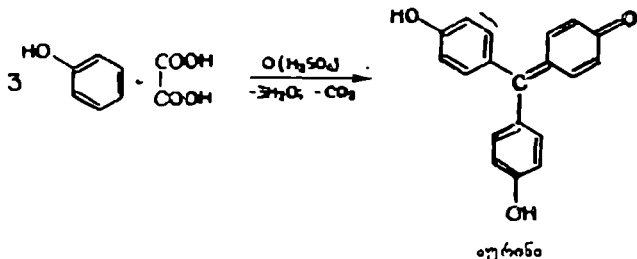
ბრილიანტის მწვანის მკაუნმკაევა მარილის სტრუქტურული ფორმულა შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



**აურიანები.** აურიანები მიეკუთვნებიან ტრიფენილმეთანის ჯგუფის საღებარებს, რომლებიც შეიცავენ ფენოლურ ოქსიჯგუფს.

აურიანების უმარტივესი წარმომადგენელია აურიანი, რომელიც მიიღება ფენოლის, მკაუნმკაევა და კონცენტრირებული გოგირდმკაევა ნარევის გაბზვლებით.

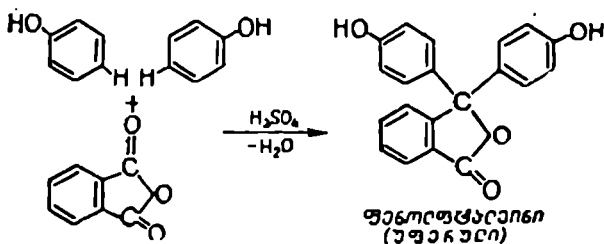
გოგირდმკაევა ამ პროცესში გვუვლინება, როგორც დამკანგავი და მკონდენსირებელი რეაგენტი:



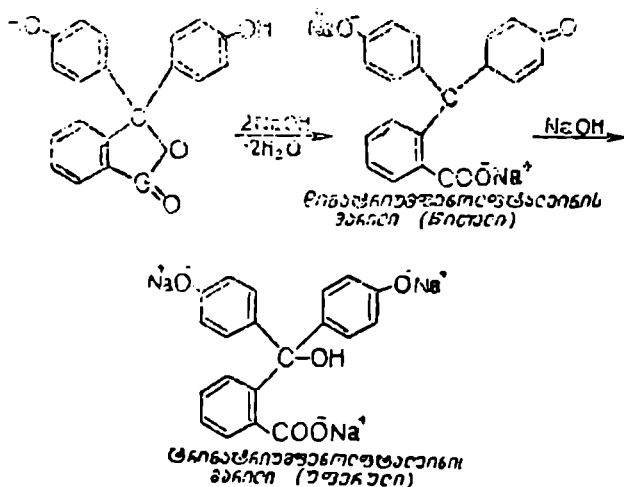
აურიანი არის მოყვითალო-ყავისფერი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ტუტეში გახსნით ღებულობს წითელ ფერს. აურიანის ნატრიუმის მარილს იყენებენ ქალაღისა და შპალერის შესაღებად.

**ფტალეინები.** ფტალეინებს უწოდებენ ტრიფენილმეთანის რიგის იმ საღებარებს, რომლებიც მიიღებიან ფტალის მკაევა ანჰიდრიდიდან. ამ ჯგუფის ნაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია ფენოლ-

ფტალეინი. ფენოლფტალეინი მიიღება ფტალის ანჰიდრიდის კონდენსაციით ორ მოლეკულა ფენოლთან გოგირდმკავეს თანაობით:



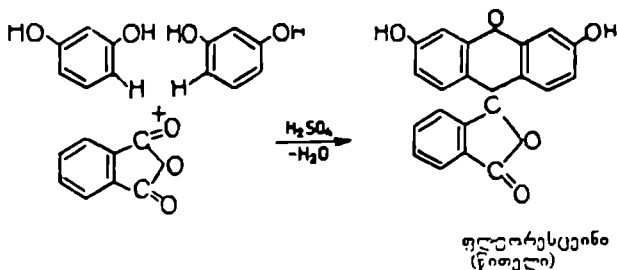
ფენოლფტალეინზე განზავებული ტუტის, მაგალითად, ნატრიუმის ტუტის მოქმედების დროს წარმოიქმნება დინატრიუმფენოლფტალეინის მარილი, რასაც თან სდევს ქინოიდური გადაჯგუფება. ქინოიდური გადაჯგუფების გამო ჩნდება წითელი ფერის დიანიონი, რომელიც ტუტის ჰარბი რაოდენობით დამატებისას გარდაიქმნება უფერულ ტრიანიონად და წარმოიქმნის ტრიანიონფენოლფტალეინის უფერულ მარილს, რომელშიაც ქინოიდური ჯგუფი აღარ არის.



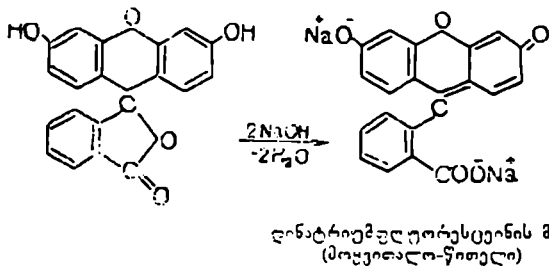
ფენოლფტალეინი წარმოადგენს უფერულ, წყალში მცირედხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 257-259°C-ზე. იგი სპირტში უკეთ იხსნება, ვიდრე ეთერში, გამოყენებულია P<sup>H</sup> ინდიკატორად 8,2-დან 10,0-მდე ინტერვალში. ფენოლფტალეინი „პურგე-

ნის“ სახელწოდებით გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც კუჭის შეკრულობის საწინააღმდეგო საშუალება.

**ფლუორესცეინი.** ფლუორესცეინი ფტალეინების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წარმოადგენელია. იგი მიიღება ფტალის ანჰიდრიდის შეღობილი ორ მოლეკულა რეზორცინთან, გოგირმეკვას თანაობით:

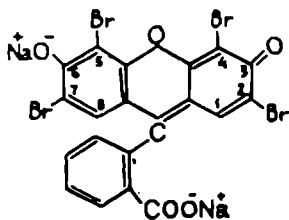


ფლუორესცეინზე ნატრიუმის ტუტის წყალხსნარის მოქმედების დროს ადგილი აქვს ქრომოდურ გადაჯგუფებას და მიიღება მოყვითალო-წითელი ფერის დინატრიუმფლუორესცეინის მარილი, რაიბელიც შეიცავს დიანიონს:



ფლუორესცეინი ძლიერ განზავებულ ტუტესთან იძლევა ინტენსიურ მოყვითალო-მწვანე ფლუორესცენციას (ლათ. fluor მიმდინარეობა და essentia-სუსტი მოქმედების აღმნიშვნელი სუფიქსი. სხეულის რაიმე ცივი ნათება). ამ მოვლენასთან არის დაკავშირებული მისი სახელწოდება.

ფლუორესცეინის ბრომირებით მიიღება წითელი ფერის საღებარი—2,4,5,7-ტეტრაბრომფლუორესცეინი, რომელსაც ეწოდება ეოზინი. ეოზინი გამოყენებულია ნატრიუმის მარილის სახით, როგორც შალისა და აბრეშუმის წითელი საღებარი და წითელი მელნის მისაღები მასალა:



ეოზინის ნატრიუმის მარილი

ფლუორესცენინი წარმოადგენს წყალში, ეთერში, ქლოროფორმსა და ბენზოლში უხსნად, წითელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ნაწილობრივი დაშლით ღვება 290°C-ზე. იგი იხსნება ცხელ სპირტსა და აცეტონში.

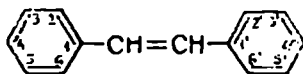
ფლუორესცენინი გამოყენებულია, როგორც აღსორბციული ინდიკატორი ჰალოგენების არგენტომეტრული განსაზღვრის დროს.

ფლუორესცენინის კარგად გამოხატული ფლუორესცენციის თვისება გამოყენებულია ჰიდროლოგიური გამოკვლევების საქმეში. მაგალითად, როცა უნდათ გაარკვიონ დედამიწის წიაღში ჩადენილი წყლის მდინარების მიმართულება და ის, თუ რომელ წყალსაცავში ჩადენება იგი, ამისათვის წყლის ჩადენის ადგილზე, წყალს უმატებენ ფლუორესცენინს.

წყალსაცავში ჩამდინარე წყალმა თუ ტუტესთან წარმოქმნა მოყვითალო-მწვანე ფლუორესცენცია, მაშინ ადვილად შეიძლება გამოირკვეს, რა მიმართულებით მიედინება საკვლევი წყალი. სინჯი იმდენად მგრძობიარეა, რომ დადებით პასუხს იძლევა მაშინაც კი, როცა წყლის ჩადენასა და გამოდინებას შორის დიდი დროა გასული.

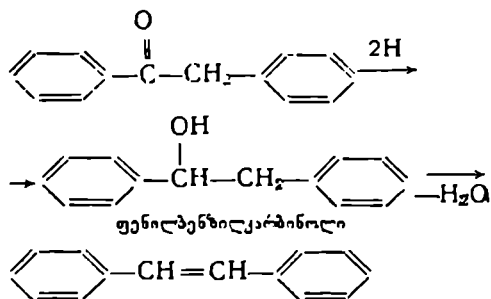
#### არაკონდენსირებაული, მრავალბირთვიანი უნაჯერი ნაერთები

არაკონდენსირებაული, მრავალბირთვიანი უნაჯერი ნაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია 1,2-დიჟენილეთილენი ანუ სტილბენი:

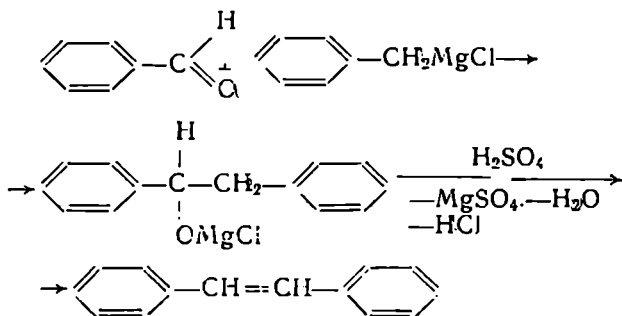


სტილბენი

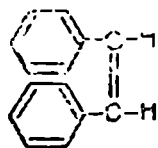
სტილბენი მიიღება ფენილბენზილკეტონის ჰიდრირებით და ამ დროს წარმოქმნილი ჰიდრირებული სპირტის დეჰიდრატაციით:



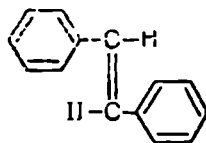
გარდა ამისა, სტილბენი შეიძლება მივიღოთ ქლორბენზილმაგნიუმის ბენზალდეჰიდთან კონდენსაციითა და კონდენსაციის პროდუქტზე გოგირდმეფავას მოქმედებით:



სტილბენი იმყოფება ცის-ტრანს იზომერის სახით:



ცის-სტილბენი  
(იზოსტილბენი)



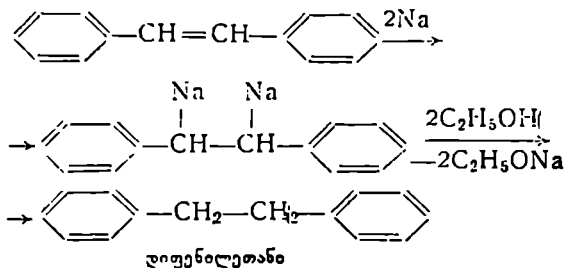
ტრანს-სტილბენი  
(სტილბენი)

სტილბენი (სტაბილური) წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება  $124^{\circ}\text{C}$ -ზე და დუღს  $306\text{--}307^{\circ}\text{C}$ -ზე. იზოსტილბენი (ლაბილურია) არის ზეთისებური სითხე, რომელიც ღვება  $+5^{\circ}\text{C}$  და დუღს  $143^{\circ}\text{C}$  (21 მმ)-ზე.

ტრანს-სტილბენი ულტრაიისფერი სხივით დასხივებისას გადადის ცის-სტილბენში. სტილბენი შეერთებას რეაქციებში შედის წყალბად-

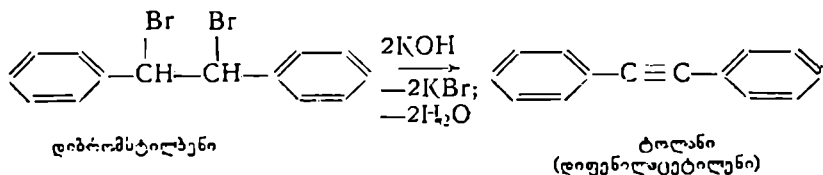
თან, ჰალოგენებთან, ჰალოგენწყალბადმჟავებთან და სხვა. შეერთების რეაქციები ფენილის ჯგუფების გავლენის გამო უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე ეთილენის შემთხვევაში.

სტილბენი ეთილენური ბმის ხარჯზე იერთებს ტუტე მეტალებს და შეერთების პროდუქტი, სპირტის მოქმედებით გარდაიქმნება დიფენილეთანად:



სტილბენის ზოგიერთი ნაწარმი გამოყენებულია საღებარების მიღებისათვის.

დიფენილაცეტილენი. დიფენილაცეტილენი ასე ტოლანი მიიღება დიბრომსტილბენზე ტუტის მოქმედებით:



ტოლანი, როგორც აცეტილენის დიანაცვლებული, არ იძლევა მეტალურ ნაწარმებს. ამასთან სამმაგი ბმის გამო მას არ ახასიათებს გეომეტრიული იზომერიის მოვლენა და გვევლინება მხოლოდ ერთი ფორმის სახით. ტოლანი არის კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 60°C).

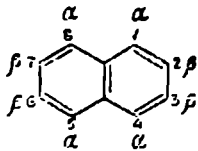
უკანასკნელ ხანებში სინთეზირებულია ისეთი არაკონდენსირებული, მრავალბირთვიანი უნაჭერი ნაერთები, რომლებიც მოლეკულაში შეიცავენ კუმულირებულ ან შეუღლებულ მრავალ ორმაგ ბმას და ისეთებიც, რომლებშიაც იმყოფება სამმაგი ბმები.

ამ რიგის ნაერთები, რომლებიც მოლეკულაში შეიცავენ შეუღლებულ მრავალჯერად ბმას, გამოყენებულია ნახევრადგამტარების სახით

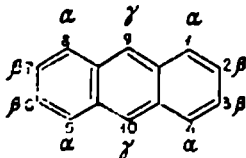


კონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები

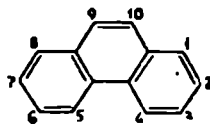
დღეისათვის ცნობილია არომატული რიგის მრავალი კონდენსირებული მრავალბირთვიანი (პოლიციკლური) ნაერთები, რომლებშიც ბენზოლის ბირთვების შერწყმა მომხდარია ორთო-ნახშირბადატომების ხარჯზე. პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადების ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან ნაერთებს წარმოადგენენ ნაფტალინი, ანთრაცენი და ფენანთრენი:



ნაფტალინი



ანთრაცენი



ფენანთრენი

(ინომრება, მხოლოდ ის C-ატომები, რომლებთანაც იმყოფება H-ატომი)

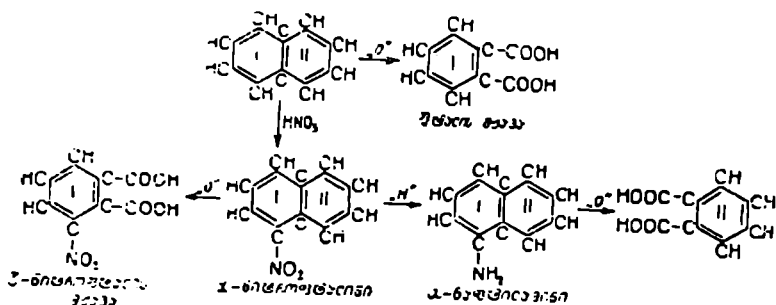
ნაუპალინის ჯგუფი

სასელწოდება „ნაფტალინი“ მიღებულია სიტყვა „ნაფტა“-დან. რაც ნიშნავს ნავთობის აქროლად ნაწილს. ნაფტალინი 5—6%-ის რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუბრში, რომელშიც იგი ბენზოლის აღმოჩენამდე 6 წლით ადრე, 1819 წ. აღმოაჩინა გარდენმა. ნაფტალინის შედგენილობა დადგინდა ა. ა. ვოსკრესენსკის მიერ (1838 წ.), ხოლო სტრუქტურა—ერლენშეიერისა და გრუბეს მიერ (1856 წ.).

ნაფტალინის სტრუქტურა

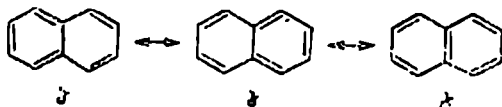
ნაფტალინის სტრუქტურა თავდაპირველად დადგინდა იქნა მისი დაჯანგვით, აღდგენით, მიღების სხვადასხვა მეოლითა და მისი ზოგიერთი სხვა ქიმიური თვისებებით. ნაფტალინის მოლეკულა რომ ბენზოლის ორი ბირთვის შერწყმას წარმოადგენს, ეს მტკიცდება მარტივად. ნაფტალინის დაჯანგვით მიიღება ფტალის მჟავა. ეს იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ნაფტალინის ერთი ბირთვი ბენზოლის ნაშთია. ნაფტალინის ნიტრირებით მიღებული ნიტრონაფტალინის დაჯანგვა 3-ნიტროფტალის მჟავას იძლევა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნაფტალინში

ნიტროჯგუფს შემცველი ბარათი (I) ბენზოლის ბირთვია. ნიტრო-  
ნაფტალინის აღდგენით ნაფტილაზინი მიიღება. ნაფტილაზინის დაჟან-  
გვით ირღვევა ის ბირთვი, რომელიც ნიტრონაფტალინის აღდგენამ-  
დე ნიტროჯგუფს შეიცავდა (I) და ფტალის მჟავა წარმოიქმნება. მა-  
შასადამე, ხელუხლებელი რჩება ის ბირთვი (II), რომელიც ნიტრო-  
ჯგუფს არ შეიცავდა. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნაფტალი-  
ნის ორივე ბირთვი ბენზოლის ფრაგმენტებისაგან შედგება:

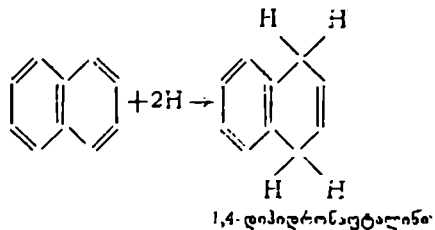


ნაფტალინი, რომ ორი ბენზოლის ბირთვის შერწყმას წარმოად-  
გენს, ეს იმათაც მტკიცდება, რომ იგი იერთებს 10 H-ატომს, რაც  
შეესატყვისება ნაფტალინის მოლეკულაში 5 ორმაგი ბმის არსებო-  
ბას.

ნაფტალინი წარმოადგენს 10π-ელექტრონიან შეუღლებულ ციკ-  
ლურ სისტემას, რომელიც აღიწერება მეზომერული ზღვრული  
სტრუქტურებით:



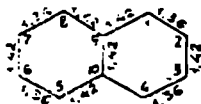
როგორც ა, ბ და გ მეზომერული სტრუქტურებიდან ჩანს, ნაფტა-  
ლინის ერთი ბირთვი ბენზოლს გამოსახავს, მეორე კი—დიენს. ამი-  
ტომია, რომ ნაფტალინი, განსხვავებით ბენზოლისაგან, დ-მდებარეო-  
ბაში, მსგავსად დიენისა, იერთებს ორ წყალბადატომს, გამოყოფის  
მომენტში (in statu nascendi) და მიიღება 1,4-დიჰიდრონაფტალი-  
ნი:



ნაფტალინში 10 $\pi$ -ელექტრონი, რომლიდანაც შეიძლება მხოლოდ ერთი სექსტეტის შედგენა, განაწილებულია ორ ბირთვში. ამის გამო ნაფტალინის დელოკალიზაციის ენერგია 45.8 კჯ/მოლათ ნაკლებია 2 მოლეკულა ბენზოლზე და ნაფტალინი უფრო მეტი რეაქტივის უნარით ხასიათდება, ვიდრე ბენზოლი.

რენტგენოგრაფიული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ნაფტალინის ორივე ბირთვი მდებარეობს ერთ სპერტყეზე. ამას სხვა მრავალ მონაცემებთან, ისიც ადასტურებს, რომ ნაფტალინის 1,5- და 2,6-ჩანაცვლებულებს დიპოლური მომენტი არ ახასიათებს.

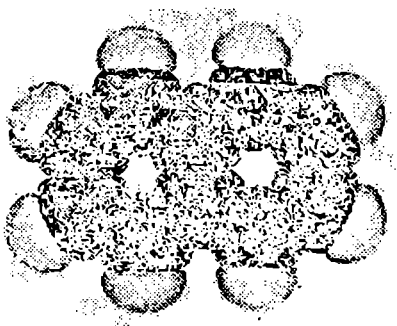
რენტგენოგრაფიულმა გამოკვლევამ ისიც უჩვენა, რომ ნაფტალინის მოლეკულაში C—C ბმების სიგრძე ყველა ერთნაირი სიდიდის არ არის და A-ში შემდეგ სურათს იძლევა:



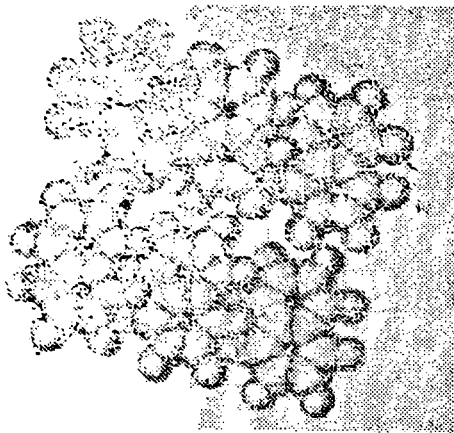
ნაფტალინში C—C ბმების სიგრძის სხვადასხვაობა თავის ასახვას პოულობს მისი ქიმიური თვისებების ჩამოყალიბებაში.

ნაფტალინის მოლეკულის მრდელი და მისი კრისტალის ნაწილის სტრუქტურა გამოსახულება მოცემულია შესაბამისად 6 და 7 სურათზე:

ნაფტალინი, როგორც 10  $\pi$ -ელექტრონიანი სისტემა.  $\pi$ -ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის განაწილების მიხედვით მიეკუთვნება მონოციკლურ, ხოლო C-ატომების



სურ. 6. ნაფტალინის მოლეკულის მრდელი



სურ. 7. ნაფტალინის კრისტალის ნაწილის აქვებზეოი გამოსახულება

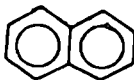
ჩონჩხის მიხედვით ბი-  
ციკლურ სისტემას.

ბენზოლისა და ნაფტა-  
ლინის გამარტივებული  
სტრუქტურული ფორმუ-  
ლების გამოსახვის დროს  
ორმაგი ბმების მაგივრად  
ბშირად მიმართავენ წრე-  
ების ხმარებას. როცა  
ბენზოლის ბირთვში წრეს  
გამოსახავენ, ამ შემთხვე-  
ვაში წრის ქვეშ გულის-  
ხმობენ 6 π-ელექტრონს,  
ხოლო ნაფტალინის ბირ-  
თვის თითოეული წრის  
ქვეშ იგულისხმება 5  
π-ელექტრონი. ამიტომ

პოლაციკლური არმატული ნაერთების ბირთვებში წრის გამოსახვას  
უნდა შევამართოთ მხოლოდ მაშინ, როცა მისი ხმარება ექვს არ  
იწვევს:



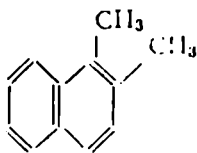
π-ელექტრონიანი  
წრე



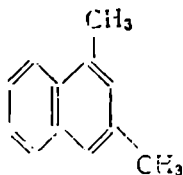
ღვთ π-ელექტრონიანი  
წრე

ნაფტალინის ჩანაცვლებულთა იზომერია. ნაფტალინში 1,4, და 8  
მდებარეობა აღნიშნება α. ხოლო 2,3,6 და 7 — β. ნაფტალინის მონო-  
ჩანაცვლებულთა ორი იზომერი აქვს: α-ჩანაცვლებული და β-ჩანაც-  
ვლებული. ნაფტალინის დაჩანაცვლებულს, როცა ორივე ჩანაც-  
ვლებული ერთნაირია, მაშინ 10 იზომერი აქვს, ხოლო თუ ჩანაც-  
ვლებულები სხვადასხვაა—14 იზომერი.

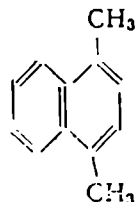
ნაფტალინის პოლიჩანაცვლებულებს, ჩვეულებრივ, აღნიშნავენ  
ციფრებით. ამასთან ზოგაერთი დიჩანაცვლებულისათვის ციფრების  
მაგივრად ინხარება თავსართი — ორთო, მეტა, პარა და ამფი, მაგა-  
ლითად:



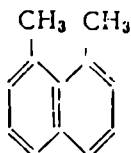
1,2-დიმეთილნაფტალინი  
(ორთო-დიმეთილნაფტალინი)



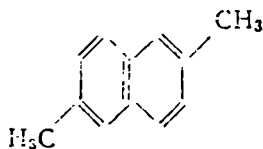
1,4-დიმეთილნაფტალინი  
(მეტა-დიმეთილნაფტალინი)



1,8-დიმეთილნაფტალინი  
(პარა-დიმეთილნაფტალინი)



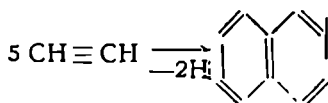
1,5-დიმეთილნაფტალინი  
(იერი-დიმეთილნაფტალინი)



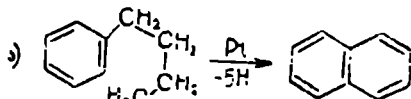
2,6-დიმეთილნაფტალინი  
(აჭი-დიმეთილნაფტალინი)

მაღების საშუალებანი. 1. როგორც აღინიშნა, ნაფტალინი 5—6%-ის რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრში. უკანასკნელიდან სამრეწველო მასშტაბით მის მიღებას დღესაც არ დაუკარგავს თავისი მნიშვნელობა. გარდა ამისა, მრეწველობაში, როგორც დამატებითი საშუალება, ნაფტალინს ღებულობენ ბენზინისა და ნავთის პიროლიზის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენი ფისიდან.

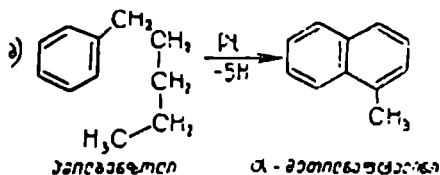
2. 400°C-მდე გახურებულ ხის ნახშირზე აცეტილენის გატარებით ბენზოლთან ერთად მიიღება ნაფტალინი (ნ. ზელინსკი, ბ. კასანსკი):



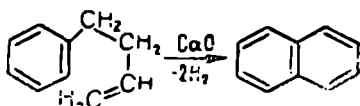
3. 300°C-მდე გახურებულ პლათინის კატალიზატორზე ბენზოლის ისეთი ჰომოლოგების გატარებით, რომლებიც გვერდით ჭაჭვეში შეიცავენ ოთხ და მეტ ნახშირბადატომს, განიცდიან დეჰიდროციკლიზაციას და წარმოიქმნება ნაფტალინი და მისი ჰომოლოგები (ნ. ზელინსკი, ბ. კასანსკი, ა. პლატე, ს. ხრომოვი):



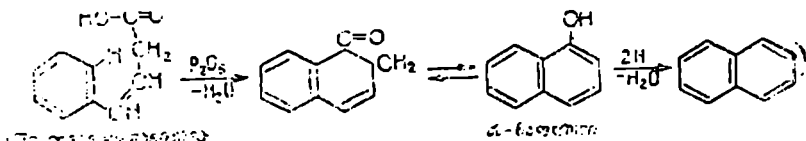
ბენზილპროპანი



4. გახურებული კალციუმის ოქსიდზე 4-ფენილ-1-ბუტენის გატარებით დეჰიდროციკლიზაციის შედეგად მიიღება ნაფტალინი:

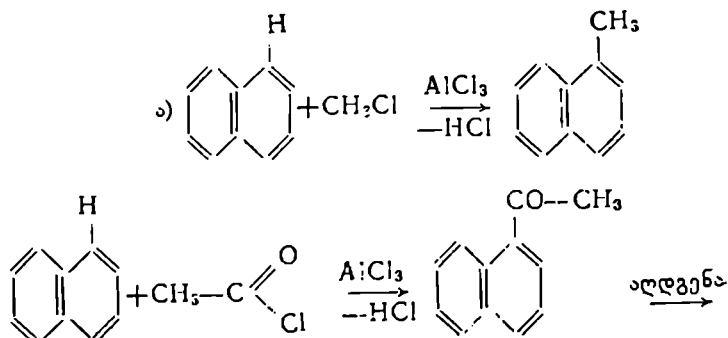


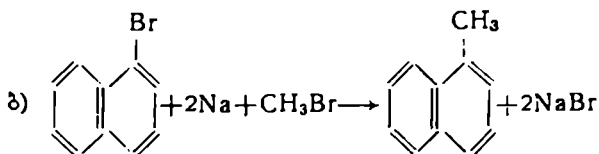
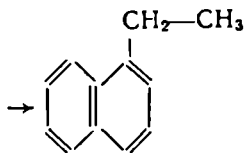
5. ფენილენილმარმეას გაცხელებით ფოსფორის (V) ოქსიდის თანაობით დეჰიდრატაციის შედეგად მიიღება ნაფტალი, რომელიც აღდგენით გადადის ნაფტალინში:



ნაფტალინის მიღების სინთეზური მეთოდები ნაოლად გვიჩვენებენ, რომ იგი (ნაფტალინი) წარმოადგენს ორი ბენზოლის ბირთვის შერწყმას.

6. ნაფტალინის ჰომოლოგები მიიღებიან ფრიდელ-კრაფტსის ან ფიტის რეაქციით:

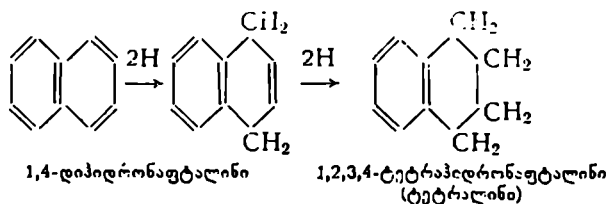




**ფიზიკური თვისებები.** ნაფტალინი წარმოადგენს ბრწყინავ, სვერ-ცლოვან, დამახასიათებელი სუნის აქროლად, კრისტალურ ნივთიერებას. იგი უმნიშვნელო რაოდენობით იხსნება წყალში (100 გ წყალში 25°C-ზე იხსნება 0,003 გ). იხსნება ეთერსა და სპირტში. კარგად იხსნება ბენზოლში. ნაფტალინის ორთქლი ჰაერთან წარმოქმნის ფლუკუბელ ნარევის. იგი ღვება 80.2°C-ზე. დუღს 217.96°C-ზე  $d_4^{20} = 1.145$ .  $\alpha$ -მეთილნაფტალინი არის სითხე (დუღ. ტემპ. 244,6°C), ხოლო  $\beta$ -მეთილნაფტალინი წარმოადგენს მყარ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 34,6°C; დუღ. ტემპ. 241°C).

**ქიმიური თვისებები.** ნაფტალინისათვის დამახასიათებელია ჩანაცვლებისა და შეერთების რეაქციები. ნაფტალინთან შეერთებისა და ჩანაცვლების რეაქციები უფრო ადვილად მიმდინარეობს ვიდრე ბენზოლთან.

**ა) შეერთების რეაქციები.** 1. ნაფტალინი სპირტისა და ნატრიუმის გარემოში, ბენზოლისაგან განსხვავებით, შეერთების რეაქციაში შედის ახლად გამოყოფილ წყალბადთან. ჯერ მიიღება 1,4-დიჰიდრონაფტალინი და შემდეგი ჰიდრირებით 1.2.3.4-ტეტრაჰიდრონაფტალინი ანუ ტეტრალინი (დუღ. ტემპ. 206-209°C):



ნაფტალინის კატალიზური აღდგენით მიიღება, როგორც ტეტრალინი, ასევე დეკალინი:

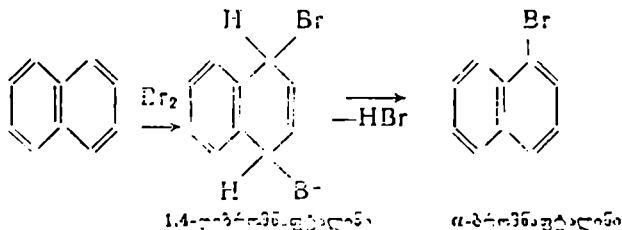




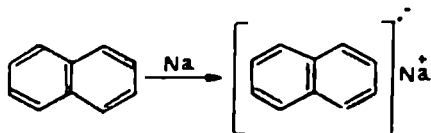
როგორც ნახაზიდან ჩანს, ორივე ფორმის საზიარო C-ატომების მიმართ H-ატომები განლაგებულია სხედასხევა მხარეზე. ცის-იზომერი უფრო არამდგრადია, ვიდრე ტრანს-იზომერი.

ტეტრალინი და დეკალინი გამოყენებული ააიან, როგორც გამსხნელები. ზოგიერთ შემთხვევაში მათ უმეტებენ მორტორულ საწვავს.

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

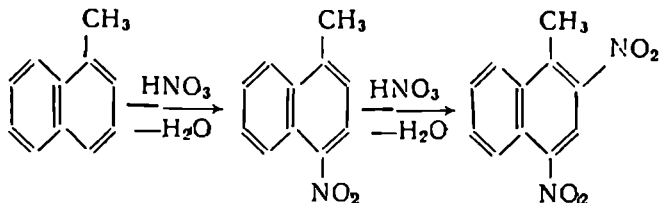


3. მშრალ ნაფტალინზე უპირობო გარემოში ნატრაუმის მოქმედებით მიიღება მარილის მაგარი (მწვანე) შეერთების პროდუქტი, რომელშიაც ნაფტალინი გვევლინება რადიკალ-ანიონის სახით.



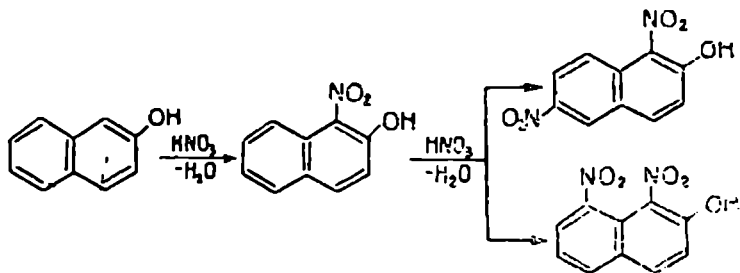
ბ) ჩანაცვლების რეაქციები. როგორც აღინიშნა, ჩანაცვლების რეაქციები ნაფტალინთან უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლთან. ნაფტალინთან ჩანაცვლების რეაქციების დროს, ჩანაცვლებულა თიოქმის ყოველთვის დგება α-მდებარეობაში. ხოლო, როცა ნაფტალინის ბირთვში იმყოფება ერთი ჩანაცვლებული, მაშინ შემდეგ ჩანაცვლებლის ჩანაცვლების ადგილის განსაზღვრა დამოკიდებულია პირველი ჩანაცვლებულის მორიენტირებულ ბუნებასა და ნაფტალინის α- და β-მდებარეობის რეაქციისუნარიანობის განსხვავებაზე. მაგალითად, თუ ნაფტალინის ერთ-ერთი ბირთვის α-მდებარეობაში იმყოფება პირველი რეაქციისუნარიანი ჩანაცვლებული, მაშინ ელექტროფილური ჩანაცვლებულა ძირითადად ადგილს იკავებს იმავე ბირთვის P-მდებარეობაში ე. ი. მეორე α-მდებარეობაში. ამის შემდეგ მეორე ელექტროფილური ჩანაცვლებული დგება იმავე ბირთვის თავისუფალ O-მდებარეობაში. მაშასადამე, განხილულ შემთხვევაში ჩანაც-

ვლების რეაქცია მიმდინარეობს პირველი ჩანაცვლებულის მარონ-ენტირებელი ბუნების მიხედვით:



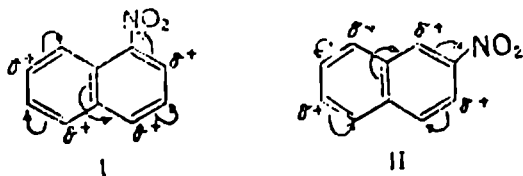
შემდეგი ჩანაცვლება მოხდება მეორე ბირთვში მე-5 და მე-7 C-ატომთან.

თუ პირველი რიგის ჩანაცვლებელი იმყოფება ნაფტალინის β(2)-მდებარეობაში, მაშინ ელექტროფილური ჩანაცვლებელი ღებდა ჩანაცვლებულ ბირთვში ჩანაცვლებულის მიმართ O-მდებარეობაში. ე. ი. α(1)-მდებარეობაში. ამ დროს პირველი რიგის ჩანაცვლებლის მარონ-ენტირებელ ეფექტთან ერთად მოქმედებს ნაფტალინის α-წყალბად-ატომის ადვილფერადობის ფაქტორი. შემდეგი ელექტროფილური ჩანაცვლებელი პირველი რიგის ჩანაცვლებლის მიმართ ადვილს იჭერს მეორე ბირთვის მე-6 C-ატომთან (ამფი-მდებარეობა) და მე-8 C-ატომთან:

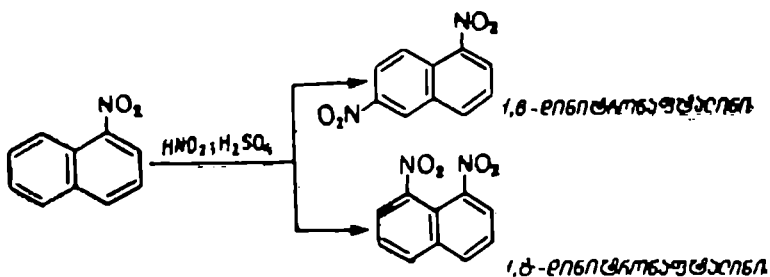


როცა ნაფტალინის ერთ-ერთ ბირთვში იმყოფება მეორე რიგის ჩანაცვლებელი, ჩანაცვლებულის ელექტროაქცეპტორული ბუნების გამო ხდება იმ ბირთვის დეზაქტივაცია, რომელშიაც იმყოფება ჩანაცვლებული და შედეგად ელექტროფილური ჩანაცვლებელი ძირითადად ადვილს იკავებს ნაფტალინის მეორე ბირთვში. ეს არ გამოირიცხავს ნაწილობრივ მეტაჩანაცვლებულის წარმოქმნას. თუ ელექტროაქცეპტორული ჩანაცვლებული ღვას α(1) მდებარეობაში, მაშინ ელექტროფილური ღრუბლის სიმკვრივე მცირდება 2, 4, 5 და 7-მდებარეობაში (1), ხოლო, თუ იგი იმყოფება β(2)-მდებარეობაში, მაშინ

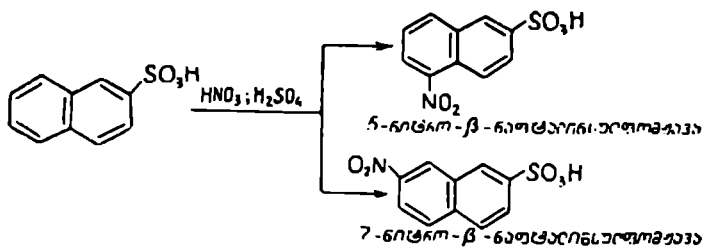
ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე შეცირებულია 1,3,6 და 8-C-ატომებთან (II):



აქედან გამომდინარე, როცა ნიფტალინის ბირთვის  $\alpha(1)$ -მდებარეობაში იმყოფება მეორე რიგის ჩამნაცვლებელი, მაშინ შემდეგმა ელექტროფილურმა ჩამნაცვლებელმა ძირითადად ადგილი უნდა დაიკავოს მე-6 და მე-8 C-ატომთან, ხოლო, თუ მეორე რიგის ჩამნაცვლებელი იმყოფება  $\beta(2)$ -მდებარეობაში, მაშინ შემდეგი ელექტროფილური ჩამნაცვლებელი ძირითადად ადგილს დაიკავებს მე-5 და მე-7 C-ატომთან:

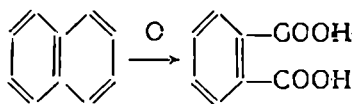


ამ შემთხვევაში ნაწილობრივ წარმოიქმნება 1,4-დინიტრონაფტალინი.



ამ დროს ნაწილობრივ წარმოიქმნება აგრეთვე ჩანაცვლების ისეთი პროდუქტი, სადაც ნიტროჯგუფი იმყოფება მე-4 C-ატომთან.

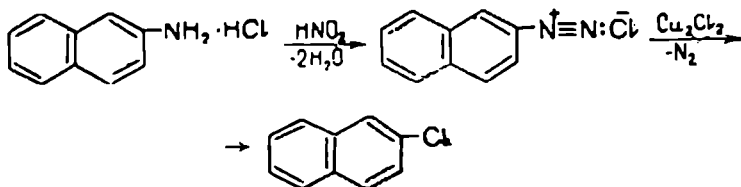
დაუანგვა. ნაფტალინის დაუანგვით მიიღება ფტალის მჟავა:



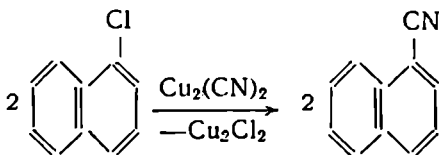
### ნაფტალინის ნაწარმები

**ჰალოგენნაწარმები.**  $\alpha$ -ქლორ- და ბრომნაფტალინი მიიღება შესაბამისად ქლორისა და ბრომის უშუალო მოქმედებით ნაფტალინზე. ამ შემთხვევაში ნაფტალინის  $\beta$ -ჰალოგენნაწარმები წარმოიქმნებიან უმნიშვნელო რაოდენობით. ნაფტალინზე ჰალოგენების ჭარბი მოქმედებით მიიღება დი- და პოლიჰალოგენნაფტალინი ისეთი კატალიზატორების თანაობით, როგორც არის  $SbCl_5$ , ნაფტალინის ქლორირებით მიიღება პერქლორნაფტალინი— $C_{10}Cl_8$ - (ოქტაქლორნაფტალინი).

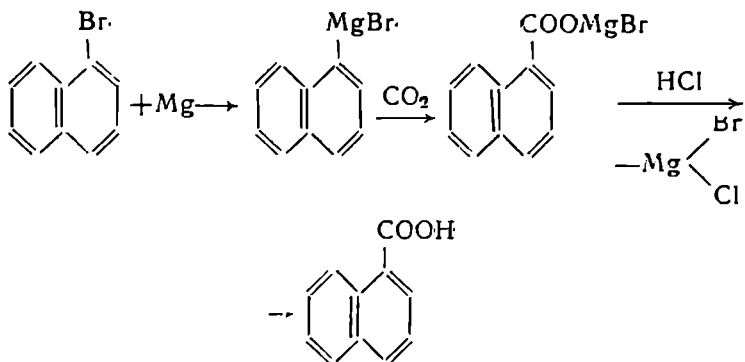
ნაფტალინის  $\beta$ -ჰალოგენნაწარმებს ღებულობენ  $\beta$ -ნაფტილამინიდან, დიაზონიუმის მარილის მიღების საფეხურის გავლით:



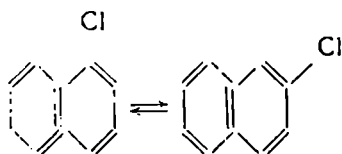
ნაფტალინის ჰალოგენიდებში ჰალოგენის ატომი შედარებით ბენზოლის ჰალოგენიდებთან უფრო ადვილძვრადია და ინაცვლება სხვა ატომთა ფრაგმენტებით:



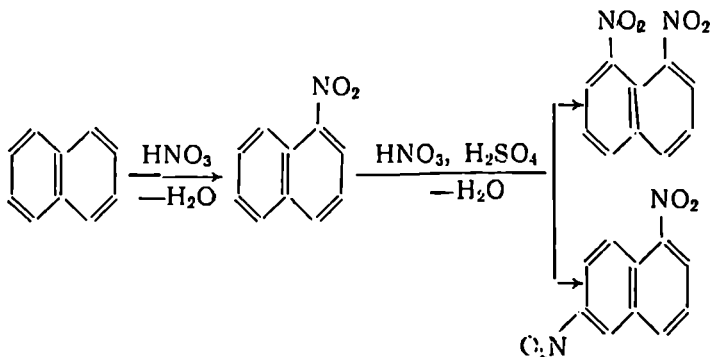
ნაფტალინის ჰალოგენნაწარმები რეაქციაში ადვილად შედიან გრინიარის რეაქტივთან, რის შედეგადაც მიღებულ გრინიარის რეაქტივს იყენებენ სხვადასხვა ორგანული ნაერთის მისაღებად:



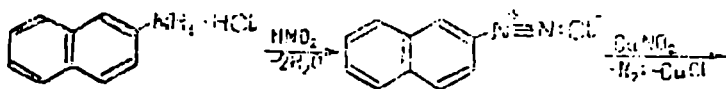
$\alpha$ - ან  $\beta$ -ქლორნაფტალინის გახურებულ ალუმინის ოქსიდზე გატარებით ადგალო აქვს შიგამოლეკულურ გადაჭყუებას და წარმოიქმნება ორივე იზომერის თანაბარი რაოდენობით ნარევი (ნ. ნ. ვოროჟეცოვი):



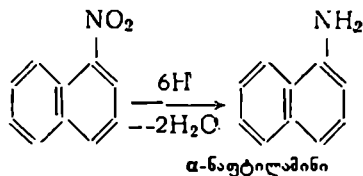
**ნიტრონაერთები.** ნაფტალინის ნიტრირებით ძირითადად მიიღება  $\alpha$ -ნიტრონაფტალინი. ამასთან მცირე რაოდენობით წარმოიქმნება  $\beta$ -ნიტრონაფტალინი. ნაფტალინის ნიტრირების რეაქცია უფრო ადვილად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლისა. ნიტრონაფტალინში მეორე ნიტროჯგუფის შეყვანა მოითხოვს უფრო მკაცრ პირობებს. ამ დროს წარმოიქმნება 1,8- და 1,6-დინიტრონაფტალინის ნარევი:



β-ნიტრონაფტალანი მიიღება β-ნაფტილამინიდან მოვლის გზით:

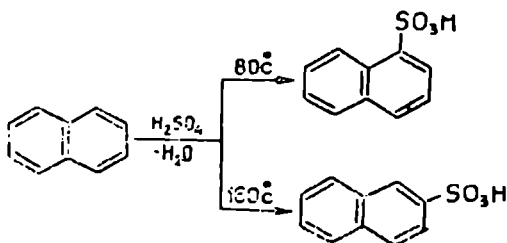


ნიტრონაფტალინები არიან კრისტალური ნაფთიერებები. მათი აღდგენითღებულობენ ნაფტილამინებს:



სულფომჟავები. ნაფტალინის სულფირების რეაქციას უაღრესად

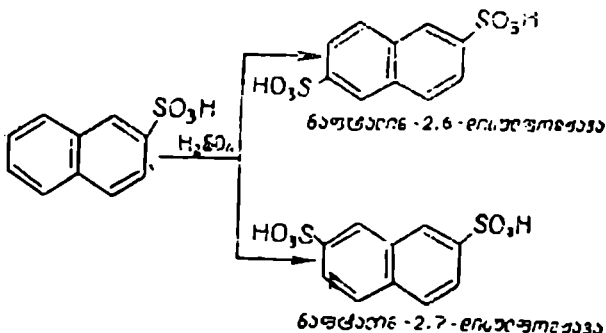
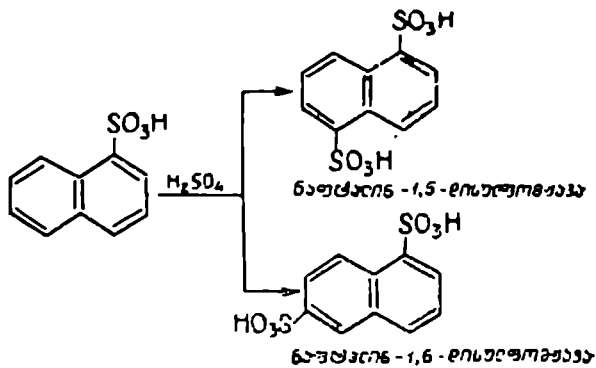
დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან სულფირების პირობებს მიხედვით მიიღება, როგორც α-, ასევე β-ნაფტალინსულფომჟავა. მაგალითად, ნაფტალინზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით 100°C ქვევით (80°C) მიიღება α-ნაფტალინსულფომჟავა, ხოლო 150°C ზევით (160°C) წარმოიქმნება β-ნაფტალინსულფომჟავა:



სხვადასხვა ტემპერატურაზე α- და β-ნაფტალინსულფომჟავას წარმოქმნის რეაქციის განსხვავებული მიმდინარეობა იმით აიხსნება, რომ α-ნახშირბადატომების β-ნახშირბადატომებთან შედარებით ძლიერი ნუკლეოფილური ბუნების გამო აწეულ ტემპერატურაზე პროტონის

( $H^+$ ) დაჯახებისას,  $\alpha$ -მდებარეობიდან სულფოჯგუფი წყდება გოგირდმეფას სახით და მის ადგილს იკერს წყალბადი და ისეუ წარმოიქმნება ნაფტალინი. ასეთ პირობებში  $\beta$ -ნაწიშირბადატომიდან სულფოჯგუფის მოწყვეტა მისი მდგრადობის გამო არ ხდება და ხელუბლებელი რჩება  $\beta$ -ნაფტალინსულფომეფა.

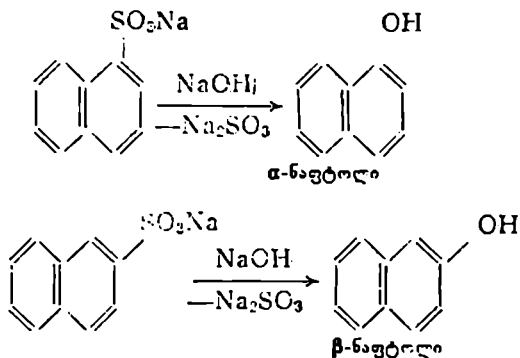
$\alpha$ - და  $\beta$ -ნაფტალინსულფომეფა კონცენტრირებული გოგირდმეფას მოქმედებით განიცდის შემდგომ სულფირებას და თითოეული მათგანი წარმოქმნის ორ-ორ იზომერ ნაფტალინდისულფომეფას:



ნაფტალინდისულფომეფაეების სულფირებით მიიღებიან ნაფტალინი ტრი- და ტეტრასულფომეფაეები.

ნაფტალინსულფომეფაეებში სულფოჯგუფი უფრო ადვილძერადია, ვიდრე ბენზოლსულფომეფაეებში და ნაფტალინსულფომეფაეებიდან ადვილად მიიღებიან ნაფტალინის ნაწარმები.

ნაფტოლები. ნაფტოლები მიიღებიან ფენოლების მიღების მეთოდებით. ნაფტოლებს მრეწველობაში ღებულობენ ნაფტალისნულფომეაჟების მარილების შეღობით ტუტეებთან:



$\alpha$ -ნაფტოლი წარმოადგენს თეთრი ფერის, ფენოლის სუსტი სუნის, წყალში მცირედხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღებება  $96^{\circ}\text{C}$ -ზე. კარგად იხსნება სპირტში, ეთერსა და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა იისფერ შეფერვას. მისი მტვერი აღიზიანებს ლორწოვან გარსს, აღიზიანებს კანის ქსოვილს, იწვევს კრუნჩხვას, გონების დაკარგვასა და სხვა. ამიტომ მასთან მუშაობა მოითხოვს უსაფრთხოების წესების სრულყოფილად დაცვას.

$\beta$ -ნაფტოლი არის ოდნავ მუქი, ფენოლის სუსტი სუნის, ფირფიტისებური, წყალში მცირედხსნადი კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღებება  $123^{\circ}\text{C}$ -ზე. რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა თეთრი ფერის ხაჭოსებურ ნალექს.  $\alpha$ -ნაფტოლთან შედარებით ნაკლებსაწამლაგია. ორივე ნაფტოლი ჰაერზე მუქ ფერს ღებულობს, გამოიყენება უშუალოდ და მათი ნაწარმების სახით საღებარების წარმოებაში.

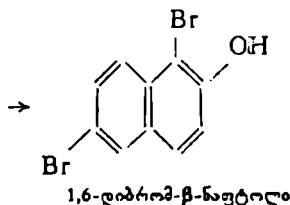
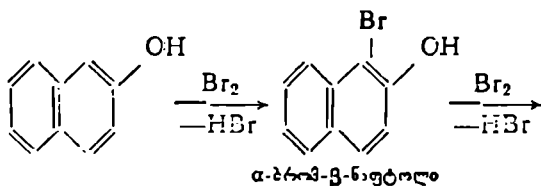
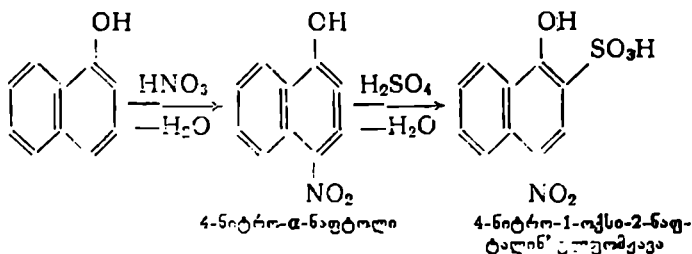
$\beta$ -ნაფტოლის მეთილის ეთერი სასიამოვნო სუნის ნივთიერებაა და გამოყენებულია პარფიუმერიაში ნეროლინის ანუ იარა-იარას სახელწოდებით.

ნაფტოლების ჰიდროქსილის ჯგუფი ამჟღავნებს ფენოლის თვისებებს და ტუტეებთან ურთიერთმოქმედებით წარმოქმნის შესაბამის მეტალნაწარმებს — ნაფტოლატებს.

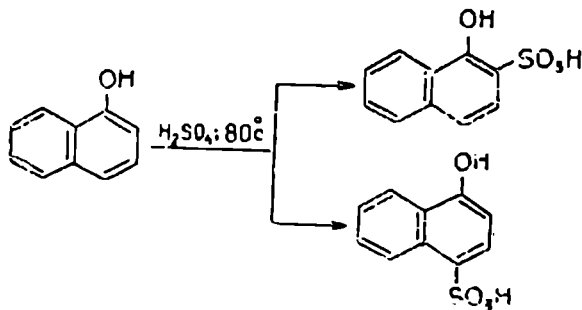
ნაფტოლებისათვის დამახასიათებელია ჩანაცვლების რეაქციები: მაგალითად, ნაფტოლებზე ჰალოგენების, აზოტმეჯავას, გოგირდმეჯავას მოქმედებით, პირველად წარმოიქმნება შესაბამისი მონოჩანაცვლებულიები, სადაც ჩამნაცვლებელი ატომი ან ატომთა ჯგუფი ადგილს

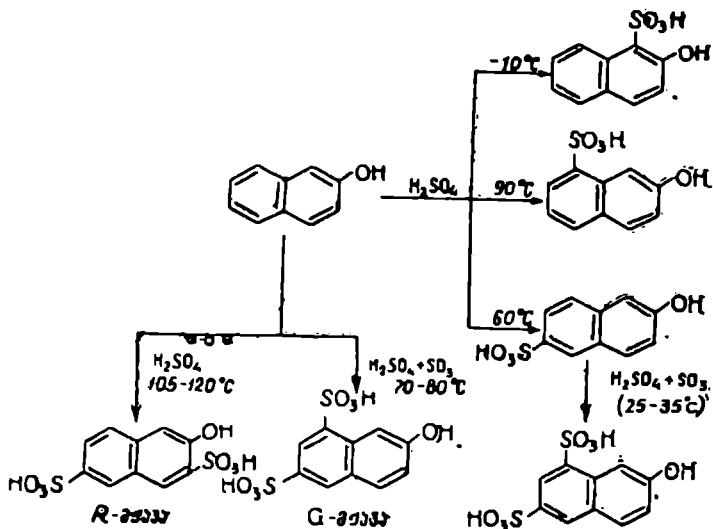


იქერს იმ ბირთვში, რომელშიც იმყოფება ჰიდროქსილის ჯგუფი. შემდეგი ჩამნაცვლებელი  $\alpha$ -იზომერში აღვიღს იკაეებს იმავე ბირთვში, ხოლო  $\beta$ -იზომერის შემთხვევაში მეორე ბირთვის მე-6 ნახშირბადთან:



$\alpha$ - და  $\beta$ -ნაფტოლის სულფირებით მონო- და დისულფომჟაეების მიღების სქემა ტემპერატურული რეჟიმისა და მასულფირებელი რეაგენტის გათვალისწინებით შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



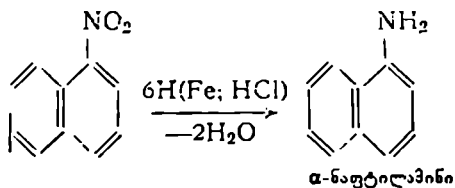


**შენიშვნა:**

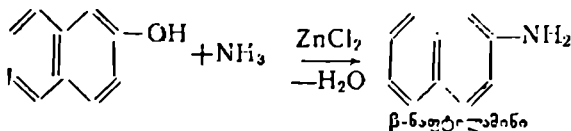
R-მევა ეწოდება იმის გამო, რომ მისი მონაწილეობით მიღებულ იქნა ისეთი საღებარი, რომელსაც აქვს წითელი ელფერი (rot, R — მევა).

G-მევა მონაწილეობით მიღებულ საღებარს აქვს მოყვითალო-წითელი ელფერი (gelb, G — მევა).

**ნაფტილამინები.** ნაფტილამინები მიიღებიან ნიტრონაფტალინების აღდგენით. ამ მეთოდით დიდი რაოდენობით ღებულობენ  $\alpha$ -ნაფტილამინს.  $\alpha$ -ნიტრონაფტალინის აღდგენენ მასზე რკინისა და მარტილმევას მოქმედებთ:



$\beta$ -ნაფტილამინის მიღება,  $\beta$ -ნიტრონაფტალინიდან ძალიან შეზღუდულია, რადგან  $\beta$ -ნიტრონაფტალინი ძნელადმისაწვდომი ნაერთია. მას ( $\beta$ -ნაფტილამინი) ღებულობენ  $\beta$ -ნაფტოლისა და ამიაკის ნარევის გაცხელებით თუთიის ან კალციუმის ქლორიდის თანაობით:

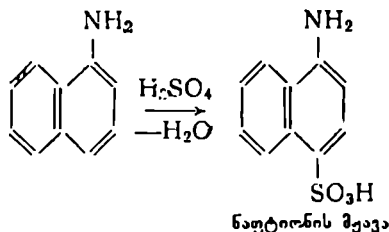


**β-ნაფტილაზინი** კარგი გამოსავლიანობით მიიღება β-ნაფტოლზე ამიაკის მოქმედებით, ამონიუმის სულფიტის ან ჰიდროსულფიტის თანაობით.

**α-ნაფტილაზინი** არის თეთრი, ნემსისებური კრისტალური (ლ. ტემპ. 50°C) ცუდი სუნის ნივთიერება. წყალში უმნიშვნელოდენობით იხსნება. კარგად იხსნება სპირტსა და ეთერში. რკინის (III) ქლორიდთან იძლევა ზაქოსებურ მწვეანე ნალექს. იგი გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში, განსაკუთრებით საღებარების მისაღებად.

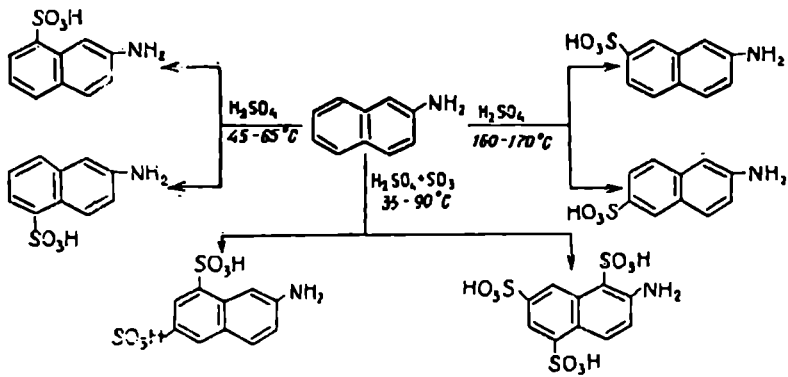
**β-ნაფტილაზინი** წარმოადგენს თეთრ ან მოწითალო კრისტალებს (ლ. ტემპ. 111—112°C), იხსნება ცხელ წყალში, სპირტსა და ეთერში. მის წყალხსნარს ახასიათებს ძლიერი ლურჯი ფლორესცენცია. რკინის (III) ქლორიდთან შეფერვას არ იძლევა. ახასიათებს ძლიერი კანცეროგენული მოქმედება. მასთან მუშაობის დროს მკაცრად უნდა იქნეს დაცული უსაფრთხოების წესები. გამოყენებულია საღებარების მისაღებად.

ნაფტილაზინები ქიმიური თვისებებით ემსგავსებიან ანილინს. ანილინისაგან განსხვავებით ამინოჯგუფი ნაფტილაზინში უფრო ადვილძვრადია. ორივე ნაფტილაზინს სუსტი ფუძის თვისება აქვს. შედიან ჩანაცვლების რეაქციაში და იძლევიან პალოგენნაერთებს, ნიტრონაერთებს, სულფომჟავებს, განიცდიან ღიაზოტირებასა და სხვა. მაგალითად, α-ნაფტილაზინი სულფირებისას წარმოქმნის 1-ამინონაფტალინ-4-სულფომჟავას, რომელსაც ნაფტიონის მჟავას უწოდებენ:

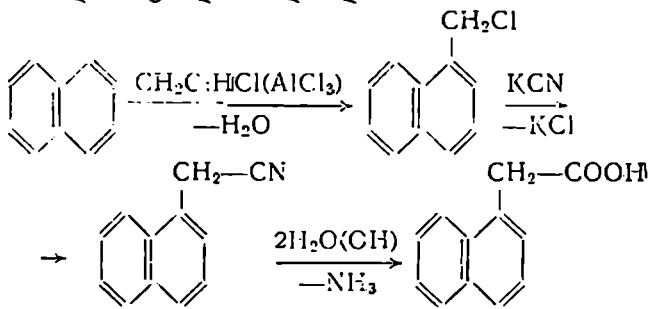


ნაფტიონის მჟავა გამოყენებულია აზოსაღებარ წიაული კონგოს მისაღებად (გვ. 160).

β-ნაფტილსულფომჟავების წარმოქმნა სხვადასხვა პირობებში შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სქემის მიხედვით:



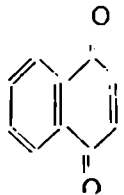
**α-ნაფტილმარმევა.** α-ნაფტილმარმევა მიიღება ნაფტალინის ქლორმეთილირებით (ქლორმეთილირება არის ორგანული ნივთიერების მოლეკულაში ქლორმეთილის ჯგუფით —  $\text{CH}_2\text{Cl}$  წყალბადის შეცვლა, ფორმალდეჰიდისა და ქლორწყალბადის ან ზოგიერთი სხვა ნივთიერების მოქმედების გზით) მიღებული ნაერთის ნიტრილში გადაყვანითა და ნატრილის ჰიდროლიზით:



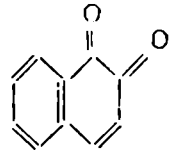
**α-ნაფტილმარმევა**

α-ნაფტილმარმევა ხასიათდება ბიოლოგიური აქტივობით. იგი აჩქარებს ზოგიერთი მცენარის ზრდა-განვითარებასა და ზრდის მოსაყვალს.

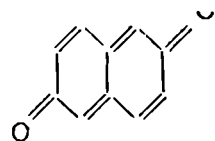
**ნაფტოქინონები.** ნაფტოქინონები არსებობს სამი იზომერის სახით:



1-ნაფტოქინონი  
(1,4-ნაფტოქინონი)

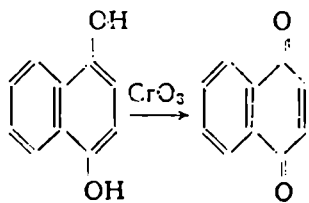


1-ნაფტოქინონი  
(1,2-ნაფტოქინონი)



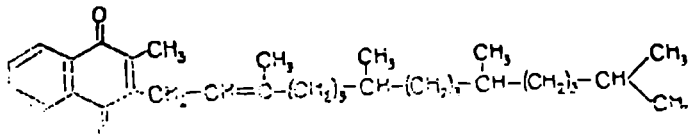
მედი-ნაფტოქინონი  
(2,6-ნაფტოქინონი)

P-ნაფტოქინონი წარმოიქმნება ნაფტალინის ქრომის (VI)ოქსიდო დაჯანგვის შედეგად. 1,4-დიოქსინაფტალინის ან 1-ოქსი-4-ჰიდრონაფტალინის დაჯანგვით:



P-ნაფტოქინონი წარმოადგენს ყვითელი ფერის, დამახასიათებელი სუნის კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 125°C-ზე. წყალში მცირე ოდენობით იხსნება, იხსნება ეთერში, ქლოროფორმსა და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. გამოყენებულა სინთეზური მიზნებისათვის.

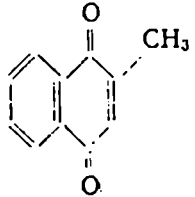
P-ნაფტოქინონის ბირთვი საფუძვლად უძევს ვიტამინ K<sub>1</sub>. უკანასკნელი წარმოადგენს 2-მეთილ-3-ფიტოლ-1,4-ნაფტოქინონს:



ვიტამინი K<sub>1</sub>

ვიტამინი K<sub>1</sub> არეგულირებს სისხლის შედეღებას. მისი ნაკლებობა იწვევს სისხლის პროთრომბინით გაღარიბებას. რომელიც ხელს უწყობს სისხლის შედეღებას. K<sub>1</sub> ვიტამინის დიდი ნაკლებობით იღუპება ადამიანი და ცხოველები.

მედოცინაში K<sub>1</sub> ვიტამინის ნაცვლად ხშირად იყენებენ 2-მეთილ-1,4-ნაფტოქინონს (იგი ადვილად მიიღება სინთეზური გზით):



2-მეთილ-1,4-ნაფტოქინონი

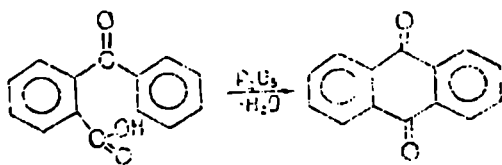
O-ნაფტოქინონი მიიღება 1,2-დიამინონაფტოლის დაჟანგვით. იგი არის ნარინჯი-ღვრი ფხვნილი, რომელიც 120°C-მდე გაცხელებით იშლება. წყალში ნიკრე ოდნავით იხსნება. იხსნება სპირტში, ეთერსა და ბენზოლშიც. გოგირდოვანი მჟავას მოქმედებით განიცდის აღდგენასა და გადაღის 1,2-დიოქსინაფტალინში. გამოიყენება ორგანულ სინთეზში.

ამფი-ქინონი მიიღება 2,6-დიოქსინაფტალინის დაჟანგვით. იგი არის არამდგრადი, ნარინჯისფერ-წითელი, ნემსისებური კრისტალი დამახასიათებელი სუნით. ამფი-ქინონი ხასიათდება ძლიერი დამჟანგვე თვისებით.

### ანთრაცენის ჯგუფი

ანთრაცენის სახელწოდება წარმოშობილია ბერძნული სიტყვიდან anthrax — ნახშირი. ანთრაცენი პირველად 1832 წელს დიუმას მიერ გამოყოფილ იქნა ქვანახშირის კუპრიდან. ქვანახშირის კუპრში იგი იმყოფება 0.25-დან 0.5%-მდე. ქვანახშირის კუპრიდან ანთრაცენის მიღებას აწარმოებენ დღესაც.

ანთრაცენის აგებულება. ანთრაცენის აგებულება დაადგინეს არ-მსტრონგმა და გინსბერგმა. ანთრაცენის მოლეკულური ფორმულაა  $C_{14}H_{10}$ . იგი ადვილად იერთებს წყალბადის ორ ატომს და მიიღება დიჰიდროანთრაცენი. ანთრაცენი სრული ჰიდრირების დროს იერთებს 14H-ატომს. ეს იმას ნიშნავს, რომ იგი შეიცავს 7 π-ბმას. ე. ი. 14π-ელექტრონს. ანთრაცენს აქვს არომატული თვისებები. მისი დაჟანგვით მიიღება ანთრაქინონი (დიკეტონი), რომელშიაც C-ატომების რაოდენობა იგივეა, რაც ანთრაცენში. ანთრაქინონის აღდგენით ისევ მიიღება ანთრაცენი. O-ბენზოილბენზონის მჟავაზე ფოსფორის (V) ოქსიდის მოქმედების დროს ადგილი აქვს O-ბენზოილბენზონის მჟავას დეჰიდრატაციასა და ციკლიზაციას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ანთრაქინონი:

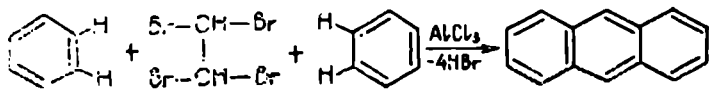


O-ბენზოილბენზონის მჟავა

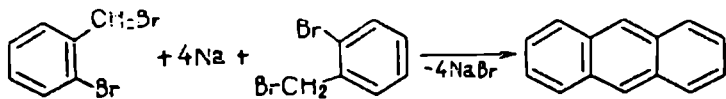
ანთრაქინონი

როგორც აღინიშნა, ანთრაცენი შეიცავს 14 π-ელექტრონს. ეს იმას ნიშნავს, რომ მხოლოდ ერთი ბარათი შეიძლება აღაწეროს π-

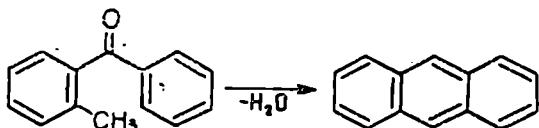




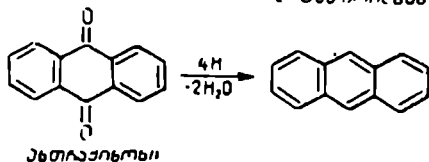
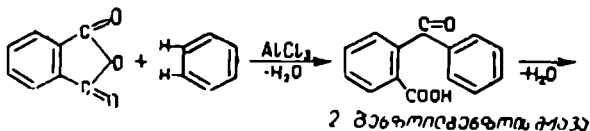
3. ანთრაცენი წარმოიქმნება O-ბრომბრომბენზოილზე მეტალურ ნატრიუმის მოქმედებით (ფიტის რეაქცია):



4. 2-მეთილბენზოფენონის პიროლიზის დროს ადგილი აქვს ანთრა-  
ცენის წარმოქმნას (ელბსის რეაქცია):



5. ანთრაცენს ღებულობენ ანთრაქინონის აღდგენით. ანთრაქინონი კი ადვილად შეიძლება მივიღოთ ბენზოლისა და ფტალის ანჰიდრიდის კონდენსაციით 2-ბენზოილბენზოის მეშვეობით საფეხურის გავლით:



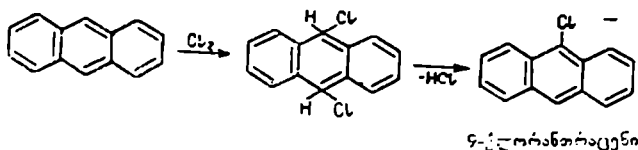
ანთრაცენის სინთეზური გზით მიღების განხილული მეთოდები ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია ანთრაცენის აგებულების დასაღწევად.

ანთრაცენი წარმოადგენს უფერო, ფირფიტისებურ კრისტალებს (ლ. ტემპ. 217°C). იძლევა იისფერ ფლუორესცენციას. მზის სინათლის გავლენით მუქ ფერს ღებულობს. წყალში არ იხსნება. მცირე ოდენობით იხსნება ეთერსა და ბენზოლში.

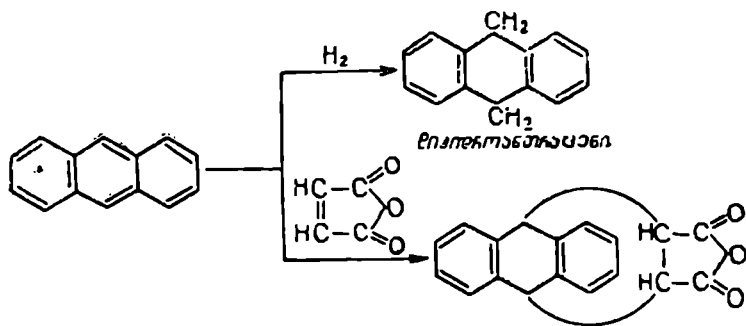


ანთრაცენის მონოჩანაცვლებულს სამი იზომერი ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) აქვს ხოლო დიჩანაცვლებულს, თუ ჩანაცვლებულები ერთნაირია, 14-იზომერი.

**ქიმიური თვისებები.** 1. ანთრაცენში რეაქციის უნარიანობით გამოირჩევა მე-9 და მე-10 C-ატომი. (მეზო-ნახშირბადატომები), რომლებიც ხასიათდება შეერთების რეაქციებისადმი უფრო მეტი მიდრეკილებით, ვიდრე ნაფტალინის  $\alpha$ -ნახშირბადატომები. თუმცა შეერთების პროდუქტები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ჰალოგენირებითა და ნიტრირებით, გადადიან მე-9 ნახშირბადთან ჩანაცვლებ პროდუქტებში:

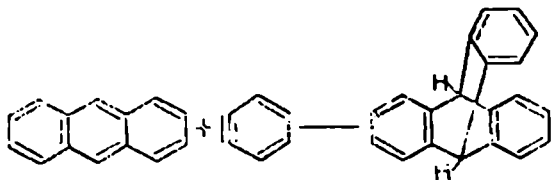


ანთრაცენი იმდენად დიდ მიდრეკილებას იჩენს მეზო-ნახშირბადატომებთან შეერთების რეაქციებში, რომ ურთიერთმოქმედებს წყალბადთან, დიენოფილებთან (მალინის მჟავას ანიდრიდი და სხვა):



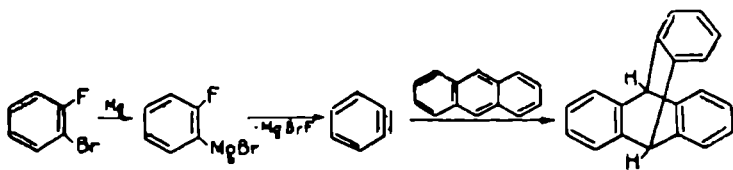
ანთრაცენისა და მალინმჟავაანიდრიდის ურთიერთმოქმედებით მიღებული ნივთიერება მცირე გაცხელებით ისევ გარდაიქმნება საწყის პროდუქტებად. ამ რეაქციას იყენებენ ნარევიდან ანთრაცენის გამოყოფისათვის.

შეერთების რეაქციებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს ანთრაცენისა და დეჰიდრობენზოლის ურთიერთმოქმედება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ტრიპტიცენი:



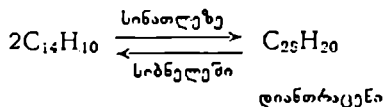
ტრაპტიცენი (30%)

ამ შემთხვევაში ანთრაცენი გვევლინება, როგორც დეჰიდრობენზოლის „დამპერი“. დეჰიდრობენზოლი და მისი მსგავსი ინტერმედიატები (ლათ. *inter mediae* შუალედური მოქმედება) შეიძლება აღმოჩენილ იქნეს სპეციალური ქიმიური რეაქციებით ან ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით. მაგალითად, არომატული მეტალორგანული ნაერთი, რომელიც O-მდებარეობაში შეიცავს ჰალოგენს, სწრაფად გამოყოფს მეტალჰალოგენიდს და გარდაიქმნება არინად. თუ რეაქციაში ჩართული იქნება ისეთი ნივთიერება, როგორიც არის 1,3-ციკლოპენტადიენი ან ანთრაცენი, მაშინ რეაქციის დროს წარმოქმნილი შუალედურ მოქმედ (ინტერმედიტი) ნივთიერებას „ლაიპერს“ რეაქციაში ჩართული ნივთიერება და მიიღება შესაბამისი ადუქტი:

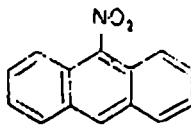


ტრაპტიცენი

2. მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებით ანთრაცენი განიცდის დიმერიზაციას და მიიღება დიანთრაცენი, რომელიც სიბნელეში ფოტოქიმიური რეაქციით თავისთავად გადადის მონომერში;

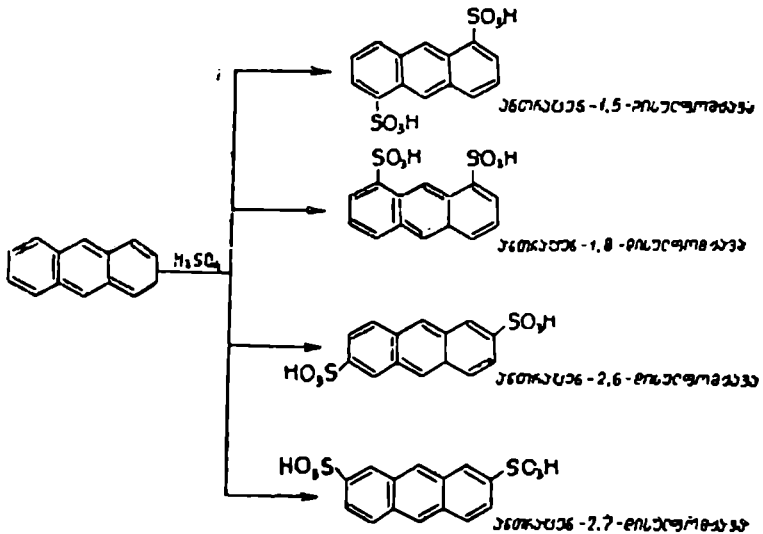


3. ნიტრირება. ანთრაცენზე აზოტმჟავის მოქმედებით ანთრაცენი იქანება და მიიღება ანთრაქინონი, ხოლო თუ ყინულძმარმჟავას გარემოში ანთრაცენზე ვიწროქმედებთ აზოტმჟავათი, მაშინ წარმოიქმნება 9-ნიტროანთრაცენი:



9-ნიტროანთრაცენი

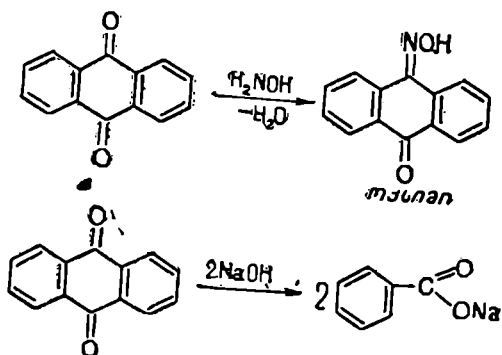
4. სულფირება. მაღალ ტემპერატურაზე ანთრაცენისა და კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ურთიერთმოქმედებით ძირითადად წარმოიქმნება ანთრაცენ-1,5-დისულფომჟავა, დაბალ ტემპერატურაზე ანთრაცენი-1,8-დისულფომჟავა, ხოლო გაცხელებით განზავებული გოგირდმჟავა ანთრაცენთან წარმოქმნის ანთრაცენ-2,6-დისულფომჟავასა და ანთრაცენ-2,7-დისულფომჟავას:



ანთრაქინონი. ანთრაცენის ნაწარმთა შორის ყველაზე უფრო დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვს ანთრაქინონს. ანთრაქინონი პირველად მიიღო 1840 წ. ლაურენტმა ანთრაცენისა და აზოტმჟავას ურთიერთმოქმედებით. შემდეგ მას ღებულობდნენ ანთრაცენზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავისა და ბიკრომატის ნარევის მოქმედებით. ამჟამად მას ძირითადად აწარმოებენ ბენზოლისა და ფტალის ანჰიდრიდის ურთიერთმოქმედებით.

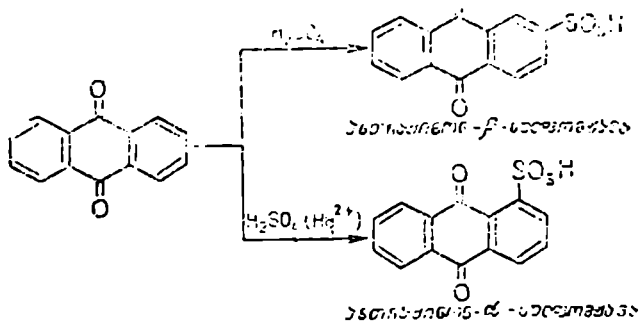
ანთრაქინონი წარმოადგენს ღია ყვითელი ფერის, წყალში მცირედხსნად, ნემსისებურ კრისტალებს (ლ. ტემპ. 286°C). განსხვავებით ანთრაქენისაგან მის ხსნარს ფლუორესცენცია არ ახასიათებს.

ფორმალურად ანთრაქინონი წარმოადგენს P-ქინონს, მაგრამ მას ქინონის დამახასიათებელი თვისებები (აქროლალობა, სუნი, დამკანგვი ბუნება და სხვა), მისი მოლეკულის თავისებური აგებულების გამო არ გააჩნია. ანთრაქინონში უფრო მეტად გამოხატულია ბენზოფენონისა და საერთოდ არომატული კეტონების თვისებები. მაგალითად, ანთრაქინონი ჰიდროქსილამინთან იძლევა ოქსიმს, ტუტეებთან შელღობით მსგავსად ბენზოფენონისა იშლება და წარმოიქმნება ბენზონის მჟავა და სხვა:

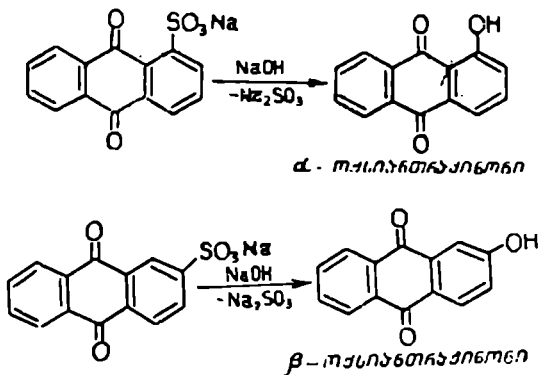


ანთრაქინონს ახასიათებს ბრომირების, ნიტრირების, სულფირებისა და სხვა რეაქციები. აქედან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია სულფირების რეაქცია, რომელსაც ახორციელებენ სამრეწველო მასშტაბით.

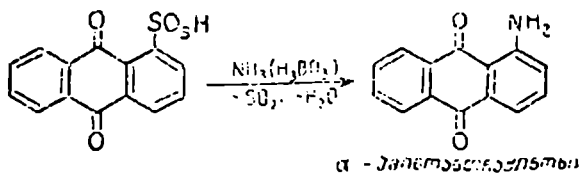
ანთრაქინონის სულფირების დროს სულფოჯგუფი ადგილს იკავებს ერთი ბირთვის β-მდებარეობაში, მეორე სულფოჯგუფი დგება მეორე ბირთვის α-ნახშირბადატომთან. მაგრამ ვერცხლისწყლის მარილის (HgSO<sub>4</sub> და სხვა) თანაობით ანთრაქინონის სულფირებისას სულფოჯგუფი დგება α-ნახშირბადატომთან, ხოლო მეორე სულფოჯგუფი მეორე ბირთვის α-ნახშირბადატომთან (მ. ა. ილინსკი):

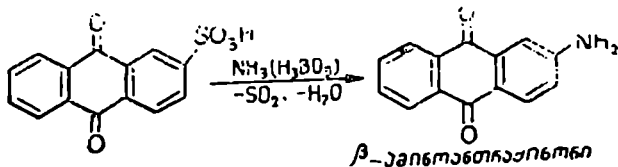


α- და β-ანთრაქინონსულფომეზავს მარილის ტუტესთან შეღობით წარმოიქმნება, შესაბამისად α- და β-ამინოანთრაქინონი:



α- და β-ანთრაქინონსულფომეზვისა და ამიაკის ნარევის 200°C-მდე გაცხელებით, ბორის მეშვეობით მიიღება, შესაბამისად α- და β-ამინოანთრაქინონი:



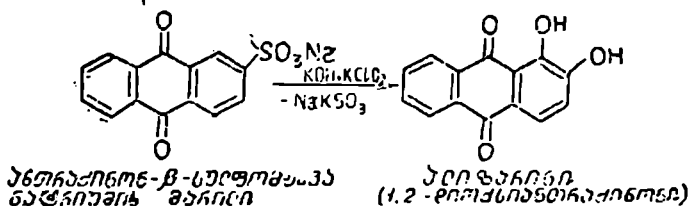
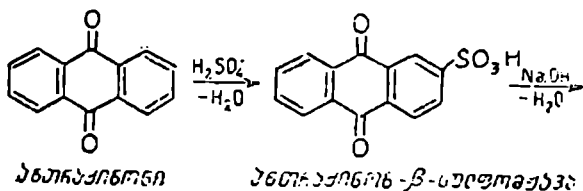


ოქსი- და ამინოანთრაქინონი გამოყენებულია საღებარების მისა-  
ლებად.

უხსოვარი დროიდან ენდროს (*Rubia tinctorum*) ფესვებიდან იღებდნენ ძვირფას საღებარს—ალიზარინს, რომელიც წარმოადგენს 1,2-დიოქსიანთრაქინონს. ალიზარინი ენდროს ფესვებში იმყოფება ვლ-კოზიდის (რუბერიტრინის მყევა) სახით, რომლის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება ალიზარინი. ალიზარინს დიდი რაოდენობით აწარმოებ-  
დნენ სამხრეთ ევროპაში, ეგვიპტეში, ინდოეთში, ირანსა და ზოგი-  
ერო სხვა ქვეყანაში.

ალიზარინის სტრუქტურა დაადგინა 1868 წ. გრებემ და ლიბერ-  
მანმა, ხოლო მისი სამრეწველო მიღების მეთოდი შეიმუშავეს 1869 წ.  
გრებემ, ლიბერმანმა და კარომ.

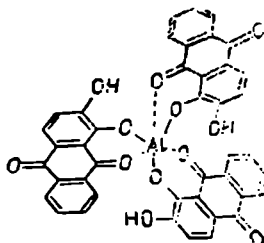
ალიზარინის მიღებისათვის ჯერ ახორციელებენ ანთრაქინონის  
სულფირებას და ლებულობენ ანთრაქინონ- $\beta$ -სულფომჟეას. უკანას-  
კნელის ნატრიუმის მარილის, კალიუმის ჰიდროქსიდისა და კალიუმის  
ქლორატის ნარევეს ატყელებენ 200°C-მდე. ამ დროს ერთდროულად  
მიმდინარეობს სულფოჯგუფისა და 1 C-ატომთან H-ატომის ჰიდრო-  
ქსილის ჯგუფებით შეცვლა და მიიღება 1,2-დიოქსიანთრაქინონი ანუ  
ალიზარინი:



სინთეზურად მიღებულმა ალიზარინმა დაახლოებით 1875 წლიდან შთაიანად ამოიღო ხმარებიდან ბუნებრივი ალიზარინი.

ალიზარინი წარმოადგენს ნარინჯისფერ მყარ ნივთიერებას, რომელიც იხსნება ტუტეხსნარში. ფემკურად ალუმინის მარილის გამოყენებისას ალიზარინი ქსოვილს ღებავს წითლად, ქრომის მარილის შემთხვევაში ბორდოსფრად, ხოლო რკინის მარილთან — იისფრად.

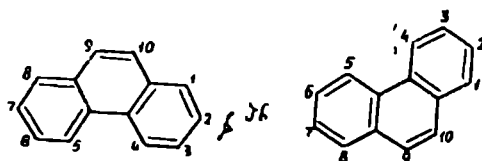
ალიზარინით ღებვის დროს ჩვეულებრივ იყენებენ Al, Cr და Fe-ის აცეტატს. აცეტატით გაყვნილი ქსოვილის წყლის ორთქლით დამუშავებისას წარმოიქმნება აღნიშნულ მეტალთა ჰიდროქსიდები, რომელთა მეშვეობით ალიზარინი მკიდროდ უკავშირდება ქსოვილის ზოკოს (მიიღება ე. წ. ლაქი). ლაქში მეტალი დაკავშირებულია ალიზარინის მოლეკულის სამ ნაშთთან, და წარმოქმნილია ფენოლ-ატი ფენოლატის წარმოქმნაში ძ-რითადად ვალენტურ ბმასთან ერთად მონაწილეობას ღებულობს დამატებითი ვალენტური ბმაც:



დღეისათვის ბევრი ისეთი საღებარია ცნობილი, რომელთაც საფუძვლად უძევს ანთრაქინონი. მცენარეებიდან, სოკოებიდან, მწერებიდან და სხვა ბუნებრივი წყაროებიდან 50-ზე მეტი პიგმენტი გამოყოფილი, რომელთა საფუძველს ანთრაქინონი წარმოადგენს.

### ფენანთრენის ჯგუფი

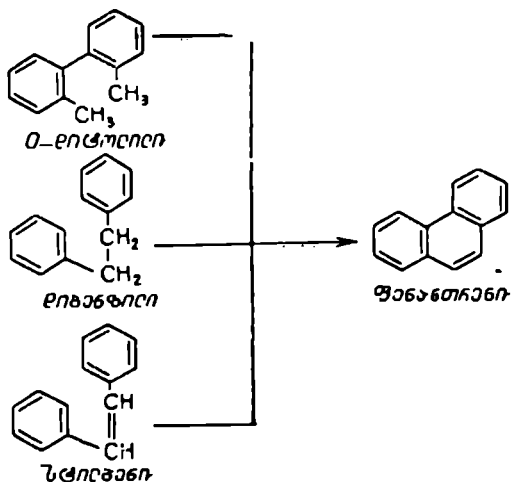
ფენანთრენი წარმოადგენს ანთრაცენის იზომერს. ანთრაცენისაგან განსხვავებით (სადაც ბირთვები ერთმანეთთან შერწყმულია სწორხაზობრივად), ფენანთრენში ბირთვები შერწყმულია ანგულარულად (კუთხით):



ფენანტრენი ანტრანცენთან ერთად იმყოფება ქვანახშირის კუპრის ანთრაცენის ფრაქციაში. იგი პირველად ქვანახშირის კუპრადან გამოყო გრებემ 1872 წელს. ამჟამადაც მისი მიღების წყაროს წარმოადგენს ქვანახშირის კუპრი.

ფენანტრენის აგებულება დადგენილ იქნა მისი ქიმიური გარდაქმნებითა და სინთეზით. მაგალითად, ფენანტრენი სრული ჰიდრირების დროს იერთებს 14 H-ატომს. ეს იმას ნიშნავს, რომ იგი მოიცავს 14-π-ელექტრონს, რომელიც წარმოქმნის 7-π-ბჰას. 7 ორმაგი ბმის განაწილება კონდენსირებულ ბირთვებს შორის მოითხოვს სამი ბენზოლის ბირთვის ნაშთს. ფენანტრენი არომატული ბუნების ნაერთია. იგი დაჟანგვით იძლევა დიფენის მჟავას ფენანტრენქინონის საფეხურის გავლით. ამით მტკიცდება, რომ დიფენის მჟავა შეიცავს ბენზოლის ორი ბირთვის ნაშთს. დიფენის მჟავაში ორთო-მდებარეობაში ორი კარბოქსილის ჯგუფის არსებობა, რომლებიც დაკავშირებულია ბენზოლის ორ ბირთვთან, იმაზე მიუთითებს, რომ ფენანტრენში შესაძლებელია ბირთვიც ბენზოლის რიგისაა.

O-დირტოლილის ან დიბენზილის ან სტილბენის გავარვარებულ მილში გატარებით წარმოიქმნება ფენანტრენი, რითაც მტკიცდება მისი აგებულება.

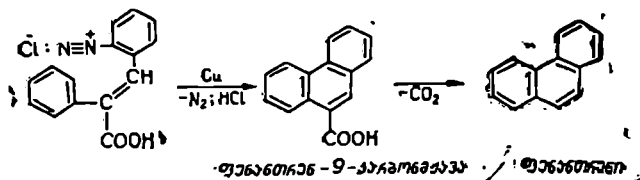
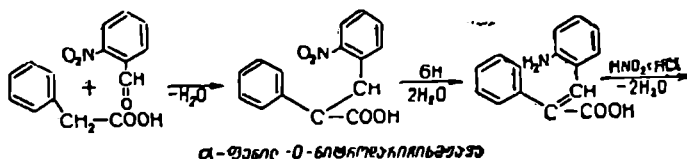


განსაკუთრებით დიდ ყურადღებას იმსახურებს კუპრის სინთეზი, რომლითაც მიიღება ფენანტრენის სხვადასხვა ნაწარმი.

კუპრმა პერკინის მეთოდით განახორციელა O-ნიტრობენზალდეჰიდის ფენილმარმეჟავასთან კონდენსაცია და მიიღო α-ფენილ-O-ნი-



ტროდარიჩინმჟავა. უკანასკნელის აღდგენით ნიტროგულჯი გარდაქმნება ამინოგულჯად. ამინოგულჯის დიაზოტირებითა და დიაზოტირებულ ნაერთზე სპილენძის ფხვნილის მოქმედებით გამოიყოფა აზოტი და მიიღება ფენანთრენ-9-კარბონმჟავა, რომელიც ვაცულებით განიციდის დეკარბოქსილირებას და წარმოიქმნება ფენანთრენი:



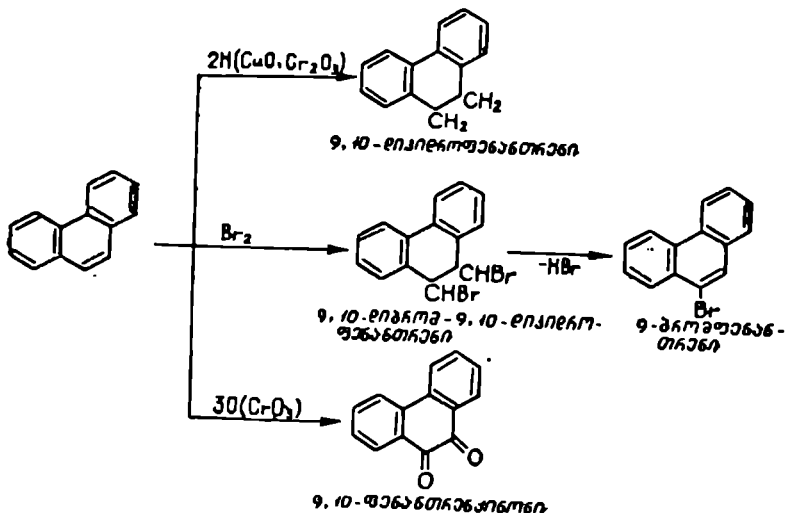
თუ რეაქციის საწყის ნაერთში არის რომელიმე ჩანაცვლებული, მაშინ იგი უცვლელად გავლება რეაქციის მსვლელობას და მიიღება ფენანთრენის შესაბამისი პროდუქტი.

ფენანთრენის მონოჩანაცვლებულს აქვს 5 იზომერი. ხოლო დიჩანაცვლებული, თუ ჩანაცვლებები ერთნაირია, არსებობს 25 იზომერის სახით. ფენანთრენის ჩანაცვლებულთა იზომერების ესოდენ დიდი რაოდენობა ართულებს ფენანთრენის ნაწარმთა ქიმიური ბუნების შესწავლას.

ფენანთრენი არის უფრო ფირფიტისებური კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 99°C-ზე. ბენზოლში გახსნილ ფენანთრენს ახასიათებს ცისფერი ფლუორესცენცია.

როგორც ანთრაცენს, ასევე ფენანთრენს კიდევ უფრო მეტად გამოხატული სუსტი არომატული თვისებები აქვს, ნაფტალინთან და მით უმეტეს ბენზოლთან შედარებით. მე-9 და მე-10 ნახშირბადატომს შორის ბმას აქვს თითქმის ორმაგი ბმის თვისებები.

ფენანთრენს ახასიათებს, როგორც შეერთების, ასევე ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. შეერთებისა და ჩანაცვლების რეაქციები უფრო ადვილად მიმდინარეობს 9 და 10 C-ატომებთან ბირთვების დანარჩენ C-ატომებთან შედარებით:



ფენანტრენის ბირთვი საფუძვლად უძვეეს ბიოლოგიურად აქტიურ მრავალ ნივთიერებას. მაგალითად, ფენანტრენის ნაწილობრივად ჰიდრირებულ ბირთვს შეიცავს ისეთი მნიშვნელოვანი ალკალოიდი როგორც არას მორფი და კოდეინი.

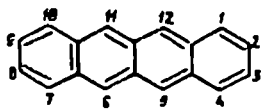
#### კონდენსირებადი ბირთვიანი არომატული ნაერთების მაღალი წყარავი

პოლიციკლურ ნაერთების მაღალ წევრებს მიეკუთვნებიან: აცენები, ფენები და პერი-კონდენსირებული სისტემები.

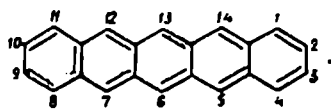
აცენებში ოთხი ან ხუთი ან ექვსი და ან შეიდი ბენზოლის ბირთვი ერთმანეთთან შერწყმული არიან ანთრაცენის მსგავსად სწორხაზობრივად. ფენებში ბენზოლის ბირთვები შერწყმული არიან მსგავსად ფენანტრენისა. ანგულარულად, ხოლო პერი-კონდენსირებულ სისტემებში ბენზოლის ბირთვები ერთმანეთთან შერწყმულია სამი საერთო C-ატომით.

აცენები, ფენები და პერი-კონდენსირებული არომატული ნახშირწყალბადები მცირე რაოდენობით იმყოფებიან ქვანახშირის კუპრსა და ნავთობის გამონახადის ნარჩენებში.

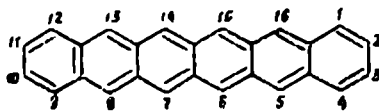
აცენები. აცენებიდან ყურადღებას იპყრობს ტეტრაცენი (ნაფტაცენი), პენტაცენი და ჰექსაცენი:



ტეტრაცენი (ნაფტალენი)  
ნარინჯიაფერი

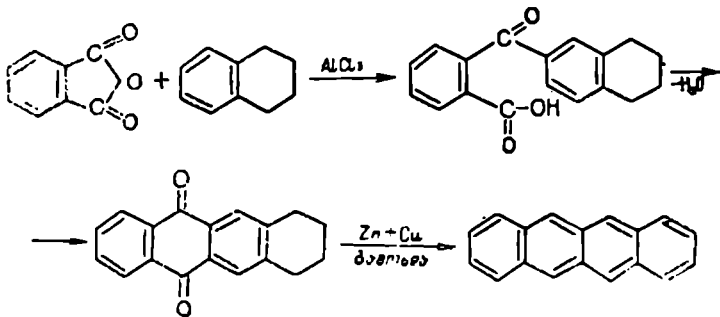


პენტაცენი  
ლურჯი



ჰექსაცენი  
ნოშაგო-მწვანე

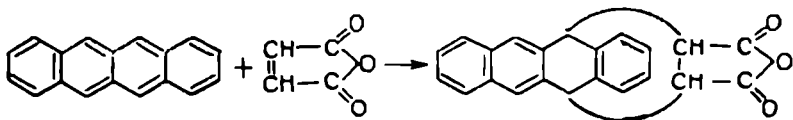
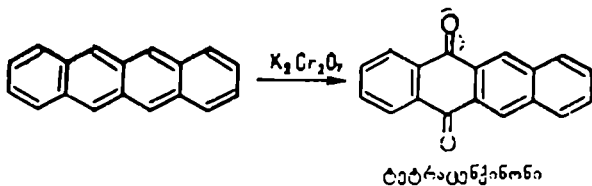
ტეტრაცენი სინთეზურად მიიღება ფტალის ანჰიდრიდისა და ტეტრალინის ურთიერთმოქმედებით:



ტეტრაცენი. ანალოგიურად მიიღება პენტაცენი.

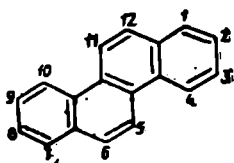
აცენებში ბირთვების მატებას თან ახლავს სინათლის შთანთქმის გაძლიერება. ამასთან თანდათან ეცემა ნაერთის მდგრადობა და კლებულობს არომატულობა. ძლიერდება არანაჯერობა და თავს იჩენს კონუგირებულ ნახშირწყალბადთა თვისებები.

აცენები ქიმიურად აქტიურ ნივთიერებებს მიეკუთვნებიან. ისინი ფანგებიან და წარმოქმნიან შესაბამის ქინონებს, ჰიდრორდებიან, რეაქციაში შედიან დიენოფილებთან და სხვა. მაგალითად, ტეტრაცენი იფანგება და მიიღება ტეტრაცენქინონი. მალეინმჟავაანჰიდრიდთან წარმოქმნის შესაბამის შეერთების პროდუქტსა და სხვა:

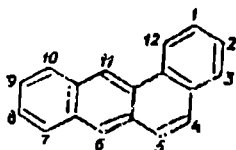


ნაფტაენის ბირთვი საფუძვლად უძევს ისეთ დიდ მნიშვნელობის ანტიბიოტიკებს, როგორიც არის ტეტრამიცინი და ტეტრაციკლინი.

ფენები. ფენებს ანუ ანგულარულ ნახშირწყალბადების მალალ წევრებს მიეკუთვნებიან: ქრიზენი, ბენზანთრაცენი და სხვა:



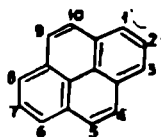
ქრიზენი



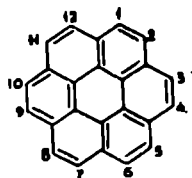
ბენზანთრაცენი

ქრიზენი შედარებით ბენზანთრაცენთან უფრო ნაკლებად რეაქციის უნარის მქონე ნახშირწყალბადია.

პერი-კონდენსირებული სისტემებიდან ყურადღებას იპყრობს პირენი და კორონენი



პირენი  
(უფერული)



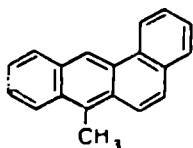
კორონენი  
(ღია-ყვითელი)

რეაქციის უნარიანობის მიხედვით პარენი უახლოვდება ანთრა-  
ცენს. კორონენი ხასიათდება თერმომდგრადობით (ლღ. ტემპ. 438-  
440°C).

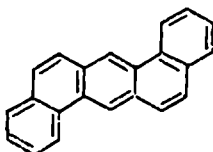
კორონები მიიღება სხვადასხვა სინთეზური გზით.

პოლიციკლური ნაერთების მაღალი წვევრები, ერთი მხრივ. ყუ-  
რადლებას იპყრობენ, როგორც ნედლეული საღებარების წარმოების  
სათვის და, მეორე მხრივ, ზოგიერთი მათგანი, როგორც კანცერო-  
გენი. მეცნიერებს ეხმარება ავთვისებიან სიმსივნეთა წარმოშობის მ-  
ზეხების შესწავლის საქმეში.

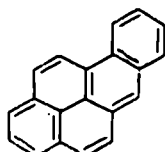
კანცეროგენული თვისებებით განსაკუთრებით გამოირჩევა 10-მე-  
თილბენზანთრაცენი, დიბენზანთრაცენი, ბენზპირენი და სხვა:



6-მეთილბენზანთრაცენი



დიბენზანთრაცენი



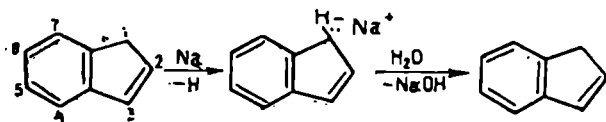
ბენზპირენი.

კანცეროგენული ნახშირწყალბადები ხასიათდება ან კარგად გამო-  
ხატული არომატული თვისებებით.

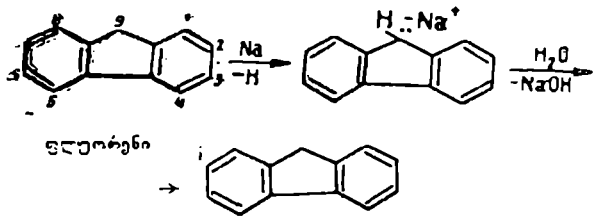
### თ ა ვ ი XVIII

#### ბენზოლისა და ცუთფავრიანი ბირთვისაგან შერწყმული არომატული ნაერთები

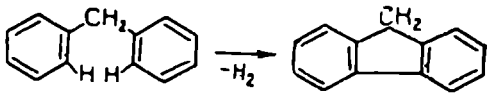
ნახშირწყალბადებიდან, სადაც ერთმანეთთან შერწყმულია (კონ-  
დენსირებულია) ბენზოლისა და ციკლოპენტანის ბირთვები, ყურად-  
ღებას იპყრობს ინდენი და ფლუორენი. ინდენი და ფლუორენი იმ-  
ყოფება ქვანახშირის კუბრში. უკანასკნელიდან მათ გამოყოფას ახ-  
დენენ შესაბამისი ქვანახშირის კუბრის ფრაქციის მეტალურ ნატრიუმ-  
თან გაცხელებით. ამ დროს მიიღება შესაბამისი ნატრიუმის მარილი,  
რომელიც წყლის ორთქლით გამოხდისას გარდაიქმნება ნახშირწყალ-  
ბადად:



ინდენი

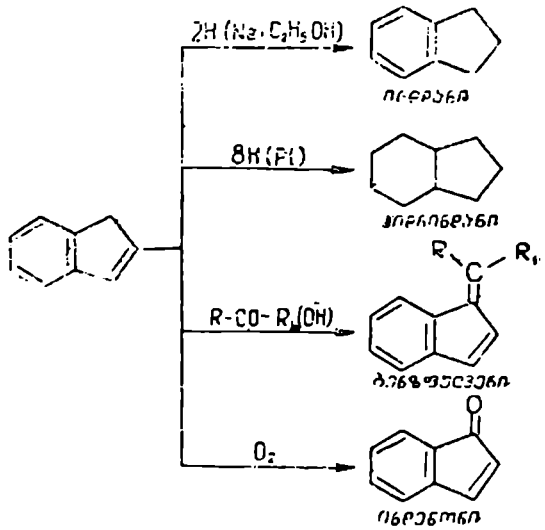


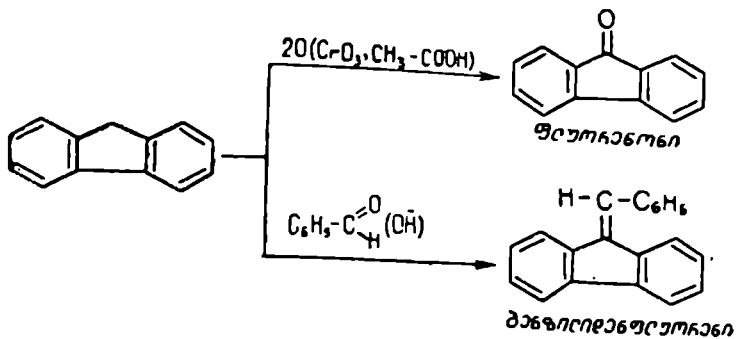
გარდა ამისა, ფლუორენი მიიღება დიფენილმეთანის გავარჯარებულ მილში გატარებით (თერმული დეჰიდრირება).



ინდენი წარმოადგენს უფერულ სითხეს, რომელიც დუღს 152°C-ზე. ფლუორენი არის უფრო მბრწყინავი ფირფიტისებური კრისტალები (ლღობის ტემპერატურა 115°C.).

ინდენში პ-რველ C-ატომთან და ფლუორენში მე-9 C-ატომთან ნდგომი H-ატომები ადვილძვრადია და იცვლება Na-ით. ორივე ნახშირწყალბადი იჟანგება და მიიღება შესაბამისი კეტონი. ისინი აღდგებიან და კეტონებთან იძლევიან კონდენსაციის რეაქციებსა და სხვა:





ფლუორენში კარგად არის გამოხატული არომატული ბუნება და იგი ნიტრირდება, სულფირდება და ა. შ.

### თ ა ვ ი XIX

#### არაბენზოილური არომატული სისტემები

არომატული ნაერთების პროტოტიპს წარმოადგენს ბენზოლი. ბენზოლის თვისებები შეიძლება მივიჩნიოთ არომატული ნაერთების ტიპურ თვისებად. არომატულობის განმსაზღვრელი თვისებებია: სხვადასხვა რეაქციების დროს არომატული რგოლის ადვილად წარმოქმნა, დაეანგვისა და შეერთების რეაქციებისადმი პასიურობა, ჩანაცვლების რეაქციებისადმი მიდრეკილება, თერმოდინამიკური სტაბილურობა და სხვა.

როგორც აღინიშნა, პიუკელის წესის მიხედვით არომატული შეიძლება იყოს ყველა ციკლური ნაერთი. რომელშიაც შეუღლებულია  $4\pi + 2\pi$  ელექტრონი (სადაც  $n=0, 2, 3$  და ა. შ.) და რგოლი იმყოფება ერთ სიბრტყეში. ბენზოლის შემთხვევაში  $n=1$ . ე. ი. ბენზოლში შეუღლებულია  $6\pi$ -ელექტრონი და წარმოქმნილია ერთი სექსტეტი. პიუკელის წესიდან გამომდინარეობს, რომ [2], [6], [10] და ა. შ.; ანულენს (ანულენებს უწოდებენ ნაერთებს, რომელთა საერთო ემპირიული ფორმულაა  $CH$  და აქვს ციკლური აგებულება) უნდა ჰქონდეს არომატული ბუნება. კვანტური თეორიის მიხედვით არომატული ანულენების რგოლების C-ატომების რაოდენობა თეორიულად არ შეიძლება აღემატებოდეს 22, 26. (იმის მიხედვით, თუ ბირთვში რამდენ C-ატომს შეიცავს ანულენი, აღნიშნავენ კვადრატულ ფრჩხილებში ჩასმული ციფრით). [2] ანულენი არ არსებობს, რადგან

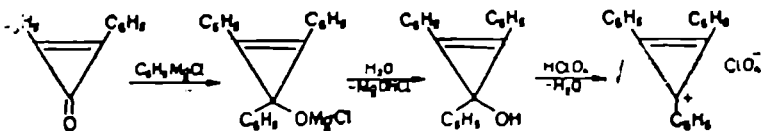
ორი C-ატომისაგან რგოლი არ წარმოიქმნება. არომატული ანულენების პირველი წევრია ბენზოლი ([6] — ანულენი).

ნაერთის არომატულობისა და არაარომატულობის დადგენისათვის პ-უჯელის წესის გარდა შემოდებულია სხვა წესიც. ამ მიზნით საზღვრავენ ლიაჯაჰვიანი  $\pi$ -ელექტრონული სისტემის ენერგიას და მას აღარებენ შესაბამის ციკლური  $\pi$ -ელექტრონული სისტემის ენერგიას. თუ ციკლური  $\pi$ -ელექტრონული სისტემის ენერგია ნაკლებია ლიაჯაჰვიანი  $\pi$ -ელექტრონული სისტემის ენერგიაზე, მაშინ ციკლური ნაერთი არომატულია ( $\pi$ -ელექტრონული ენერგიის შემცირება გამოწვეულია ციკლიზაციით). მაგალითად, 1, 3, 5-ჰექსატრიენის  $\pi$ -ელექტრონული ენერგია უფრო მეტია, ვიდრე ბენზოლის  $\pi$ -ელექტრონული ენერგია. ბენზოლი არომატული ნაერთია და აღნიშნული წესიც ამას ადასტურებს. თუ ლიაჯაჰვიანი ნაერთის ციკლიზაციის დროს ადგილი არა აქვს  $\pi$ -ელექტრონული ენერგიის ცვლილებას, მაშინ ნაერთი არაარომატულია. ხოლო, თუ ლიაჯაჰვიანი სისტემის ციკლიზაციის დროს ადგილი აქვს  $\pi$ -ელექტრონული ენერგიის მატებას (როგორც ეს 1,3-ბუტადიენისა და ციკლობუტადიენის შემთხვევაშია, ციკლობუტადიენი წარმოადგენს  $4n$   $\pi$ -ელექტრონულ შეუღლებულ სისტემას, სადაც  $n=1$ ), მაშინ ციკლური ნაერთი ანტიარომატულია.

თანამედროვე მეთოდებით ციკლური ნაერთებს საფუძვლიანმა შესწავლამ ცხადყო, რომ ბენზოიდური რიგის არომატულ ნივთიერებებთან ერთად არსებობს ისეთი ციკლური სისტემები, რომელთაც აქვთ არომატული ბუნება.

### არომატული იონი საფუძვლიანი რგოლით

დ ფენილციკლოპროპენონისა და გრინიარის რეაქტივის ურთიერთმოქმედებით სინთეზირებულია ტრიფენილციკლოპროპენილპერქლორატი, რომლის კატიონს წარმოადგენს არომატული ციკლოპროპენილ-კატიონი:



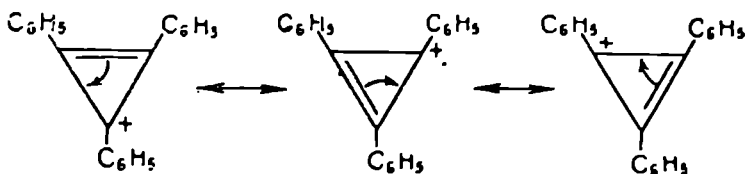
დ ფენილციკლოპროპენონი

ტრიფენილციკლოპროპენილ-პერქლორატი

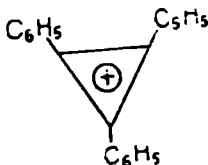


ტრიფენილციკლოპროპენილპერქლორატში ბირთვის სამივე ბმა ერთნაირი სიგრძისაა. აღნიშნული მარილი მდგრადი სისტემაა და შენახვისას არ იშლება.

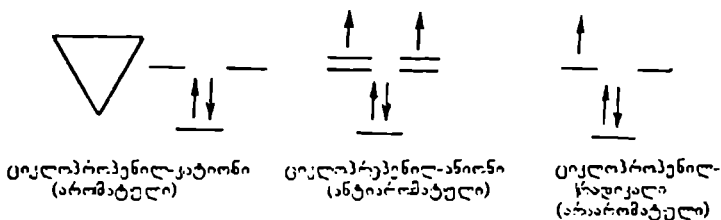
ციკლოპროპენილ-კატიონი აღიწერება სამი მეზომერული სტრუქტურით:



ტრიფენილციკლოპროპენილ-კატიონში  $\pi$ -ელექტრონების (ორი  $\pi$ -ელექტრონი) ბირთვის სამ C-ატომს შორის თანაბარ განაწილებას მარტივად გამოსახავენ შემდეგ ფორმულის სახით:

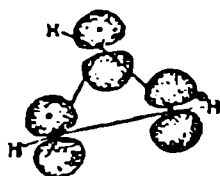


სამწევრიანი ბირთვის იონებისა და რადიკალის მოლეკულური ორბიტალების განლაგების სქემა შემდეგ სურათს იძლევა:

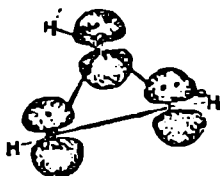


ციკლოპროპენილ-ანიონის ანტიარომატულობა გამოწვეულია იმით, რომ იგი, მსგავსად ციკლოპენტადენისა წარმოადგენს  $4n$   $\pi$ -ელექტრონიან სისტემას. ხოლო ციკლოპროპენილ-რადიკალის არარომატულობა აიხსნება იმით, რომ იგი არ წარმოადგენს არც  $4n+2$  და არც  $4n$   $\pi$ -ელექტრონულ სისტემას.

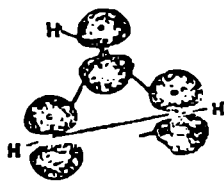
ციკლოპროპენილ-კატიონის, ანიონისა და რადიკალის მოდელი მოცემულია მე-8 სურათზე.



სურ. 8. ციკლოპროპენილ-კატიონი



ციკლოპროპენილ-ანიონი

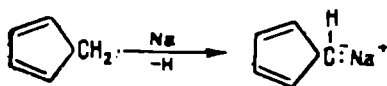


ციკლოპროპენილ-რადიკალი

ის, რომ ციკლოპროპენილ-კატიონში ორი  $\pi$ -ელექტრონი დელოკალიზებულია და თანაბრადა განაწილებული ზირთვის სამ C-ატომთან შორის. დადებითი მუხტი საზიაროა სამივე C-ატომისათვის, ბირთვის სამივე C—C ბმა ერთნაირი სიგრძისაა და ციკლოპროპანს სპირტული აგებულება აქვს, ყველაფერი ეს ციკლოპროპენილ-კატიონს ანიჭებს არომატულ ხასიათს. რაც თავის მხრივ არ ეწინააღმდეგება ჰიუკელის წესს, რომელიც არომატულობას დასაშვებად მიიჩნევს იმ შემთხვევაშიც, როცა საქმე არა გვაქვს ნეიტრალურ ნაწილაკთან.

#### არომატული სუფენოვრისანი ციკლიური სისტემები

ციკლოპენტადიენილ-ანიონი. ციკლოპენტადიენილ-ანიონი მიიღება 1,3-ციკლოპენტადიენზე ტუტე მეტალების მოქმედებით. მაგალითად, 1,3-ციკლოპენტადიენისა და ფხვნილისებური ნატრიუმის ურთიერთმოქმედებით, 1,3-ციკლოპენტადიენის შეთილენური H-ატომების ადვილძვრადობის გამო, H-ატომი ინაცვლება ნატრიუმის ატომით და მიიღება მარილმსგავსი ნაერთი, რომელიც შეიცავს არომატული ბუნების ციკლოპენტადიენილ-ანიონს:



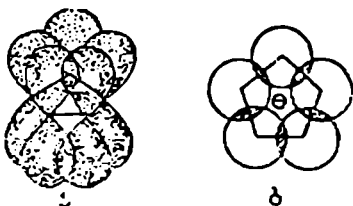
1,3-ციკლოპენტადიენი ციკლოპენტადიენილნატრიუმი

1,3-ციკლოპენტადიენიდან ციკლოპენტადიენილნატრიუმის წარმოქმნა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ 1,3-ციკლოპენტადიენი მჟავური ბუნებისაა. ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით დადგენილია, რომ 1,3-ციკლოპენტადიენში მჟავური ბუნება უფრო ძლიერადაა გამოხატული, ვიდრე აცეტილენში. რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ციკლოპენტადიენილ-ანიონი უფრო მძვარადა სისტემაა, ვიდრე აცეტილენილ-ანიონი ( $\text{CH}\equiv\bar{\text{C}}$ ).

ციკლოპენტადიენილ-ანიონის მდგრადობა კი განპირობებულია მისი არომატულობითა და მეზომერული სტრუქტურებით:



ციკლოპენტადიენილ-ანიონი მოიცავს ექვს  $\pi$ -ელექტრონსა და ხუთ P-ორბიტალს. ციკლოპენტადიენილ-ანიონის ერთი P-ელექტრონული ღრუბელი გადაფარულია მეზომელი ორი P-ელექტრონული ღრუბლით და დანარჩენ P-ელექტრონულ ღრუბელთან ერთად წარმოიქმნება ერთიანი ხუთი P-ორბიტალის შეუღლებული სისტემა, ხოლო მეორე ელექტრონული ღრუბელი თანაბრადაა განაწილებული ყველა P-ორბიტალს შორის (ნახ. 11).



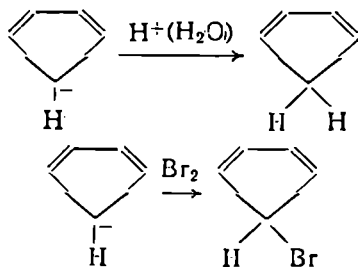
ნახ. 11. P-ორბიტალების შეუღლება ციკლოპენტადიენილ-ანიონში  
 ა) ხელი გვერდიდან ბ) ხელა ზევიდან

ციკლოპენტადიენილ-ანიონში უარყოფითი მუხტის თანაბარ განაწილებას გამოსახავენ ფორმულით:



ციკლოპენტადიენი ხასიათდება ისე, როგორც შეუღლებული ორ ორმაგბმიანი ნაერთი. მაგალითად, მისთვის დამახასიათებელია დილსალდერის რეაქცია. განსხვავებით ბენზოლისაგან ციკლოპენტადიენილ-ანიონი რეაქციაში შედის განზავებულ მჟავებთან და ოთხქლორიან ნახშირბადში გახსნილ ბრომთან. ეს გარემოება, ცხადია, პირდაპირ წინააღმდეგობაშია არომატულობასთან. მაგრამ, თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ ციკლოპენტადიენილ-ანიონის ურთიერთმოქმედება განზავებულ მჟავებთან და ბრომთან გამოხატავს ციკლოპენ-

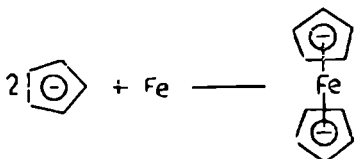
ტადიენილ-ანიონის ანიონურ ბუნებასა და არა მის არომატულობას, მაშინ აღნიშნული ფაქტი კანონზომიერულ მოვლენად უნდა მივიჩნიოთ:



ციკლოპენტადიენილ-ანიონი, როგორც არომატული ბუნების სისტემა ადვილად ურთიერთმოქმედებს ელექტროფილურ ჩაშნაცვლებლებთან. იგი სულფირდება პირიდინში გახსნილი გოგირდის (III) ოქსიდით, განიცდის ქლორირებასა და ბრომირებას. აზოშერწყმის რეაქციაში შედის დიაზოტირებულ P-ნიტროანილინთან და ა. შ.

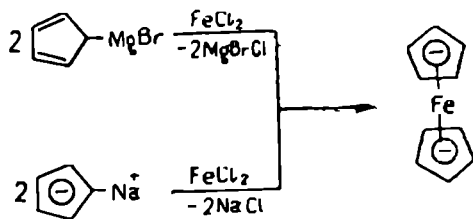
**მეტალოცენები.** უნაჭერი ორგანული ნაერთების მრავალი წარმომადგენელი გარდამავალი ჯგუფის მეტალებთან იძლევიან  $\pi$ -კომპლექსებს, რომელთა დიდი ნაწილი განიცდის თერმულ დაშლას.

მეტალოცენების ერთ-ერთ უაღრესად მნიშვნელოვან ნაერთს წარმოადგენს ფეროცენი, რომელიც მიიღება ციკლოპენტადიენისა და რკინის ურთიერთმოქმედებით  $300^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე (პაუსონი, 1951 წ.):



ფეროცენი ბის ( $\pi$ -ციკლოპენტადიენილ) რკინა

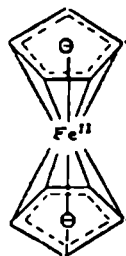
ფეროცენი უფრო მარტივად მიიღება 1,3-ციკლოპენტადიენილ-5-მაგნიუმჰალოგენიდის ან ციკლოპენტადიენილნატრიუმის ურთიერთმოქმედებით რკინის (II) მარილებთან.



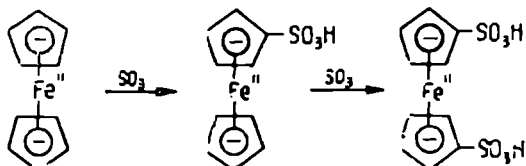
რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით დადგინდა, რომ ფეროცენს აქვს სენჯიჩისებური (ბუტერბროდი) სტრუქტურა, სადაც ციკლოპენტადიენილ-ანიონები იმყოფებიან პარალელურ სიბრტყეში და მათ შორის (ორივე სიბრტყიდან თანაბარი მანძილით დაშორებული) იმყოფება რკინა (ნახ. 12).

ფეროცენი წარმოადგენს წყალში უხსნად, ნარინჯისფერ, კრისტალურ ნაერთებას (ლ. ტემპ. 174°C). ფეროცენი იხსნება ძირფაქულ გამხსნელებში. იგი მეტად თერმოსტაბილურია, 400°C-მდე გაცხელებით არ იშლება, რკინის ალფატურა ნაერთები დაბალ ტემპერატურაზეც კი იშლება. მეტალოცენებიდან ფეროცენთან ერთად თერმოსტაბილურობით გამოირჩევა რუთენოცენი და ოსმოცენი. ეს აიხსნება იმით, რომ აღნიშნულ მეტალოცენებში რკინის, რუთენიუმისა და ოსმიუმის ორგალენტიანი იონი გვევლინება ინერტული გაზებისათვის დამახასიათებელი ელექტრონული კონფიგურაციის სახით.

ფეროცენისათვის ისე, როგორც ბენზოლისათვის დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები. მაგალითად, ფეროცენის პირიდიინის ან დიოქსანის გარემოში გოჯირდის (VI)-ოქსიდით სულფირებისას ჯერ წარმოიქმნება ფეროცენსულფომჟეა და შემდეგ ფეროცენდისულფომჟეა. სულფოჯგუფები დგებიან ფეროცენის სხვადასხვა ბირთვში:

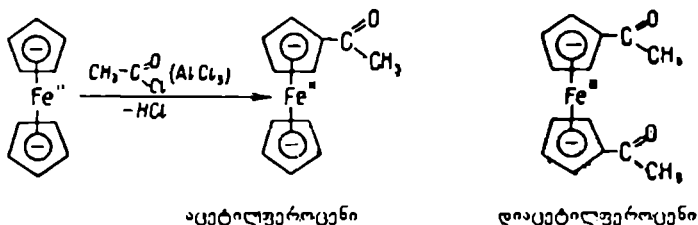


ნახ. 12. ფეროცენი



ფეროცენსულფომჟეა    ფეროცენდისულფომჟეა

ფრიდელ-კრაფტუსის მეშვეობით აცეტილირებისას ფეროცენი ჯერ წარმოქმნის მონოაცეტილფეროცენს, რომლის შემდეგი აცეტილირებისას აცეტილის ჯგუფი ადგის იქერს მეორე ციკლოპენტადიენილის ბირთვში და მიიღება დიაცეტილფეროცენი:



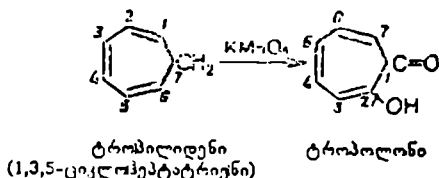
ფეროცენი აზოტმყავას მოქმედებით იყენება. აგრეთვე, არ ხერხდება ფეროცენის ჰალოგენირება და ჰიდრირება.

ფეროცენი გამოყენებულია, როგორც ანტიდეტონატორი. ფეროცენის დამატებით ზეთები იწვიან უკვამლად. იგი გამოყენებას პოლპს მედიცინაში და სხვა.

#### არომატული შვიდწევრიანი ციკლური სისტემები

არომატული შვიდწევრიანი ციკლური სისტემებიდან ყურადღებას აპყრობს ტროპოლონი და მისი მსგავსი ნაერთები.

ტროპოლონის რიგის ნაერთი β-ტუიაპლიცინი ანუ 4-იზობაროპილტროპოლონი აღმოჩენილ იქნა ტაივანის და ფორმოსის კედარის ზეთში. თვით ტროპოლონს ღებულობენ ტროპილიდენის (1,3,5-ციკლოჰექსატრიენი) დაჟანგვით:



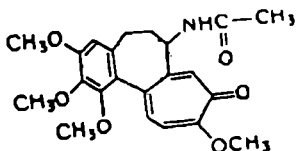
ტროპოლონს აქვს მკაფური ბუნება. ფენოლის მსგავსად ტროპოლონი რკინის (III) ქლორიდთან წარმოქმნის მუქ-მწვანე კომპლექსს. ტროპოლონი არის წყალში ადვილხსნადი კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 49-50°C).

ტროპოლონს ახასიათებს არომატული თვისებები. იგი ძნელად შედის შეერთების რეაქციებში. ადვილად იძლევა ელექტროფილურ

ჩანაცულების რეაქციებს (სულფირდება, ნიტრირდება, ჰალოგენირდება და სხვა).

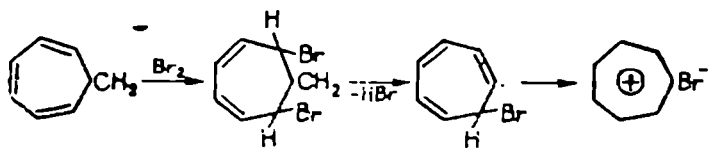
ტროპოლონის რიგის ბუნებრივი ნაერთებიდან გარდა 4-იზოპროპილტროპოლონისა (β-ტუიპალიცინი) დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობის ნაერთს წარმოადგენს ბიოლოგურად აქტიური ნიეთიერება კოლხიციანი. უკანასკნელი გამოყოფილ იქნა ბოლქვიანთა ოჯახიდან. სახელდობრ, ენძელადან (*Coichicum autumnale*) კოლხიციანი წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 154—156°C). ძლიერი საწამლაეია. კოლხიციანით დამუშავებელი მცენარეულ თესლებში დიდად მატულობს ქრომოსომების რაოდენობა. ამ გარემოებას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა გენეტიკის შესწავლის საქმეში.

კოლხიციანის სტრუქტურას საფუძვლად უძევს ტროპოლონი:

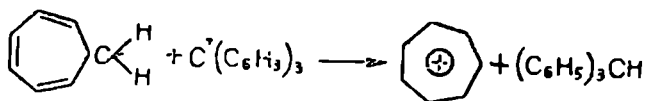


კოლხიციანი

არომატულ თვისებებს ამეღვენებს ტროპილიუმ-კატიონი, რომელიც წარმოიქმნება ტროპილიდენზე ბრომის ან ტრიფენილმეთილ-კატიონის ან ბენზილ-კატიონის მოქმედებით. ამ რეაქციების დროს ადგილი აქვს ტროპოლიდენიდან ჰაღრიდ-იონის ჩამოშორებას:



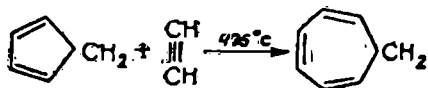
ტროპილიუმ-კატიონი



ტროპილიუმ-იონი, როგორც კარბკატიონი არაჩვეულებრივად მდგრადია, რაც განპირობებულია შვიდა ეკვივალენტური მეზომერული სტრუქტურით. მეზომერული სტრუქტურები მოიცავენ ექვს ა-ელექტრონს და ამასთან ნახშირბადატომებზე თანაბრად არის გა-

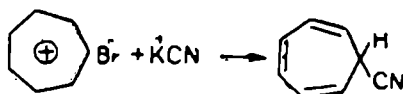
ნაწილებზე დადებითი ატომი (თითოეულ C-ატომზე მოდის უდრე-  
ბითი მუხტის ერთი მეწვიედი ნაწილი).

ოქო ტროპილიდენი ადვილად მიიღება ციკლოპენტადიენისა და  
აცეტილენის ურთიერთმოქმედებით მაღალ ტემპერატურაზე:



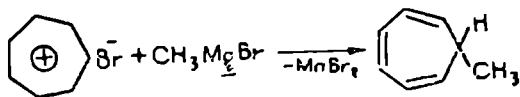
(სახელწოდება „ტროპილიდენი“ და „ტროპალი“ წარმოდგება  
აზოტუმცველი სპირტის—ტროპინის სახელიდან. ტროპინმა კი თა-  
ვის სახელწოდება მიიღო ალკალოიდ ატროპინიდან, რომლის პიღრო-  
ლიზი იძლევა ტროპინს).

ტროპილიუმ-კატიონი ხასიათდება ელექტროფილური ბუნებით.  
იგი განსხვავებით ბენზოლისაგან რეაქციაში შედის ნუკლეოფილურ  
რეაგენტებთან და მიიღება შეერთების პროდუქტები, რასაც თან ახ-  
ლავს არომატულობის გაქრობა და ციკლოპენტატრაენის სისტემის  
წარმოქმნა:



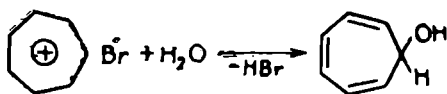
ნატრილი

1. ტროპილიუმ-იონი გრინიარის რეაქტივთან ან სხვა აქტიურ მე-  
ტალთა ორგანულ ნაერთებთან იძლევა ალკილირებულ პროდუქტებს:



მეთილტროპილიდენი  
(7-მეთილ-1, 3, 5-ციკლოპენტატრაენი)

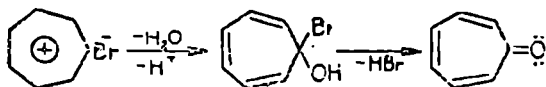
2. ტროპილიუმ-კატიონისა და წყლის ურთიერთმოქმედებით მი-  
იღება კარბინოლი, რომელსაც აქვს შეყუერი ბუნება:



კარბინოლი

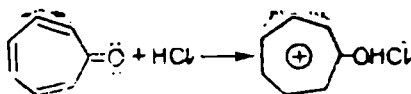


ტროპონი. (1, 3, 5-ციკლოპენტატრიენონი) ტროპილიუმ-კატიონის ნაერთებიდან ყურადღებას იპყრობს კეტონი-ტროპონი. ტროპონი მიიღება ბრომტროპილიუმ-იონის ჰიდროლაზით:

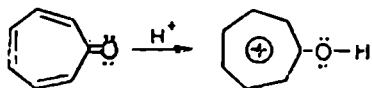


ტროპონი  
(1,3,5-ციკლოპენტატრიენონი)

ტროპონი ფუძე ხასიათის ნივთიერებაა და მარილმკვავასთან იძლევა მარილს:



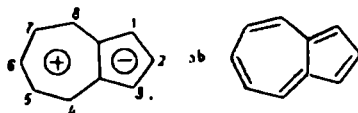
ტროპონის მოლეკულის პროტონირებით წარმოიქმნება არომატული ბუნების კატიონი:



არომატული კატიონი

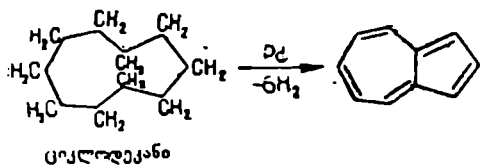
ტროპონის პროტონირებით წარმოქმნილი არომატული კატიონი აღიწერება ეკვივალენტური მეზომერული სტრუქტურებით, რაც მას ანიჭებს სტაბილურობას.

აზულენი. აზულენი წარმოადგენს ნაფტალინის იზომერს. აზულენის მოლეკულაში, განსხვავებით ნაფტალინისაგან, ერთმანეთთან შერწყმულია ტროპილიუმი და ციკლოპენტადიენილის ბირთვები:

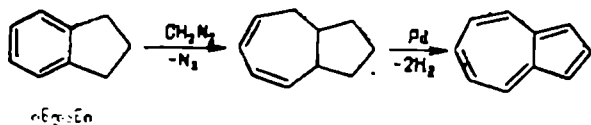


სახელწოდება აზულენი წარმოშობილია არაბული სიტყვიდან „აზურ“-ლურჯი ქვა.

1. აზულენი მიიღება ციკლოდეკანის კატალიზური დეჰიდრირებით, ინდანზე დიაზომეთანის მოქმედებით და სხვა მეთოდით:



2. ინდანი და დიზომეთანის ნარევე ულტრაიისფერი სინათლით დასხივებისას წარმოიქმნება ციკლოპენტანჰეპტადიენი, რომელიც ნახშირის სარჩულზე დამზადებული პალადიუმის კატალიზატორის გავლენით განიცდის დეჰიდრირებასა და მიაღება აზულენს:

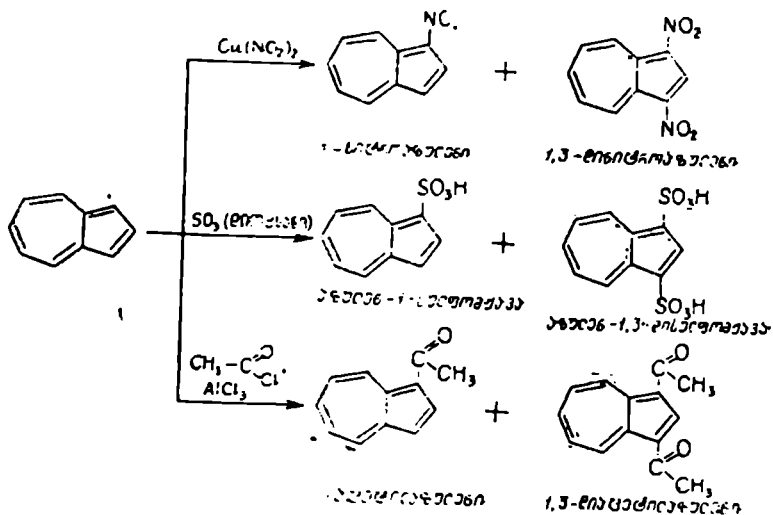


აზულენი წარმოადგენს ლურჯი ფერის კრისტალებს, რომელიც ღვება 99°C-ზე.

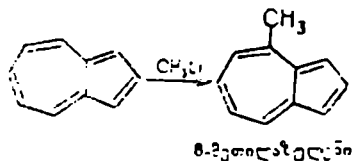
აზულენის მოლეკულა მოიცავს 10π-ელექტრონს. აზულენის შვიდწევრიანი ბირთვი სტაბილიზებულია 6π-ელექტრონული სექსტეტით. პიუჯელის წესის მიხედვით აზულენი არომატულია. კვანთურმექანიკური გაანგარიშებით ელექტრონული სიმკვრივე აზულენის 1 და 3 C-ატომთან უფრო მეტია, ვიდრე დანარჩენ C-ატომებთან. ელექტრონული სიმკვრივე ყველაზე ნაკლებია 4 და 8 C-ატომთან. ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის არათანაბარი განაწილება იწვევს დიპოლური მომენტის გაჩენას (1,0D). აზულენის წვის ენერგია 167 კჯ/მოლით ნაკლებია, მოსალოდნელთან შედარებით. აზულენის მოლეკულას სიბრტყული აგებულება აქვს.

იმის გამო, რომ ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე ყველაზე უფრო მეტია 1 და 3 C-ატომთან ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები უპირატესად მიმდინარეობს აღნიშნულ C-ატომებთან, ხოლო ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები მეტწილად მიმდინარეობს 4 და 8 C-ატომებთან (ელექტრონული სიმკვრივის ნაკლებობის გამო).

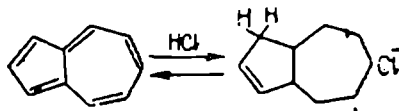
ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებიდან აღსანიშნავია აზულენის ნიტრირება, სულფირება და აცეტილირება:



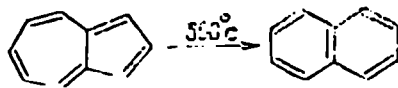
აზულენზე ნუკლეოფილური რეაგენტის — მეთილლითიუმის მოჭმელებით მიიღება მეთილაზულენი:



აზულენი ხასიათდება სუსტი ფუძე თვისებით და ძლიერ მჟავებთან იძლევა ყვითელი ფერის მარილებს. ყვითელი ფერის წარმოქმნა დაკავშირებულია აზულენის იონის გაჩენასთან:



აზულენი  $350^\circ\text{C}$  ზევით გახურებისას განიცდის გადაჯგუფებას და შეუქცევადად და რაოდენობრივად წარმოიქმნება მისი სტაბილური იზომერი ნაფტალინი:



ნაერთები, რომელთაც საფუძვლად უქვეთ აზულენი, ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში. განსაკუთრებით ისინი გვხვდებიან ცენარეთა ეთერზეთებში. მცენარეთა ეთერზეთებში არსებული აესქვიტერპენების რიგის წარმომადგენელი მკიდრო კავშირშია აზულენთან. აზულენის რიგის სესქვიტერპენები იმყოფებიან აბზინდის (ავზანი). გვირილის, სტაფილოს, კამის, ევკალიპტისა და სხვა მცენარეთა ეთერზეთებში. ეთერზეთებიდან გამოყოფილი აზულენის რიგის ზოგიერთი ნაერთი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც სამკურნალო საშუალება.

### ჰეტეროციკლური ნაერთები

ჰეტეროციკლურ ნაერთებს მიეკუთვნებიან ყველა ისეთი მოლეკულა, რომელთა ბირთვის წარმოქმნაში ნაზირბადატომებთან ერთად მონაწილეობას ღებულობს სხვა ელემენტის ატომი — ჰეტერო-ატომი (ბერძ. heteros — სხვა).

აუციკლურ ნაერთებთან ერთად (წიგნი I) ჩვენ მერ განხილულ იყო ოქსირანი, ლაქტონები, ლაქტამები, დიოქსანი, ქარვის ანჰიდრიდი და სხვა, რომელთა მოლეკულების ბირთვების წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს C-ატომისაგან განსხვავებული ელემენტის ატომი და ამიტომ ისინი, ცხადია, მიეკუთვნებიან ჰეტეროციკლურ ნაერთებს. ამ ნაერთთა ღიაჯაჭვიან ნაერთებთან ერთად განხილვა ნაკარნახევია იმით, რომ ისინი უშუალო კავშირში იმყოფებიან შესაბამის ალიფატურ ნაერთებთან.

აღნიშნულ ჰეტეროციკლურ ნაერთებთან ერთად არიან ისეთი ჰეტეროციკლური ნაერთები, რომლებიც ხასიათდებიან სტაბილურობით, სპეციფიკური თვისებებით. ამავე დროს, ისინი გვხვდებიან დიდი რაოდენობით. ამ გარემოებათა გამო სავსებით მიზანშეწონილად მიჩნევენ, რომ ისინი განხილულ იქნან ორგანულ ნაერთთა სხვა კლასიდან განყოფილად. დღეისათვის ყველაზე დიდი რაოდენობითა და კარგად არის შესწავლილი ისეთი ჰეტეროციკლური ნაერთები, რომლებსაც ახასიათებთ არომატულობა. არსებობს ამისაგან განსხვავებული ჰეტეროციკლური სისტემებიც, რომლებიც ნაკლებად არიან შესწავლილი.

ჰეტეროციკლური ნაერთების ბირთვის წარმოქმნაში C-ატომებთან

ერთად დასაშვებია მონაწილეობა მიიღოს ყველა პეტეროატომმა, რომლის ვალენტოვნება არის ორი ან მეტი. ამასთან ბირთვში პეტეროატომი, შეიძლება იყოს ერთი, ორი, სამი და მეტი. ხშირად გვხვდებიან ისეთი პეტეროციკლური ნაერთები, რომელთა მოლეკულში პეტეროციკლურ ნაერთთან შერწყმულია ბენზოლის ბირთვი.

პეტეროციკლური სისტემებიდან განსაკუთრებით დიდი როდენობით გვხვდებიან ისეთი ნაერთები, რომელთა ბირთვი-ს წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს აზოტის, ჟანგბადისა და გუგარის ატომი. ისე, როგორც ალიციკლური ნაერთებზე, სამ- და ოთხწევრიანი პეტეროციკლური სისტემები არამეტყევი ნივთიერებებია არიან. სტაბილურობით გამოირჩევიან ხუთ- და ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები და ეს არის ერთ-ერთი მიზეზი იმისა, რომ იამა ბუნებაში ფართოდ არიან გავრცელებული.

პეტეროციკლური ნაერთები მონაწილეობას ღებულობენ ისეთი მეტად დიდი მნიშვნელობის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა მოლეკულის წარმოქმნაში, როგორც არის ნეკლეინის მეცხები, ჰემანი, ქლოროფალი, ზოგაერთი ვიტამინი, ანტიბიოტიკი, ალკალიდი და სხვა. ძალიან დიდი როდენობის მედიკამენტი შეიცავს პეტეროციკლური ნაერთის ბირთვს. ისეთი ძვირფასი თვისებების მქონე საღებარი, როგორც არის ინდიგო და მასთან აქლოს მდგომარეობაში ზოგაერთი საღებარი მოიცავს ბუნებრივად პეტეროციკლური ნაერთის ბირთვებს. ასევე ითვმის ინსექტოციდებისა და სხვათა შესახებ. ამიტომია, რომ ქიმიკოს-ორგანიკოსთა მიერ დიდი შეყვარებულა მუშაობა ტარდება ბუნებრივი წყაროებიდან პეტეროციკლური ნაერთების გამოყოფასა და მათი სინთეზის მიზარტულებით.

თამამად შეიძლება ითქვას, რომ პეტეროციკლური ნაერთებს წიმიის გარეშე შეუძლებელია საბალხო მეტრანობის იყოი დარგეის განვითარება, როგორც არის ფარმაცევტული, საღებარებისა და სხვა მრეწველობა. ამასთან მრავალი პეტეროციკლური ნაერთი გამოყენებულა სავლის მეურნეობაში, როგორც შეცნარის ზრდის სტიმულატორი იმპლენტირდა და სხვა.

პეტეროციკლურ ნაერთებს ყოფენ იმის მიხედვით, თე რამდენი ვალენტობის ატომისაგან შედგება ბირთვი. თითოეული ჯგუფი წარდება გაყოფილ იქნეს ქვეჯგუფებად ბირთვში პეტეროატომის როდენობის მიხედვით. მოცემულ კუბრში განვიღულ იქნება ხუთ- და ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთები. სხვადასხვა როდენობის პეტეროატომით ბირთვში. თავების შესაბამისად გარკვეულად დგოულად ეთმობა შერწყმულ-ბირთვებიან პეტეროციკლური ნაერთების განიღვას.

**ნამუშევრატურა.** პეტეროციკლური ნაერთების სარეწარდება

რითადად ემპირიულია. მაგალითად, ერთი ატომი ყანგბადის ან აზოტის ან გოგირდის შემცველ ხუთწევრიან ჰეტეროციკლურ ნაერთს ეწოდება, შესაბამისად ფურანი, პიროლი და თიოფენი.

იმისათვის, რომ ვუჩვენოთ ჩანაცვლებულთა ადგილმდებარეობა, საჭიროა ბირთვის წარმოქმნილი ატომები დაინომროს. დანომვრას იწყებენ ჰეტეროატომიდან. თუ ბირთვი შეიცავს ორ ჰეტეროატომს, ვთქვათ NH და N, მაშინ დანომვრა უნდა დაიწყოთ NH-დან. ბირთვის წარმოქმნაში შეიძლება მონაწილეობდეს განსხვავებული ჰეტეროატომი (O, S და N), ამ შემთხვევაში ჯერ უნდა დაინომროს O, შემდეგ S და შემდეგ N. ციფრების ნაცვლად შეიძლება ვიხმაროთ ბერძნული ასოები. ამ შემთხვევაში ჰეტეროატომის მომდევნო ატომს აღნიშნავენ  $\alpha$ , შემდეგ  $\beta$  და ა. შ.

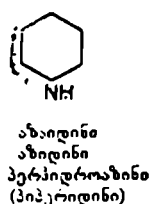
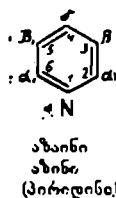
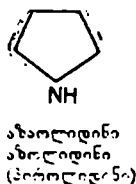
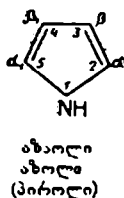
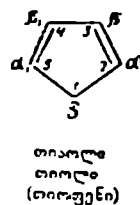
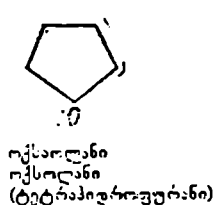
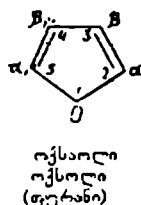
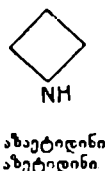
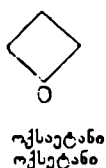
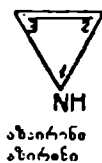
IUPAC-ის ნომენკლატურით ჰეტეროციკლური ნაერთების სახელწოდება იწარმოება ჰეტეროატომის მიხედვით და ბირთვის სიდიდით. მაგალითად, თუ ბირთვი შეიცავს ყანგბადს, მაშინ იწერება თავსართი ოქსა-, გოგირდის შემთხვევაში თია-, ხოლო აზოტი თუ არის ბირთვში, მაშინ სახელწოდების თავსართი იქნება აზა-.

ბირთვის სიდიდის სახელწოდების ძირი არის, შესაბამისად -ირ-(3), -ეტ-(4), -ოლ-(5), და -ინ-(6). იმ შემთხვევაში, თუ სახელწოდების თავსართისა და ძირის შერწყმისას ორი ხმოვანი ასო მოხდება ერთმანეთის გვერდით, მაშინ ერთ-ერთი ხმოვანი ასო უნდა გამოვტოვოთ.

ჰეტეროციკლური ნაერთის გაჯერებულობის ხარისხის გამოსახვისათვის, ბირთვში აზოტის არსებობისა და ნაჯერი ბირთვის შემთხვევაში სახელწოდების სუფიქსია „იდინი“. როცა ნაერთი აზოტს არ შეიცავს, მაშინ სუფიქსია „ანი“, თუ ბირთვი უნაჯეროა, მაშინ სუფიქსად იხმარება „ინი“.

IUPAC-ის ნომენკლატურით ჰეტეროციკლური ნაერთების სახელწოდება მოცემულია სამიდან ათწევრიან ბირთვამდე. ჩვეულებრივ IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით მოწოდებული სახელწოდება ძირითადად იხმარება სამ- და ოთხწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთებისათვის, ხოლო ხუთ- და ექვსწევრიანი ნაერთებისათვის სშირ ხმარებაშია ემპირიული (ტრივიალური) სახელწოდება.

ჰეტეროციკლური ნაერთების სახელწოდების მიცემის ნათელსაყოფად ქვემოთ მოყვანილია ზოგიერთი ნაერთის სახელი IUPAC ნომენკლატურით. ამასთან ფრჩხილებში ნაჩვენებია შესაბამისი ტრივიალური სახელწოდება:

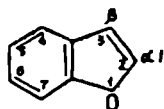


კონდენსირებული ბირთვიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების სახელწოდება გამოყავთ იმ ბირთვების სახელიდან, რომლებიც ერთად არიან შერწყმული. ამასთან მათ აქვთ ამისაგან განსხვავებული სპეციალური სახელწოდებაც.

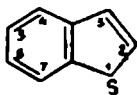
ბირთვების წარმოქმნელი ატომების დანომვრა იწყება ჰეტეროატომიდან, თუ იგი (ჰეტეროატომი) იმყოფება ბირთვების შერწყმის ადგილის გვერდით. ხოლო, თუ ჰეტეროატომი არ იმყოფება აღნიშნულ ადგილზე, მაშინ დანომვრა უნდა დაეწყოთ იმ C-ატომიდან, რომელიც ბირთვების შერწყმის ადგილის გვერდით იმყოფება და დანომვრა უნდა გაეაგრძელოთ ისე, რომ მცირე ცაფრი მოხვდეს ჰეტეროატომზე.

ხოლო ისეთ შემთხვევაში, როცა ჰეტეროციკლი ორვე მხარეზე შეწყვეტილია კარბოციკლურ სისტემასთან, მაშინ დანომერა ისე უნდა ვაწარმოოთ, რომ ყველაზე დიდი ციფრი მოხვდეს ჰეტეროატომთან.

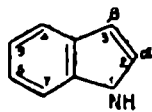
მაგალითად:



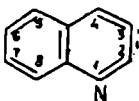
კეპარონი  
(ბენზოფურანი)



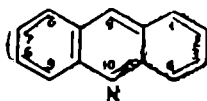
თიონაფტენი  
(ბენზოთიოფენი)



ინდოლი  
(ბენზპიროლი)



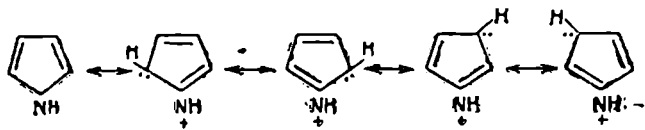
ქინოლინი  
(ბენზპირიდინი)



აკროლინი  
(კინენზპირიდინი)

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების — ფურანის, თიოფენისა და პიროლის არომატულობა განპირობებულია იმით, რომ O, S და N-ის თავისუფალი წყვილი ელექტრონი შეუღლებულია ორ ბმასთან და წარმოქმნილია სექსტეტი. მაშინ იმყოფება ეტევი დელოკალიზებული ელექტრონი.

აღნიშნული ჰეტეროციკლური ნაერთების  $\pi$ -ელექტრონების დელოკალიზაცია პირობებს მაგალითზე შეიქლება აღწერა მენო-მერული (რეზონანსული) ზღვრული სტრუქტურების:



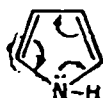
ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივის გაღაწევა ფურანის, თიოფენისა და პიროლის ბირთვში ხდება შემდეგნაირად:



ფურანი



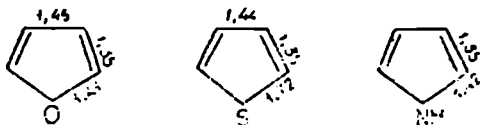
თიოფენი



პიროლი



რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემით C—C, C—S და C—N ბმების სიგრძე  $\hat{A}$ -ში ფურანსა, თიოფენსა და პიროლში შემდეგ სურათს იძლევა:



როგორც აღნიშნული მონაცემებიდან ჩანს, C—C ბმის სიგრძე ფურანსა და პიროლში შემცირებულია ჩვეულებრივთან ( $1.54 \hat{A}$ ) შედარებით, ასევე ითქმის C—O, C—S და C—N ბმების შესახებაც, რომლებიც შემცირებულია „სტანდარტთან“ შედარებით. მაგალითად, ფურანში C—O ბმა მარტვ ეთერში C—O ბმასთან ( $1.43 \hat{A}$ ) შედარებით შემცირებულია  $0.02 \hat{A}$ -ით, თიოფენში, თიოეთერთან ( $1.82 \hat{A}$ ) შედარებით  $0.10 \hat{A}$ -ით და პიროლში ამინთან ( $1.46 \hat{A}$ ) შედარებით  $0.04 \hat{A}$ -ით. ეს გარემოება იმაზე მიგვანიშნებს, რომ ფურანის, თიოფენისა და პიროლის ბირთვებში იმყოფება შეუღლებული ბმები.

## თ ა ვ ი X X

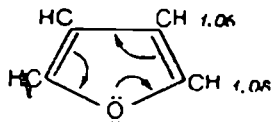
### ხუთწახარტიანი ნახევარციკლიკური ნაერთები

ხუთწახარტიანი კვანძოციკლიკური ნაერთები ვარს კანონობრივით

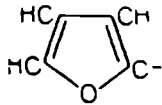
ამ რივის ნაერთების უმარტვესი, მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ფურანი, თიოფენი და პიროლი.

### ფურანი და მისი ნაწარმები

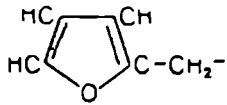
როგორც აღნიშნული იყო, ფურანი მიეკუთვნება ხუთწევრიან ჰეტეროციკლურ ნაერთებს, რომლის ბირთვის წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს ოთხი C-ატომი და ერთი ჟანგბდატომი (ჰეტეროატომი). გარდა C და O-ატომისა, ფურანის მოლეკულაში იმყოფება ოთხი H-ატომი, ფურანის ბირთვში არის ორი ორმაგი C=C ბმა. ფურანის აგებულება გამოისახება ფორმულით:



ფურანის მოლეკულის  $\alpha$ -ან  $\beta$ -მდებარეობიდან H-ატომის ჩამოშორებით წარმოიქმნება ერთვალენტიანი ატომთა ფრაგმენტი, რომელსაც ფურილი ეწოდება. ხოლო, თუ მეთილფურანს მეთილის ჯგუფიდან ჩამოვაშორებთ ერთ H-ატომს, მაშინაც მიიღება ერთვალენტიანი ფრაგმენტი, რომელიც ცნობილია ფურფურილის სახელწოდებით:

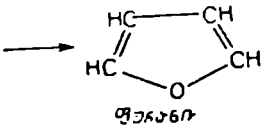
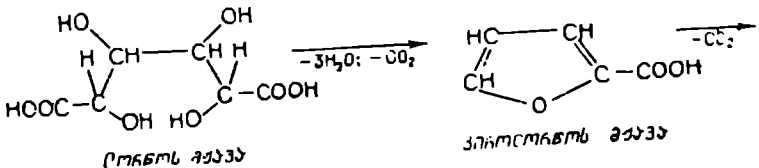


ფურილი



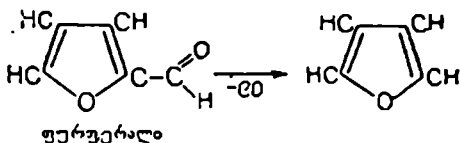
ფურფურილი

ნიღების საშუალებანი: 1. ფურანი პირველად მიღებულ იქნა ლორწოს მჟავას ბარიუმის მარილის მშრალად გამოხდით. ამ დროს ადგილი აქვს ლორწოს მჟავას დეჰიდრატიციასა და დეკარბოქსილირებას, რის შედეგადაც მიიღება პიროლორწოს მჟავა, რომელიც დახშულ მილში გახურებით განიცდის დეკარბოქსილირებასა და წარმოიქმნება ფურანი:



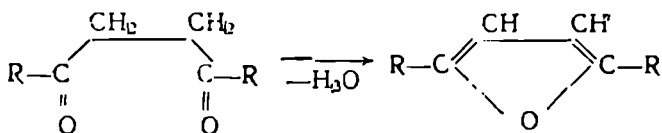
ფურანი

2. ფურანი კარგი გამოსავლიანობით მიიღება ფურფურალისა (ფურფურილი) და წყლის ორთქლის ნარევის, გახურებული ქრომისა და თუთიის ოქსიდზე გატარებით:



როგორც რეაქციის სქემიდან ჩანს, ფურანის წარმოქმნა ხდება ფურფურალის დეკარბონილირების ხარჯზე (დეკარბონილირება არის ორგანული ნივთიერების მოლეკულიდან ნახშირბადის (II) ოქსიდის მოწყვეტა-ელმინირება).

3. ფურანის ჰომოლოგები მიიღებიან 1,4-დიკარბონილ ნაერთების (1,4-დიალდეჰიდები ან 1,4-დიკეტონები) დეჰიდრატაციით:

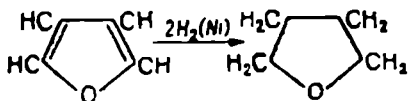


ფურანი წარმოადგენს წყალში უხსნად, დამზასიათებელი არასა-სიამოვნო სუნის მქონე ადვილადებად უფერულ სითხეს (დუღ. ტემპ. 32°C). იგი იხსნება სპირტსა და ეთერში. მარილმჟავაში დასველებული ნაძვის კვარი ფურანის ორთქლის გავლენით დებულობს მწვანე ფერს. ფურანსა და მის ჰომოლოგებს შეიცავს ხის კუპრი.

**ქიმიური თვისებები.** ფურანის რიგის ნაერთებს ახასიათებს როგორც შეერთების, ასევე ჩანაცვლების რეაქციები.

შეიძლება ითქვას, რომ ფურანის ქიმიური თვისებები წარმოადგენს ჩვეულებრივი დიენისა და არომატული ნაერთების ქიმიურ თვისებათა შუალედურს. ფურანში ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე მომატებულია α-მდებარეობაში და ამიტომ, როგორც შეერთების, ასევე ჩანაცვლების რეაქციები პირველ რიგში მიმდინარეობს α-მდებარეობაში. იმის გამო, რომ უანგბადის ელექტროუარყოფითობა უფრო მეტია, ვიდრე გოგირდისა და აზოტის, აფერხებს გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონების დელოკალიზაციას და ამიტომ ფურანი, უფრო ნაკლებად არომატულია, ვიდრე თიოფენი და პიროლი.

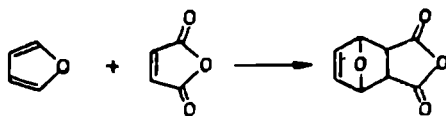
1. ფურანის კატალიზური ჰიდრირებით მიიღება ტეტრაჰიდროფურანი:



ტეტრაჰიდროფურანი

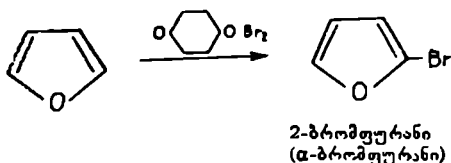
ტეტრაჰიდროფურანი წარმოადგენს სითბეს (დუღ. ტემპ. 65°C). იგი გამოყენებულია, როგორც ორგანული გამხსნელი. ტეტრაჰიდროფურანის კატალიზური დეჰიდრატაციით ლებულობენ 1,3-ბუტადიენს.

2. ფურანი და მისი ჰომოლოგები შედიან დილს-ალდერის რეაქციაში. მაგალითად, ფურანზე მალეინმჟეავას ანჰიდრიდის მოქმედებით წარმოიქმნება შეერთების პროდუქტი:

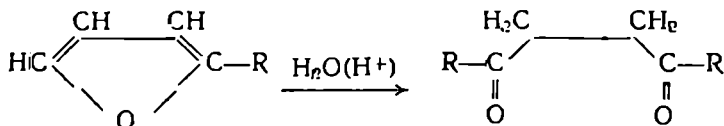


დიენოფილთან (ამ შემთხვევაში მალეინმჟეავანჰიდრიდი) ფურანული ბირთვის შეერთების რეაქცია იმის მაჩვენებელია, რომ ფურანი უფრო მეტ მიდრეკილებას იჩენს შეერთების რეაქციებისადმი, ვიდრე სხვა ჰეტეროციკლური სისტემები.

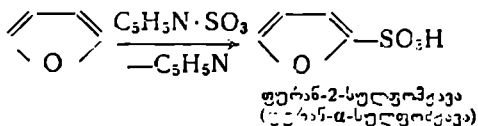
3. ფურანსა და მის ჰომოლოგებზე ჰალოგენის უშუალოდ მოქმედების დროს გამოიყოფა ჰალოგენწყალბადი, რომელიც იწვევს ფურანული ბირთვის რღვევას. ამიტომ ჰალოგენირებისათვის იყენებენ არა ჰალოგენს, არამედ მსუბუქად მოქმედ მაჰალოგენირებელ რეაგენტს. მაგალითად, ფურანის ბრომირებას ანხორციელებენ დიოქსანბრომიდით დაბალ ტემპერატურაზე:



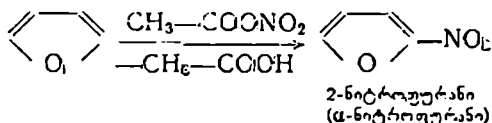
4. კონცენტრირებული გოგირმჟეავას მოქმედებით ფურანი იფისება. განზავებული მინერალური მჟავები იწვევენ ფურანისა და მისი ჰომოლოგების ბირთვის ჰიდროლიზურ გახლეჩას და მიიღება 1,4-დიკარბონილ ნაერთები:



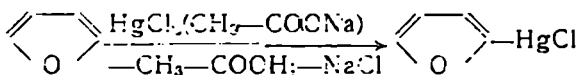
ა. პ. ტერენტიევის მიერ შემუშავებულ იქნა ფურანისა და მისი რიგის ნაერთების სულფირების მეთოდი. ამ შემთხვევაში მასულფირებელ რეაგენტად გამოყენებულია პირიდინსულფოტრიოქსიდი:



5. ფურანისა და აცეტილნიტრატის ურთიერთმოქმედებით მიიღება 2-ნიტროფურანი ანუ  $\alpha$ -ნიტროფურანი:

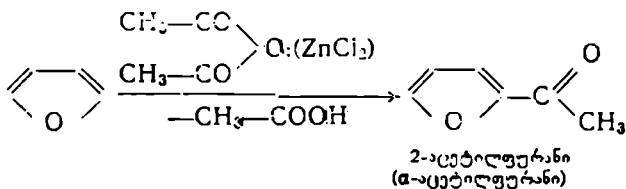


6. ფურანზე ვერცხლისწყლის (II) ქლორიდის მოქმედებისას, ნატრიუმის აცეტატის თანაობით აღვილად მიმდინარეობს მერკურირების რეაქცია (მერკურირება არის ორგანული ნივთიერების მოლეკულაში ვერცხლისწყლის შემავალი ფრაგმენტის შეყვანა):

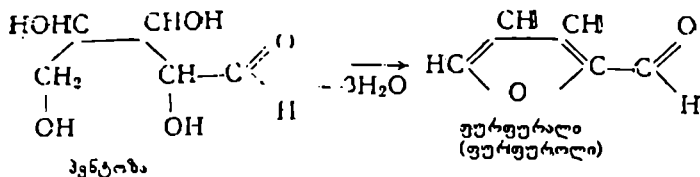


ფურანის ქლორმერკურირებულ ნაწარმს აქვს კარგად გამოკვეთილი ლობის ტემპერატურა და ამის გამო აღნიშნული ნაერთი გამოყენებულია ფურანის იდენტიფიკაციისათვის.

7. ფურანისა და მაკალირებელი რეაგენტის ურთიერთმოქმედებისას თუთიის ქლორიდის ან კალის ქლორიდის თანაობით მიმდინარეობს ფურანის აცილირების რეაქცია. მაგალითად, ფურანზე ძმრის ანჰიდრიდის მოქმედებით მიიღება 2-აცეტილფურანი:



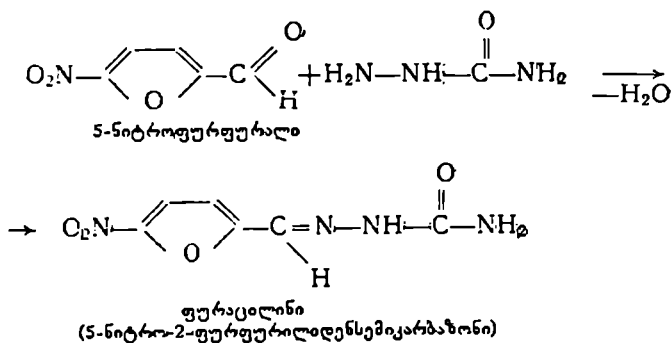
**ფურფურალი (ფურფუროლი, ფურან-2-ალდეჰიდი).** ფურფურალი არის ფურანის ნაწარმთა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი წარმომადგენელი. მას სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ მერკურისა და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების ისეთი ნარჩენების (ქატო, მზესუმზირას ჩენჩო, ჩალა და სხვა) მეაგური ჰიდროლიზით, რომლებიც შეიცავენ პენტოზანებს (იხ. წიგ. 1):



ფურფურალი წარმოადგენს დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნის წყალში მცირედხსნად უფერო სითხეს (დუღ. ტემპ. 161,7°C), რომელიც სწრაფად მუქდება და იფისება სინათლის, ჰაერის გავლენითა და გათბობით. ფურფურალი იხსნება ეთერსა და სპირტში. მცირე კონცენტრაციის დროს ფურფურალს აქვს ახლად გამომცხვარი ქვევის პურის დამახასიათებელი სასიამოვნო სუნი. ფურფურალისა და ჰაერის ნარევი ძლიერ ფეთქებადია.

ფურფურალი იძლევა ყველა იმ ტიპიურ რეაქციებს, რაც დამახასიათებელია ბენზალდეჰიდისათვის. მაგალითად, იგი აღდგენით იძლევა ფურილის სპირტს, იერთებს ნატრიუმის ჰიდროსულფიტს, ციანწყალბადს, მეტალორგანულ ნერთს. ახასიათებს კანიცაროს რეაქცია: ჩანაცვლების რეაქციაში შედის ჰიდროქსილამინთან, ფენილჰიდრაზინთან და სხვა.

ფურფურალი სათანადო პირობებში ნიტრირებით წარმოქმნის 5-ნიტროფურფურალს, რომელიც რეაქციაში შედის სემიკარბაზიდთან და იძლევა 5-ნიტრო-2-ფურფურილიდენსემიკარბაზონს, რომელიც ცნობილია ფურაცილინის სახელწოდებით:

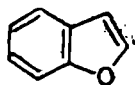


ფურაცილინი გამოყენებულია გრამდადებითი და გრამუარყოფითი ბაქტერიების განადგურებისათვის. ფურაცილინი ბევრ შემთხვევაში ეფექტურ მოქმედებას იჩენს ისეთი ბაქტერიების მიმართ, რომლებიც მდგრადია სულფამიდური და ანტიბიოტიკური პრეპარატების მიმართ.

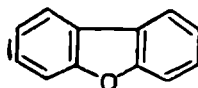
ფურფურალი ძლიერი დამეანგავეების მოქმედებით იყანგება და შიილება ფუმარის მჟავა. ხოლო სუსტი დამეანგავეების მოქმედებისას კი იძლევა პიროლორწოს მჟავას.

ფურფურალი გამოყენებულია პლასტიკური მასებისა და საღებავების მიღებისათვის. გარდა ამისა, მას იყენებენ, ზოგიერთ ორგანულ ნივთიერებათა გამსხნელად. ამ მხრივ იგი განსაკუთრებით გამოყენებულია ნავთობის ფრაქციულ გამონახადათა გაწმენდისათვის, როგორც სელექციური გამსხნელი.

ფურანის ბირთვის შემცველი კონდენსირებული სისტემებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს კუმარონი (ბენზფურანი) და დიბენზფურანი:

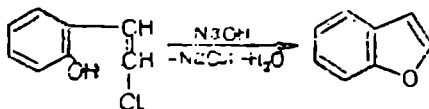


კუმარონი  
(ბენზფურანი)



დიბენზფურანი  
(დიფენილენოქსილი)

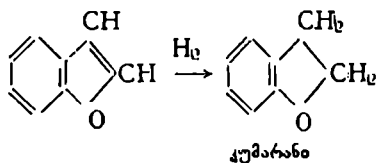
კუმარონი და დიბენზფურანი იპყობება ქვანახშირის კუპრში. ისინი მიიღებიან სხვადასხვა სინთეზური მეთოდით. მაგალითად, კუმარონის მიღების ერთ-ერთი მეთოდია  $O$ -ოქსიქლორსტიროლის კუმარონად გარდაქმნა ნატრიუმის პიდროქსიდის გარემოში:



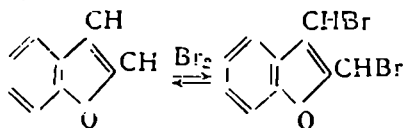
კუმარონის მიღების აღნიშნული რეაქციით, დადგენილ იქნა მისი აგებულება.

კუმარონი წარმოადგენს უფერო ზეთისებურ სითხეს (დულ. ტემპ.  $174^{\circ}\text{C}$ ), რომელიც მდგრადია ამიაკისა და ტუტის მიმართ. გოგირდ-მჟავის მოქმედებით მსგავსად ფურანისა იფისება და მიიღება „კუმარინის ფისი“, რომელიც გამოყენებულია ტექნიკური მიზნებისათვის.

კუმარონი ადვილად იერთებს ორ  $H$ -ატომს  $\alpha$ -და  $\beta$ -მდებარეობაში და მიიღება კუმარანი:



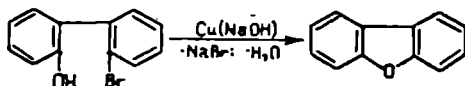
ამის ანალოგიურად ხდება კუმარონთან ორი Br-ატომის შეერთება და მიიღება 2,3-დიბრომკუმარონი:



2,3-დიბრომკუმარონი

კუმარონი მაღალ ტემპერატურაზე კონდენსაციის რეაქციაში შედის სხვადასხვა არენებთან და მიიღება კონდენსირებულმრავალბირთვიანი ნახშირწყალბადები. მაგალითად, კუმარონი ბენზოლთან კონდენსაციით წარმოქმნის ფენანთრენს.

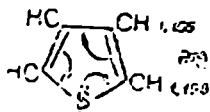
დიბენზფურანი მიიღება ბიფენილის ზოგიერთ ნაწარმთა კატალიზური გარდაქმნით:



დ-ბენზფურანი წარმოადგენს უფერო ფირფიტისებურ კრისტალებს, რომელიც ღვება 87°C-ზე.

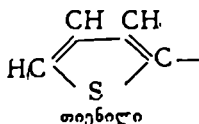
### თიოფენი და მისი ნაწარმები

თიოფენი ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების გოგირდის შემცველი უმარტივესი წარმომადგენელია. მისი მოლეკულურ ფორმულაა C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>S. თიოფენის აგებულებითი ფორმულა გამოისახება შემდეგნაირად:



თიოფენი  
(თიოლი)

თიოფენის α- ან β-მდებარეობიდან H-ატომის ჩამოშორებით წარმოიქმნება ერთვალენტიანი ატომთა ფრაგმენტი, რომელიც ცნობილია რადიკალ თიენილის სახელწოდებით:



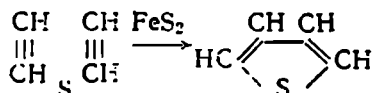
თიენილი



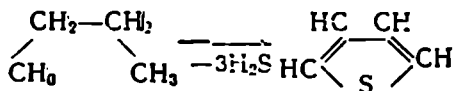
თიოფენი პირველად, 1883 წ. აღმოჩენილ იქნა ვ. მაიერის მიერ ქვანახშირის კუპრში. იგი იმყოფება ქვანახშირის კუპრის პირველ ფრაქციაში, ბენზოლთან ერთად. ქვანახშირის კუპრიდან მიღებული ტექნიკური ბენზოლი ყოველთვის შეიცავს თიოფენს (დაახლოებით 0,5%). რადგან ბენზოლსა და თიოფენის დუღილას ტემპერატურა დიდათ არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან (ბენზოლის დუღ. ტემპ. 81,1°C, თიოფენის 84,4°C) ამიტომ ფრაქციული გამოზლით არ ხერხდება ბენზოლისა და თიოფენის ერთმანეთისაგან დაცილება.

მიღების საშუალებანი. თიოფენი და მისი პომოლოგები მიიღებიან სხვადასხვა მეთოდით. მრეწველობაში თიოფენს ღებულობენ სამი ძირითადი მეთოდით:

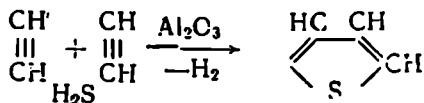
1. გავარვარებულ პირიტზე აცეტილენის გატარებით. უპაერთ არეში ამ რეაქციის დროს პირიტთან გამოიყოფა გოგირდი, რომელიც აცეტილენთან ერთად წარმოქმნის თიოფენს:



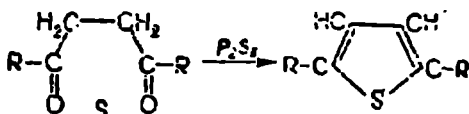
2. ბუტანისა და გოგირდის ორთქლის ნარევის 650-700°C-ზე გახურებით. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ბუტანის დეჰიდრირებას და მის ციკლიზაციაში გოგირდის ჩართვას:



3. აცეტილენისა და გოგირდწყალბაზის ნარევის გახურებულ ალუმინის ოქსიდზე გატარებით (ა. ე. ჩიჩიბაბინი):



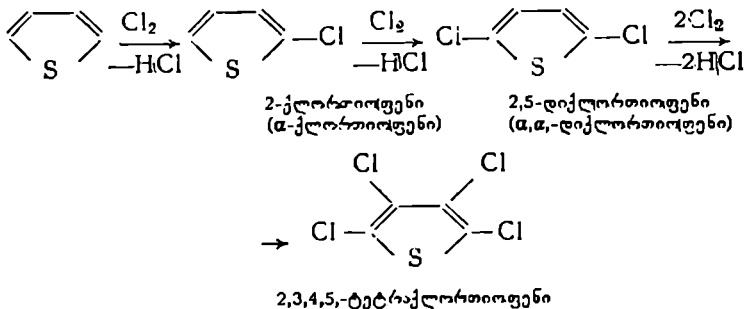
4. თიოფენის პომოლოგებს ძირითადად ღებულობენ 1,4-დიკარბონილნაერთებზე ხუთგოგირდიანი ფოსფორის მოქმედებით. P<sub>2</sub>S<sub>5</sub>-დან გამოყოფილი გოგირდის ატომი დიკარბონილის C-ატომთან ერთად მონაწილეობას ღებულობს თიოფენის ნაწარმთა ბირთვის წარმოქმნაში:



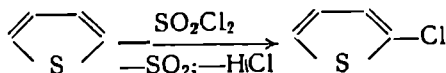
თიოფენი არის დამახასიათებელი სუნის, წყალში უხსნადი, ადვილმოდრავი სითხე. იგი იხსნება ბენზოლში, სპირტში, ეთერსა და ზოკიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. თიოფენის ორთქლის ხშირად ჩახუნთქვა იწვევს სისხლის მოწამელას, კრუნჩხვებსა და სხვა. ხასიალდება ნარკოტიკული ბუნებით. მასთან მუშაობისას დაცული უნდა იქნეს უსაფრთხოების წესები. კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში გახსნილი იზაბინი თიოფენთან იძლევა ლურჯი ფერის ნაერთს. ამ რეაქციით ადგენენ ბენზოლი შეიცავს თუ არა თიოფენს.

**ქიმიური თვისებები.** თიოფენისათვის დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქცია, რომელიც გაცილებით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე ბენზოლის შემთხვევაში. თიოფენს არამატულობა უფრო მკვეთრად აქვს გამოხატული, ვიდრე ფურანსა და პიროლს.

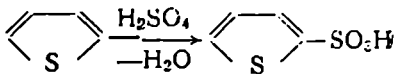
1. თიოფენი დაბალ ტემპერატურაზე ქლორის ან ბრომის მოქმედებით წარმოქმნის შესაბამის მონო- და პოლიპალოგენნაწარმს. პალოგენირება პირველ რიგში მიმდინარეობს α-მდებარეობაში, რადგან ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე იქ უფრო მეტია, ვიდრე β-მდებარეობაში:



მონოქლორაზიოფენის მიღებისათვის თიოფენზე მოქმედებენ ქლორსულფურილით:



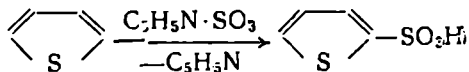
2. თიოფენის სულფირება, კონცენტრირებული გოგირდმჟავას მოქმედებით მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურაზე და მიიღება თიოფენ-2-სულფომჟავა:



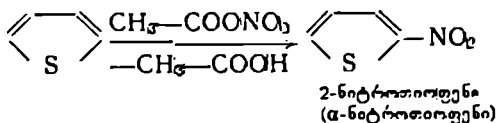
თიოფენ-2-სულფომჟევა

ამ პირობებში ბენზოლი არ განიცდის სულფირებას და ეს რეაქცია გამოყენებულია ბენზოლისაგან თიოფენის ჩამოცილებისათვის.

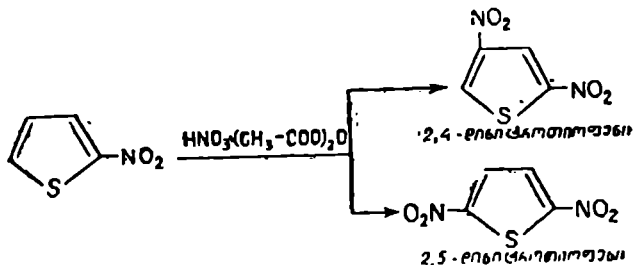
თიოფენ-2-სულფომჟევა გარდა აღნიშნულისა, მიიღება აგრეთვე თიოფენზე პირიდინსულფოტრიოქსიდის მოქმედებით:



3. თიოფენის ნიტრირებას ახორციელებენ აცეტილნიტრატით, რის შედეგადაც მიიღება  $\alpha$ -ნიტროთიოფენი:

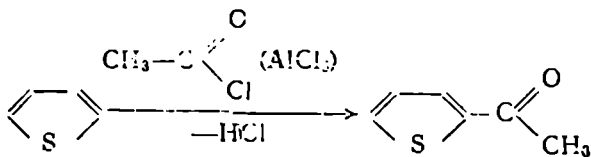


2-ნიტროთიოფენის ნიტრირებით წარმოიქმნება 2,4- და 2,5-დინიტროთიოფენის ნარევი:



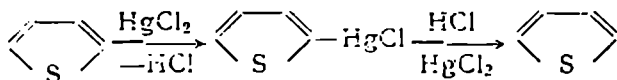
თიოფენის, უშუალოდ აზოტმჟევათი ნიტრირება არ ხერხდება, რადგან აზოტმჟევა (მიუხედავად თიოფენის დამჟანგავების მიმართ საკმარისად მდგრადობისა) დამჟანგავად მოქმედებს და არღვევს მის (თიოფენის) მოლეკულას.

4. თიოფენზე მააცილირებელი რეაგენტის მოქმედებით  $\text{AlCl}_3$ -ის ან  $\text{SnCl}_4$ -ის თანაობისას მიიღება შესაბამისი 2-აცილთიოფენი:



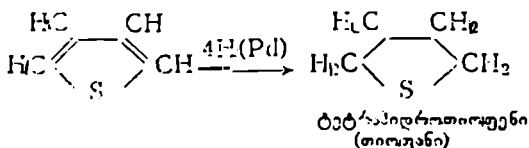
2-აცეტილითოფენი  
ანუ მეთილითენიკეტონი

5. თიოფენს, მსგავსად ფურანისა, ახასიათებს მერკურირების რეაქცია. მაგალითად, თიოფენზე ვერცხლისწყლის (II) ქლორიდის ან ვერცხლსწყლის აცეტატის მოქმედებით მიიღება მონო- და პოლიმერკურირებული პროდუქტა, რომელიც მარილმჯავის გავლენით დემერკურირდება (დემერკურირება არის ორგანული ნაერთებიდან ვერცხლისწყლის შემცველი ფრაგმენტის ჩაშორება, პროტონის (H<sup>+</sup>) გეშეუბნო. რადგან ამ შემთხვევაში ადგა აქვს ვერცხლისწყლის ფრაგმენტის შეცვლას H-ატომით, ამ პროცესს პროტოდემერკურირებას უწოდებენ):



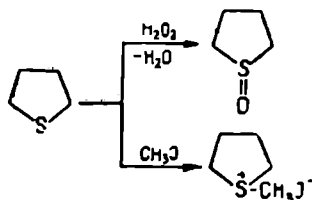
ისე, როგორც თიოფენის სულფირება, ასევე მისი მერკურირება გამოყენებულია თიოფენისა და ბენზოლის ერთმანეთისაგან გამოყოფისათვის. როგორც ვხედავთ, თიოფენისა და მისი ჰომოლოგებისათვის დანახასიათებელია ბენზოლის რიგის ნაერთების ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები, იმ განსხვავებით, რომ თიოფენი ბენზოლთან შედარებით უფრო მეტი რეაქციისუნარიანობით ხასიათდება.

6. თიოფენურა ნაერთები არ ამკლავებენ უნაჭეობას. ამიტომაც, რომ ისინი მიწვეალური შეეკას მოქმედებით არ იფისებიან. მიუხედავად ამისა, ორა ორმაგი ბმის ხარჯზე თიოფენი კატალიზატორ პალადიუმის გავლენით იერთებს 4 H-ატომს და გარდაიქმნება ტეტრაჰიდროთიოფენად (თიოფანი);



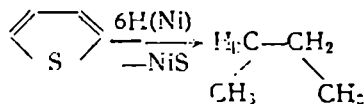
თიოფანში ორმაგი ბმებას არ არსებობის გამო განორიებულია გოგირდის გაუზიარებელი ელექტრონების შეუღლება ორმაგ ბმებას

და ამიტომ გოგირდი ადვილად განიცდის დაქანგვასა და ალკილირებას:

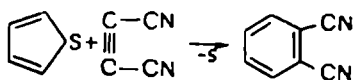


თიოფანის ბირთვი მონაწილეობას ღებულობს ისეთი ბუნებრივი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერების მოლეკულის წარმოქმნაში, როგორც არის ბიოტინი (ვიტამინი H).

7. თუ თიოფენური ნაერთების ალდგენისათვის პალადიუმის ნაცვლად კატალიზატორად გამოიყენებთ ნიკელს, მაშინ ისინი განიცდიან ჰიდრირებასა და დესულფურიზაციას (დესულფურიზაცია არის ორგანული ნაერთის მოლეკულიდან გოგირდის ან ორვალენტური გარჯარჯის შემცველი ფრაგმენტის ჩამოშორება). მაგალითად, თიოფენის ნიკელის თანაობით ალდგენის დროს წარმოიქმნება ბუტანი:



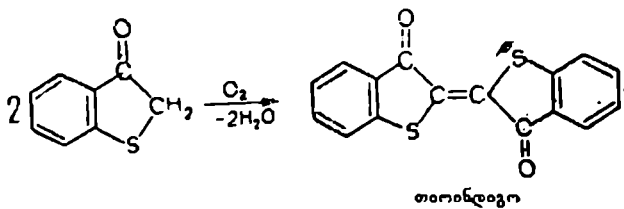
8. თიოფენისათვის არ არის დამახასიათებელი დილს-ალდერის რეაქცია, მაგრამ თუ მასზე ვიმოქმედებთ ძლიერ აქტიურ ალკინს, როგორც არის დიცინანაცეტალენი და მისი მსგავსი ნივთიერებები, მაშინ ადგილი აქვს დესულფურიზაციასა და პილიბა შესაბამისი გარდაქმნის პროდუქტი: მაგალითად, თიოფენი დიცინანაცეტალენთან გაცხელებით იძლევა O-ფტალონიტრილს:



O-ფტალონიტრილი

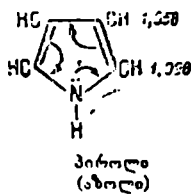
ბიტუმიანი (ლათ. bitumen — მთის ფისი) ფიქლების, კერძოდ თევზთა ნარჩენების შემცველი ფიქლების მშრალი გამოხდით მიიღება ნივთიერებათა ზეთისებური ნარევი — იქთიოლი (ბერძ. ichthys — თევზი და ლათ. oleum — ზეთი), რომელიც სხვადასხვა ნივთიერებასთან ერთად შეიცავს თიოფენის ნაწარმებსა და გააოყენებულია სამკურნა-





**პიროლი და მისი ნაწარმები**

აზოტის ატომის შემცველი ხუთწევრიანი პეტეროციკლური ნაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია პიროლი. იმის გამო, რომ მარილმჟავაში დასველებულ ნაძვის კვარს პიროლის ორთქლი ღებავს წითლად, აღნიშნულ ნივთიერებას უწოდეს პიროლი, რაც ნიშნავს წითელ ზეთს (Pyrrol). პიროლის მოლეკულის ბირთვი წარმოქმნილია ოთხი C-ატომითა და ერთი N-ატომით. გარდა აღნიშნული ატომებისა, მისი მოლეკულა შეიცავს ხუთ H-ატომს. პიროლის ბირთვში იმყოფება ორი C=C ბმა. მისი მოლეკულური ფორმულაა C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>N. პიროლის აგებულებითი ფორმულა გამოისახება შემდეგნაირად:



პიროლის მოლეკულაში π-ელექტრონული ღრუბლის განლაგება ბირთვის მიმართ შიიძობა წარმოვიდგინოთ მე-9 სურათის მიხედვით.

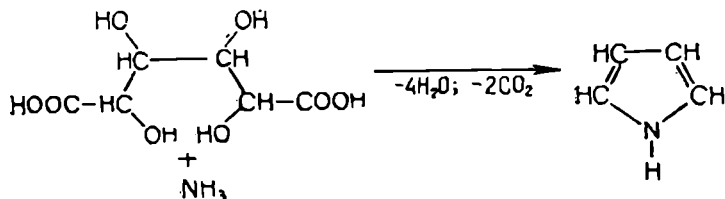
პიროლის მონოჩანაცვლებულს აქვს სამი იზომერი, აქედან ერთია N-ჩანაცვლებული და დანარჩენი ორი α- და β-იზომერი. პიროლის თითოეული C-დიჩანაცვლებული გვევლინება ოთხი იზომერის სახით: 2,5-, 2,3-, 2,4- და 3,4-ანუ α,α<sub>1</sub>, α,β, α,β<sub>1</sub> და β;β<sub>1</sub>.



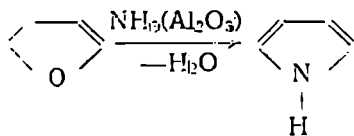
სურ. 9. პიროლის მოლეკულა π-ელექტრონული ღრუბლის განლაგება

პიროლი იმყოფება ქვანახშირის კუპრსა და ცხიმგაცილი ძველების მშრალი გამოხდის პროდუქტში.

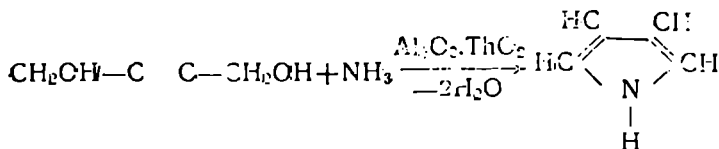
მიღების საშუალებანი. 1. პიროლი მიიღება შაქრის ან ლორწოს მეხვას ამონიუმის მარილის მშრალად გამოხდით. ამ დროს თავდაპირველად აღნიშნული მეხვების მარილებიდან წარმოიქმნება ამიაკი და შესაბამისი მეხვა. უკანასკნელი განიცდის დეჰიდრატაციას, დეკარბოქსილირებასა და რეაქციის პროცესში წარმოქმნილ ამიაკთან ერთად განიცდის ცკლიზაციას და მიიღება პიროლი:



2. სამრეწველო გზით პიროლს ღებულობენ ფურანისა და ამიაკის წარვეის გახურებულ ალუმინის ოქსიდზე გატარებით:

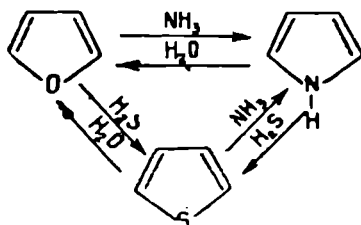


3. პიროლი კარგი გამოსაველიანობით მიიღება გახურებულ ალუმინისა და თორიუმის ოქსიდის ნარევე ამიაკისა და 1,4-ბუტანდიოლის ორთქლის გატარებით:

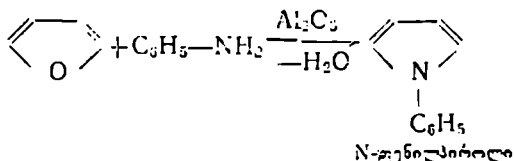


4. ი. კ. იერვეის შერე შემუშავებულ მეაოდი, რომლითაც ფურანი, თიოფენი და პიროლი გადადიან ერთმანეთში. ამ დროს კატალიზატორად გამოყენებულა 450°C-მდე გახურებული ალუმინის ოქსიდი:

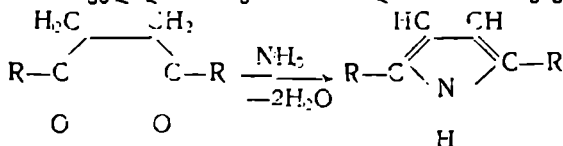




თუ ამიაკის ნაცვლად ფურანზე ეიმოქმედებთ ანილინით, მაშინ ამავე პირობებში წარმოიქმნება N-ფენილპიროლი:



5. პიროლის ჰომოლოგები მიიღებიან 1,4-დიკარბონილნაერთებზე ამიაკის ან პირველადი ამინების ან ჰიდრაზინის მოქმედებით:



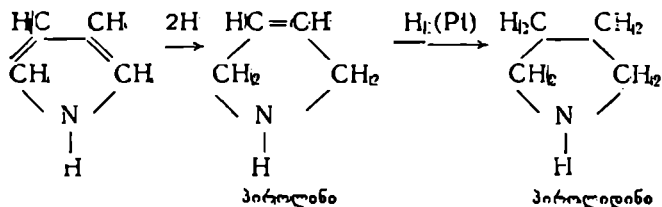
ახლადგამოხდილი პიროლი არის წყალში უხსნადი დამახასიათებელა სუნის უფერო სითხე, რომელიც პერზე მოქ ფერს ღებულობს. იგი იხსნება სპირტში, ეთერსა და გაზაფხებ ელ ნაქეებში. საწამლაგია. გამოყენებულია ორგანულ სინთეზში. პიროლი გამოყენებულია აგრეთვე სელენის აღმოჩენისათვის (მაზე ფერადი რეაქციისათვის).

ქიმიური თვისებები. პიროლი ანუღენებს სუსტი ფუძისა და სუსტი ზეავას თვისებებს. იგი უფრო სუსტი ფუძეა, ვიდრე მეორეული ამინა. ასევე უფრო სუსტი ზეავური ბუნების არის, ვიდრე ფენოლი. მაგალითად, პიროლის შემთხვევაში  $K=5.4 \cdot 10^{-15}$ , ხოლო ფენოლისათვის  $K=1.3 \cdot 10^{-10}$

პიროლის ბირთვის ელექტრონების სემკერავე უფრო მეტია, ვიდრე ბენზოლისა და ამიტომ პიროლი უფრო ადვილად მონაწილეობს ელექტროფილურ ჩანაცვლებას რეაქციებში, ვიდრე ბენზოლი.

ჩანაცვლების რეაქციებთან ერთად პიროლს ახასიათებს შეერთების რეაქციებიც. თანაც შეერთება და ჩანაცვლება პირველ რიგში მიმდინარეობს ამღებარობაში, რადგან იქ უფრო მეტია ელექტრონული ღრუბლის სიმკერავე.

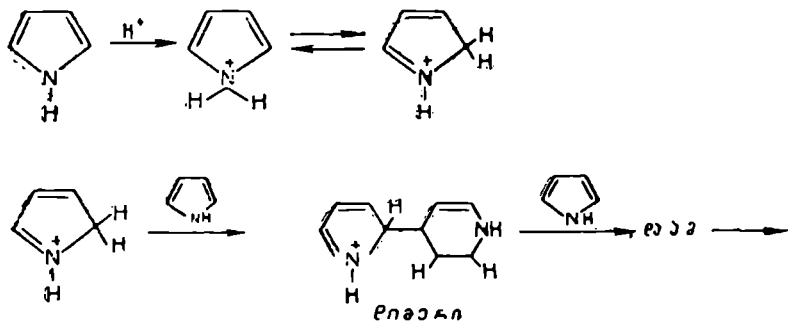
1. ახალგამოყოფილი წყალბადი პიროლს უერთდება  $\alpha$ -მდებარეობაში და მიიღება დიჰიდროპიროლი ანუ პიროლინი, ხოლო პიროლი და პიროლინი კატალიზური აღდგენით იძლევა ტეტრაჰიდროპიროლს ანუ პიროლიდინს:



პიროლის აღდგენა იწვევს პიროლის არომატულობის გაქრობასა და ფუძე თვისებების გაძლიერებას. ასე მაგალითად, პიროლინი წარმოადგენს ძლიერ ფუძეს და ამ თვისებით იგი ემსგავსება უნაჭერ ალიფატურ ამინებს. პიროლიდინიც, ანალოგიურად ნაჭერი ალიფატური ამინებისა, ძლიერი ფუძეა. პიროლის არომატულობა ქრება იმის გამო, რომ პიროლინსა და პიროლიდინში აღარ არსებობს სექსტეტი, რომელიც პიროლში წარმოქმნილი იყო აზოტის თავისუფალი წყვილი ელექტონის ორ  $\pi$ -ბმასთან შეუღლებით.

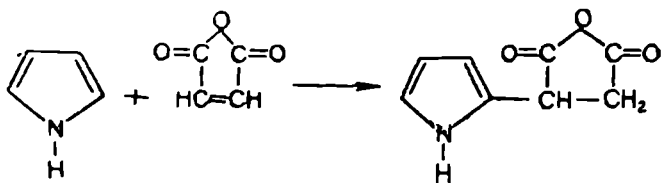
პიროლიდინის ბირთვი მონაწილეობას ღებულობს ისეთი მნიშვნელოვანი ალკალოიდის წარმოქმნაში, როგორც არის ნიკოტინი.

2. პიროლი, როგორც ფუძე, რეაქციაში შედის მჟავასთან, ამ შემთხვევაში პროტონი უერთდება ჰეტეროატომს (აზოტს), წარმოიქმნება კატიონი, ქრება არომატულობა და თავს იჩენს დიენური ბუნება და ხორციელდება პოლიმერიზაციის რეაქცია. ამის გამოა, რომ პიროლი შინერალური მჟავების გავლენით განიცდის პოლიმერიზაციას:

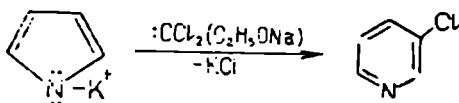


→ პოლიმერიზაცია

პიროლი მალეინის ანჰიდრიდთან რეაგირებს შეერთება-ჩანაცვლების რეაქციის ტიპის მიხედვით და არა როგორც დენი:

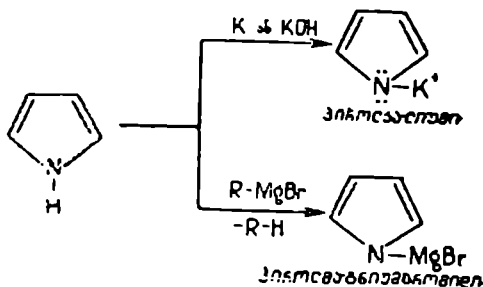


4. პიროლკალიუმზე დიქლორკარბენის ან ქლოროფორმის მოქმედებით ნატრიუმეთილატის თანაობისას, ადგილი აქვს პიროლის ბირთვის გაფართოებას ერთი C-ატომით და მიიღება 3-ქლორპირიდინი (β-ქლორპირიდინი):



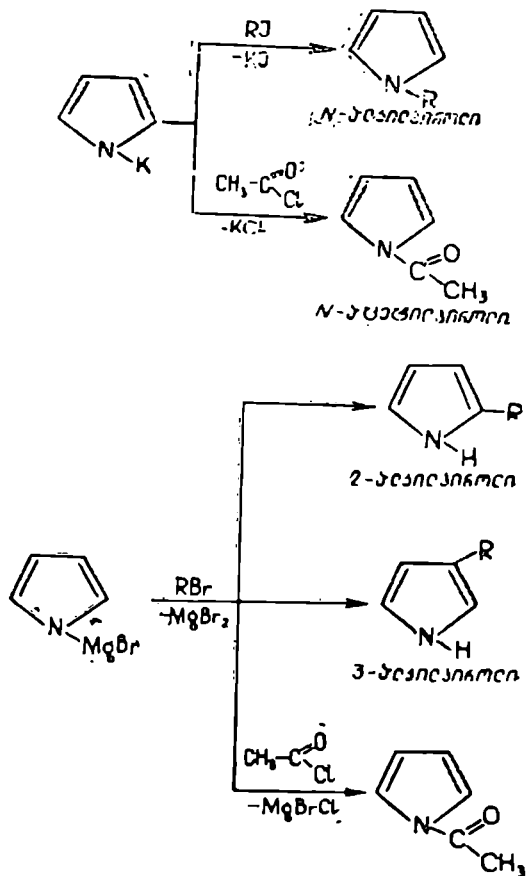
3-ქლორპირიდინი (β-ქლორპირიდინი)

5. პიროლი, როგორც მკვავა, რეაქციაში შედის მეტალურ კალიუმთან, კალიუმის პიდროქსიდთან, მაგნიუმის ორგანულ ნაერთთან და მიიღება შესაბამისად N-მეტალნაწარმები (კალიუმის მარილი და პიროლმაგნიუმჰალოგენიდი):

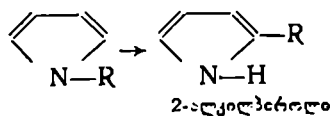


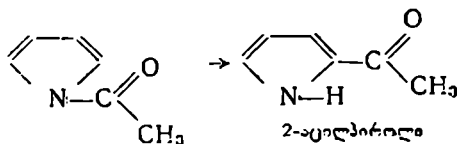
პიროლის N-მეტალნაწარმები დიდ გამოყენებას პოულობს ორგანულ სინთეზში (ამ მიმართულებით განსაკუთრებით ფართოდ იყენებენ პიროლმაგნიუმჰალოგენიდებს). მაგალითად, პიროლკალიუმი და პიროლმაგნიუმბრომიდი რეაქციაში შედის ჰალოგენალკილებთან და

პიროლკალიუმი იძლევა N-ალკილპიროლს (1-ალკილპიროლი), ხოლო პიროლპენიუმბრომიდი  $\alpha$ - და  $\beta$ -ალკილპიროლს (2- და 3-ალკილპიროლი). აცელორიდის ან კარბონჰალოგენის ანჰიდრიდების მოქმედებით პიროლის მეთალნაწარმები წარმოქმნიან N-აცილპიროლებს:

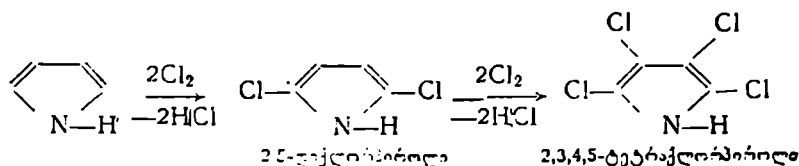


N-ალკილ- და აცილპიროლი გაცხელებით გადადის შესაბამისად 2-ალკილ- და 2-აცილპიროლში:

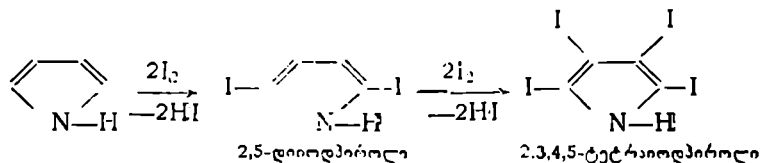




6. პიროლისა და ჰალოგენებს ურთიერთმოქმედებით ადვილად წარმოიქმნება 2,5-დიჰალოგენპიროლი და 2,3,4,5-ტეტრაჰალოგენპიროლი:

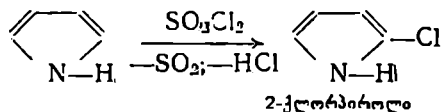


ანალოგიური რეაქცია მიმდინარეობს პიროლზე იოდალიუმში გახსნილი იოდის მოქმედებით:



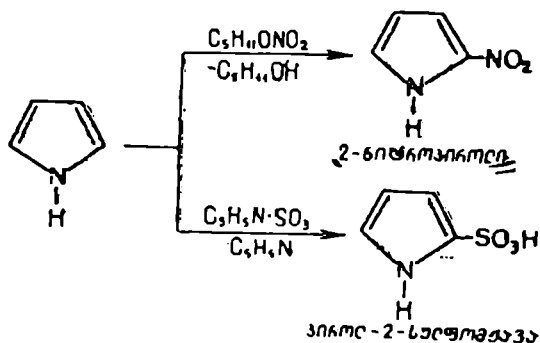
2,3,4,5-ტეტრაიდილი იოდოლის სახელწოდებით გამოეწინააღმდეგება მედიცინაში, როგორც ანტისეპტიკი, კრილობების სამკურნალო დამეშავეების დროს.

ზონოქლორიპიროლის მიღების მიზნით პიროლზე მოქმედებენ ქლორსულფურით:

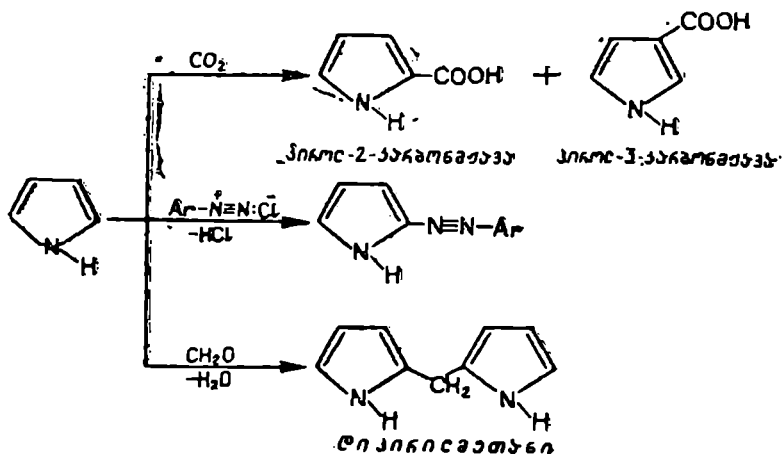


7. როგორც აღინიშნა, პიროლი მინერალური შეყვების გავლენით იფისება. ამიტომ მის ნიტრირებასა და სულფირებას ახორციელებენ მსუბუქი მოქმედების მანიტრებელი და მასულფირებელი რეაგენტით. ასე, მაგალითად, პიროლზე ამონიიტრატის მოქმედებით მიიღება 2-ნიტროპიროლი (α-ნიტროპიროლი), ხოლო პიროლისა და პირა-

დინკოგირდტრიოქსიდის კომპლექსის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება პიროლ-2-სულფომეჯეა (პიროლ- $\alpha$ -სულფომეჯეა):



8. პიროლი აღნიშნული რეაქციებით და ის, რომ ნახშირბადის-(IV)-ოქსიდის მოქმედებით კარბოქსილირდება, დიაზონაერთთან იძლევა აზოშერწყმის რეაქციას და ფორმალდეჰიდთან წარმოქმნის კონდენსაციის პროდუქტს, იგი თავისი ქიმიური ბუნებით ემსგავსება ფენოლს:



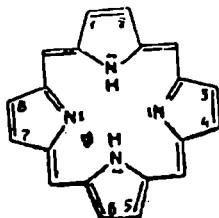
პიროლის მაგალითზე განხილული რეაქციები ადვილად მიმდინარეობს მის ჰომოლოგებთან, თუ  $\alpha$ -მდებარეობაში იმყოფება H-ატომი.

პიროლი ხასიათდება განსაკუთრებული მნიშვნელობით, რაც განპირობებულია იმით, რომ მისი ბირთვი მონაწილეობას ღებულობს ჰე-

მოგლობინის ჰემის, ქლოროფილისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებათა მოლეკულის წარმოქმნაში.

**პორფინი და პორფირინი.** პორფინი მოიცავს პიროლის ოთხ ბირთვს, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია CH-ჯგუფებით. მის მოლეკულაში იმყოფება 11 ორმაგი შეუღლებული ბმა (22 π-ელექტრონი). ამასთან ორმაგ ბმებთან შეუღლებულია ოთხი წყვილი გაუზიარებელი ელექტრონი, რომელიც იმყოფება ოთხ ატომ აზოტზე. მაშასადამე, პორფინის მოლეკულაში დელოკალიზებულია 30 ელექტრონი, რაც სრულ შესაბამისობაშია ჰიუკელის არომატულობის წესთან ( $4n+2$ ). მოცემულ შემთხვევაში  $n=7$  და  $4n+2$ -ის მნიშვნელობა ტოლი იქნება  $7 \times 4 + 2 = 30$ . პორფინის მოლეკულა ორმაგი ბმების გამო იმყოფება ერთ სიბრტყეში და სტაბილირდება მეზომერული სტრუქტურებით. პორფინი მოიცავს 840 კგ/მოლი რეზონანსულ ენერჯიას, რაც დიდად აღემატება ბენზოლის რეზონანსულ ენერჯიას. ყველაფერი ეს განაპირობებს პორფინის არომატულობასა და იგი მიეკუთვნება არაბენზოიდურ არომატულ მტკიცე სისტემებს.

პორფინის მოლეკულის სტრუქტურული ფორმლა გამოისახება შემდეგნაირად:



პორფინი

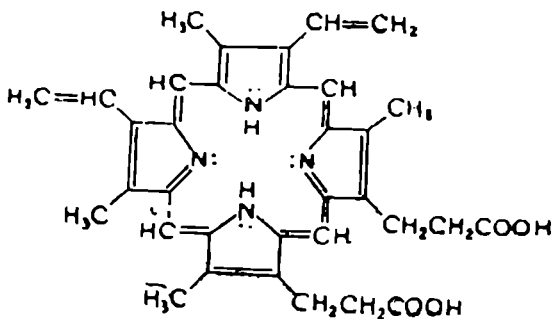
პორფინი წარმოადგენს მდგრად მუქი-წითელი ფერის კრისტალებს. იგი საფუძვლად უძევს ჰემოგლობინისა და ქლოროფილის მოლეკულას.

თუ პორფინი 1 C-ატომიდან 8 C-ატომამდე მთლიანად ან ნაწილობრივ შეიცავს ჩანაცვლებულებს, მაშინ მათ ეწოდებათ პორფირინები.

პორფირინები მდგრადი, არაბენზოიდური არომატული ნაერთებია, რომლებიც შედიან სულფირების, ნიტრიბების, აცილირებისა და სხვა რეაქციებში.

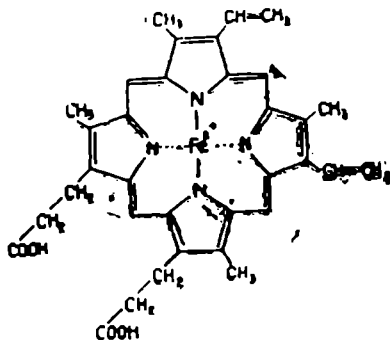
პორფირინებიდან ყურადღებას იპყრობს პროტოპორფინი. იგი მონაწილეობას ღებულობს ჰემოგლობინის მოლეკულის წარმოქმნაში.

პროტოპორფინის სტრუქტურული ფორმლაა:



პროტოპორფინი

ჰემი. ჰემი წარმოადგენს პროტოპორფინისა და ორვალენტიანი რკინის ატომისაგან წარმოქმნილ კომპლექსს:



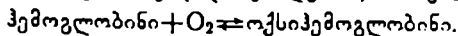
ჰემი

ჰემი იმყოფება სისხლის წითელი ნაერთის ჰემოგლობინის შედგენილობაში. ჰემოგლობინი წარმოქმნილია ჰემისა და წყალში ხსნადი ცილის—გლობინის ერთმანეთთან კოორდინაციული ბმით. ჩასუნთქული ჟანგბადი უერთდება ჰემოგლობინს და წარმოიქმნება ოქსიჰემოგლობინი. უკანასკნელის მეშვეობით ფილტვებიდან გამომდინარე სისხლის ნაკადს სხეულის ყველა უჯრედში გადააქვს ჟანგბადი. ჰემის მოლეკულაში მყოფი რკინა ჟანგბადს უკავშირდება მხოლოდ გლობინის თანაობით.

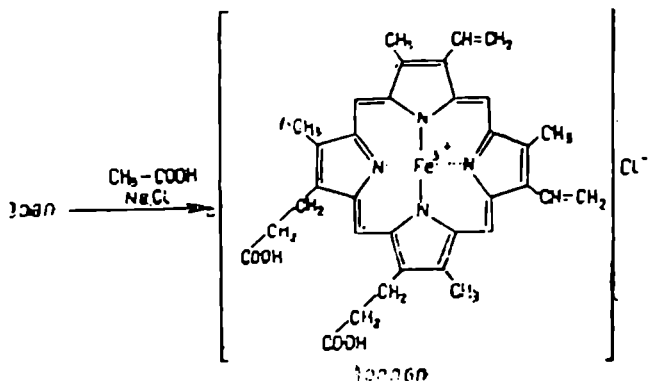
ჰემოგლობინიდან ოქსიჰემოგლობინის წარმოქმნა და ოქსიჰემოგ-



ლობინიდან ეანგბადის ჩამოშორების პროცესი ადვილად მიმდინარეობს და იგი ზოგადად შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



**ჰემინი.** ჰემოგლობინზე ძმარმეავასა და ნატრიუმქლორიდის მოქმედებით ჰემი სცილდება გლობინს, ორვალენტიანი რკინა გადადის სამვალენტიაში და ჰემი გარდაიქმნება ჰემინად:

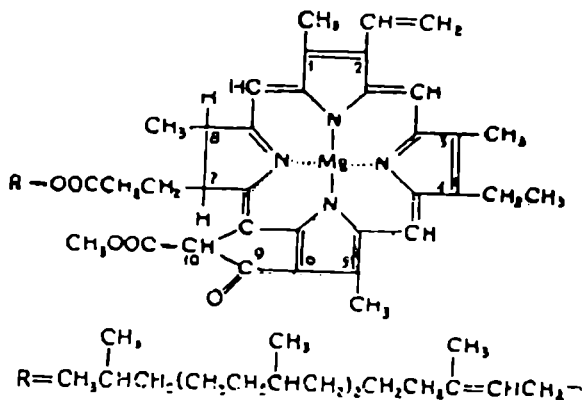


ჰემინი წარმოადგენს წითელი ფერის მედეგ კრისტალურ ნივთიერებას. ჰემინის მოლეკულის სტრუქტურა დადგენილია სინთეზით, რომელიც 1929 წელს განახორციელა გ. ფიშერმა.

**ქლოროფილი.** სახელწოდება ქლოროფილი წარმოდგება ბერძნული სიტყვიდან Chloros — მწვანე და Phyllon — ფოთლი. ისე, როგორც ჰემოგლობინი სისხლს ღებავს წითლად, ასევე ქლოროფილი წარმოადგენს უმაღლეს მცენარეთა მწვანედ მღებავ ნივთიერებას. ისეთი დიდი კვებითი მნიშვნელობის ნაერთები, როგორც ნახშირწყლებია, წარმოიქმნება მცენარეთა მწვანე ნაწილში ფოტოსინთეზის დროს. ამ პროცესში ერთ-ერთი შეუცვლელი მოქმედი ნივთიერება ქლოროფილია. უკანასკნელი მოიცავს დიჰიდროპორფირინის ბირთვის, რომელიც დაკავშირებულია მავნიუმთან. მე-7 C-ატომთან მდგომი პროპიონმეჰეას ნაშთი ეთერიფიცირებულია უნაჭერი სპირტის — ფიტოლის ნაშთით, ხოლო მე-10 C-ატომთან დაკავშირებული კარბოქსილის ჯგუფი — მეთილის სპირტით. ბუნებრივი წყაროებიდან გამოყოფილია a და b ქლოროფილი. a ქლოროფილისაგან b ქლოროფილი

განსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ *a* ქლოროფილში მე-3 C-ატომთან მდგომი მეთილის ჯგუფი შეცვლილია ალდეჰიდის ჯგუფით. *a* და *b* ქლოროფილის გამოყოფასა და გასუფთავებისათვის ფრთოდ იყენებენ ქრომატოგრაფიულ მეთოდს. *a* და *b* ქლოროფილი იმყოფება მცენარის მწვანე ნაწილში შეფარდებით 5:2-თან. *a* ქლოროფილი წარმოადგენს ცვილისებურ მყარ ნივთიერებას, რომელიც ღვებია 117-120°C-ზე. ორივე ქლოროფილი ოპტიკურად მიქმედია. ქლოროფილის სტრუქტურის დადგენის მიმართულებით ფუნდამენტური გამოკვლევება ჩატარებული რ. ვალბტერტის, ვ. ფიშერისა და სხვათა მიერ.

ქლოროფილის სინთეზი განახორციელა 1960 წ. რ. ვუდვორდმა. ქლოროფილის სტრუქტურული ფორმულა შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



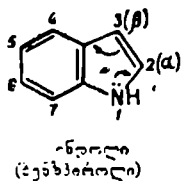
R-არის ფიტოლის ნაშთი.

**ვიტამინი B<sub>12</sub>** (ციანოკობალამინი). მეტალის შემცველი ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს კობალტის შემცველი ვიტამინი B<sub>12</sub>, რომელიც 1948 წ. გამოყოფილ იქნა თბილისისხლიან ცხოველთა ღვიძლიდან. B<sub>12</sub> ვიტამინი დღეისათვის ითვლება ერთ-ერთ ეფექტურ საშუალებად ზოგიერთი სახის ავთვისებიანი ანემიით (სისხლნაკლებობა) დაავადებულთა მკურნალობის საქმეში. B<sub>12</sub> ვიტამინს სამრეწველო მასშტაბით ღებულობენ მიკრობიოლოგიური სინთეზის მეთოდით. იგი წარმოადგენს წყალ-

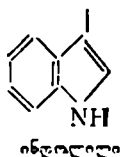
ში ძნელადხსნად, მუქი წითელი ფერის კრისტალურ ნივთიერებას. ვიტამინი B<sub>12</sub> არის რთული აგებულების ნივთიერება, რომელიც შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ჩანაცვლებული კორინისა და კობალტისაგან წარმოქმნილი კომპლექსი. ჯანმრთელი ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება B<sub>12</sub> ვიტამინზე შეადგენს 1—5 მკგ-ს.

### ინდოლი და მისი ნაწარმები

**ინდოლი**, პიროლის ბირთვის შემკველი კონდენსირებული სისტემებიდან დიდმნიშვნელოვან ნაერთს წარმოადგენს ინდოლი ანუ ბენზპიროლი. ინდოლში ერთმანეთთან შეერთებულია ბენზოლისა და პიროლის ბირთვი:

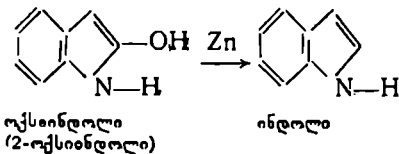


ერთვალენტია ფრაგმენტს, რომელიც მიიღება ინდოლის α- ან β- მდებარეობიდან H-ატომის ჩამოშორებით, ეწოდება ინდოლილი:

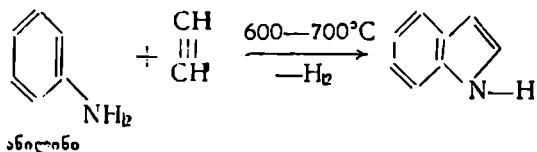


**მიღების საშუალებანი.** ინდოლს კუეფის ნაერთებს მრავალნაირი გაპოყენება აქვს. დღეისათვის შემუშავებულია მათი მიღების სხვადასხვა მეთოდი.

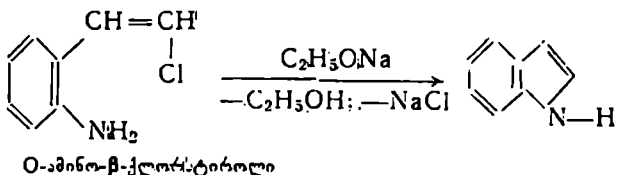
1. ინდოლი პირველად მიიღო ბაიერმა 1856 წ. ოქსიინდოლის თუთიის ფხვნილთან დუღილით:



2. ანილინის ორთქლისა და აცეტილენის ნარევის გავარგარებულ მილში გატარებით წარმოიქმნება ინდოლი (ა. ჩიჩიბაპინი, 1915 წ.):



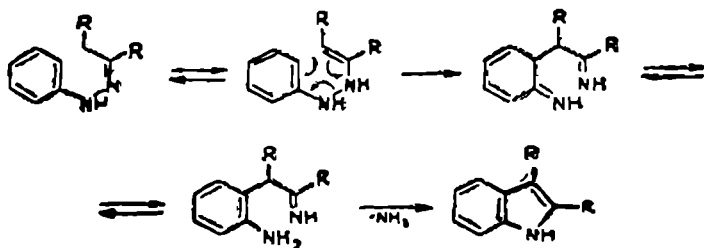
3. O-ამინო-β-ქლორსტიროლი ნატრიუმეთილატის გავლენით განიკდის ციკლიზაციას და მიიღება ინდოლი:



ეს რეაქცია ერთ-ერთ საფუძვლად ითვლება ინდოლის აგებულების დადგენისათვის.

4. ინდოლის ჰომოლოგების მიღების ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდია ალდეჰიდების ან კეტონთა ჰიდრაზონების თუთიის ქლორიდთან (ე. ფიშერი) ან სპილენძის ქლორიდთან გაცხელება (ა. არბუზოვი):

ამ რეაქციის დროს ადგილი აქვს გადაჯგუფებას. N—N ბმის გაწყვეტას, C—C ბმის წარმოქმნას, ამიაცის გამოყოფასა და ციკლიზაციას:



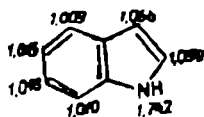
2,3-დიალკილინდოლი

ინდოლი მცირე რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრში. ცრუ აკაციასა და უცვეთელას ეთერზეთში. იგი წარმოადგენს ბენზოლის მჟავას მსგავს ბრწყინავ ფურცლისებურ ნივთიერებას (ლლ. ტემპ. 52°C). ინდოლი იხსნება ცხელ წყალში, სპირტში, ეთერსა და ზოგი-

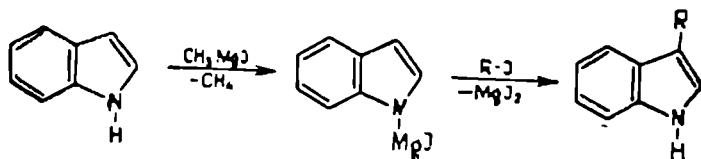
ერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. მცირე კონცენტრაციის დროს ინდოლს აქვს სასიამოვნო სუნი, ხოლო დიდი კონცენტრაციისას ხასიათდება ძალიან ცუდი სუნით. მარილმყავაში დასველებულ ნაძვის კვარსა და მყაუნმყავას ხსნარით გაყდნითილ გასუფის ქალაღს ინდოლის ორთქლი წითლად ლეზავს. ინდოლი გამოყენებულია ნიტრიტებზე თვისებითი ფერადი რეაქციისათვის და პარაფუმერიაში.

**ქიმიური თვისებები.** ინდოლის მოლეკულის ბენზოლისა და პიროლის ბირთვის საზარო ორმაგი ბმის  $\alpha$ -ელექტრონებისა და ბენზოლის დანარჩენი ორი ორმაგი ბმის  $\alpha$ -ელექტრონებისაგან წარმოქმნილია ბენზოლის ბირთვის  $\alpha$ -ელექტრონული სექსტეტი, ხოლო პიროლის ბირთვის მეორე ორმაგი ბმის  $\alpha$ -ელექტრონებთან შეუღლებულია აზოტის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი. ამის გამო მე-3 C ატომთან ( $\beta$ -მდებარეობა) მომატებულია ელექტრონული სიმკვრივე. ამიტომ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები პირველ რიგში მიმდინარეობს მე-3 C-ატომთან.

ინდოლის მოლეკულური დიაგრამა შემდეგ სურათს იძლევა:



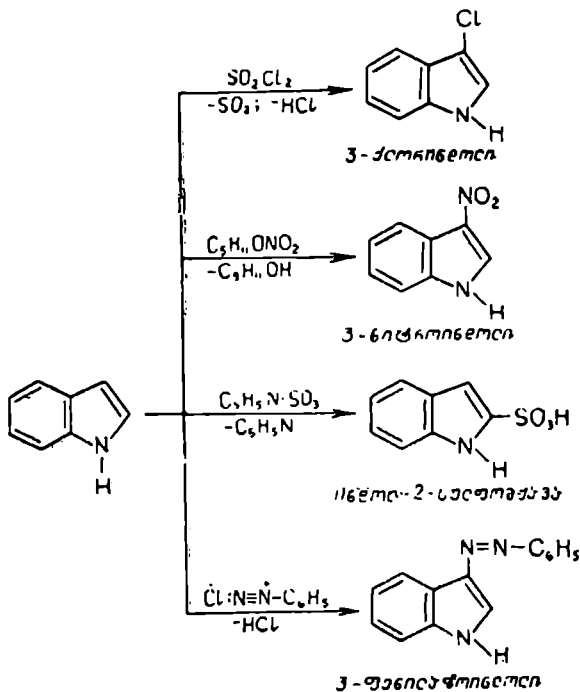
1. ინდოლი, ისე როგორც პიროლი, ამჟღავნებს სუსტი ფუძის თვისებებს. მაგალითად, მასზე მეტალ კალიუმის ან გრინიარის რეაქციის მოქმედებით მიიღება შესაბამისად ინდოლკალიუმი და მავნიუმის ნაწარმი, რომელიც რეაქციაში შედის ალკილჰალოგენიდთან და წარმოიქმნება 3-ალკილჩანაცვლებული (თუ მე-3 მდებარეობა დაკავებულია, მაშინ შემდეგი ჩანაცვლებული ღებება მე-2 C-ატომთან. ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა მე-2 და მე-3 C-ატომთან იყოფება ჩანაცვლებული, მაშინ ჩანაცვლებული ავგის იქვს მე-6 მდებარეობაში):



3-ალკილინდოლი

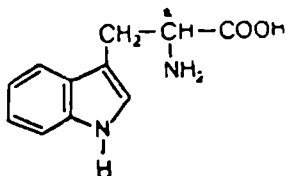
2. ინდოლზე მსუბუქი მაჰალოგენირებელი, მანიტრირებელი და მასულფირებელი რეაგენტის მოქმედებით წარმოიქმნება 3-ჰალოგე-

ინდოლი, 3-ნიტროინდოლი და ინდოლ-2-სულფომჟავა. ინდოლისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე აზოშერწყმის რეაქცია:

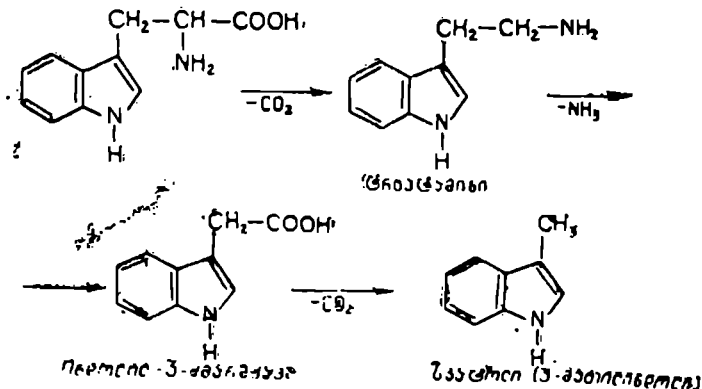


ინდოლის ნაწარმებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს: ტრიპტოფანი, სკატოლი, პეტეროაუქსინი, პსილოციბინი, სეროტონინი, ოქსიინდოლი, ინდოქსილი, იზატინი, ინდიგო და სხვა ნაერთები.

ტრიპტოფანი [1-ამინო-2-(ინდოლილ-3')-პროპიონმჟავა]. ტრიპტოფანი მიეკუთვნება შეუსველელ ამინომჟავებს. მისი სტრუქტურული ფორმულაა:



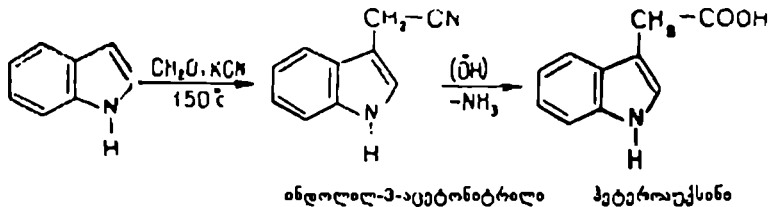
ტრიბტოფანი ცილების ჰიდროლიზის პროდუქტებში აღმოჩენილ იქნა ფერადი რეაქციის მეშვეობით 1890 წ., ხოლო სუფთა სახით გამოყოფილ იქნა მისი აღმოჩენიდან 11 წლის შემდეგ. ტრიბტოფანი ცილების მოლეკულაში იმყოფება მარცხნივმარჯვენებელი იზომერის სახით, რომელიც წარმოადგენს უფერო კრისტალებს (ლ. ტემპ. 289°C). ტრიბტოფანი და სხვა ამინომჟავები ცხოველის ორგანიზმში ნაწლავების ბაქტერიების მიერ გარდაქმნებიან სხვადასხვა ნივთიერებად, რომლებიც ესკრემენტების სახით გამოიყოფა ორგანიზმიდან გარეთ. ტრიბტოფანი აღნიშნული ბაქტერიების გავლენით გარდაიქმნება სკატოლად (3-მეთილინდოლი ანუ β-მეთილინდოლი):



სკატოლი ხასიათდება ძალიან ცუდი სუნით. ესკრემენტების ცუდი სუნი ძირითადად განპირობებულია მათში არსებული სკატოლით.

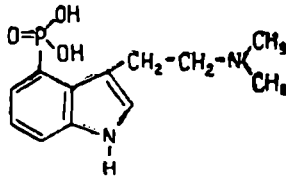
ჰეტეროაუქსინი (ინდოლილ-3-მარჯვამჟავა). ჰეტეროაუქსინი წარმოადგენს მცენარეთა ზრდის სტიმულატორს. ამ მიზნით მას იყენებენ მცირე დოზით. დიდი დოზით გამოყენების შემთხვევაში ჰეტეროაუქსინი მცენარის ორგანიზმზე მოქმედებს, როგორც ძლიერი შხამი.

ჰეტეროაუქსინს ღებულავენ სხვადასხვა მეთოდით. მისი მიღების ერთ-ერთი მეთოდია ინდოლის ფორმალდეჰიდთან და კალიუმციანიდთან კონდენსაციით ინდოლილ-3-აცეტონიტრილის მიღება და მისი ჰიდროლიზი:



ჰეტეროაუქსინი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 165°C-ზე.

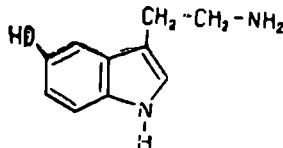
**პსილოციბინი.** პსილოციბინი იპყრება მექსიკის Psilocybe სოკოთა ოჯახის ორგანიზმში, საიდანაც ახდენენ მის გამოყოფას.



პსილოციბინი

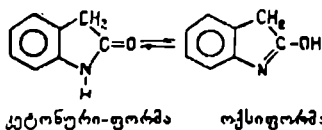
პსილოციბინი მიეკუთვნება ფიზიოლოგიურად ძლიერ მოქმედ ნივთიერებებს. იგი იწვევს ადამიანის ფსიქიკურ აღგზნებასა და ჰალუცინაციას.

**სეროტონინი (5-ოქსიტრიპტამინი).** სეროტონინი არეგულირებს სისხლის წნევასა და ტვინის ნორმალურ ფუნქციონირებას. სისხლში სეროტონინის რაოდენობის შეცვლას შეუძლია გამოიწვიოს შიზოფრენიის სიმპტომები.



სეროტონინი

**ოქსიინდოლი (2-ინდოლინონი).** ოქსიინდოლი იპყრება კეტონისა და ოქსიფორმის სახით:



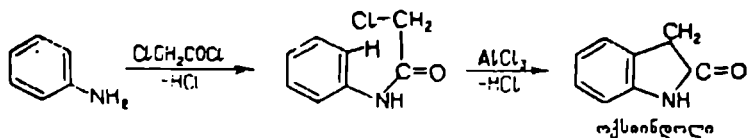
კეტონური-ფორმა

ოქსიფორმა

კეტონური-ფორმა შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც O-ამინო-ფენილმმარჟეას ლაქტამი.

ოქსიინდოლი მიიღება ანილინისა და ქლორაკეტილქლორიდის ურთიერთმოქმედებით:

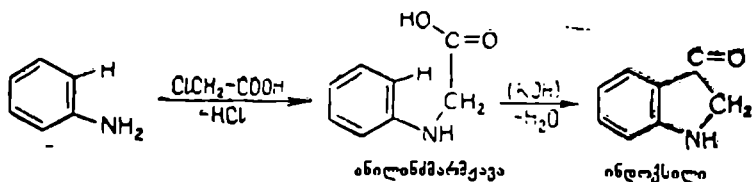




ოქსინდოლი წარმოადგენს ტუტესა და მკეაეაში ხსნად უფერულ კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 126-127°C-ზე.

ინდოქსილი (3-ინდოლინონი). ინდოქსილი გლიკოზიდ ინდიკანის სახით იპოვება Indigofera გვარის მცენარეებში. იგი ინდოქსილ-გოგირდმკეას ფორმით არის ადამიანისა და ბალახისმკეაველ ცხოველ-თა შარღში.

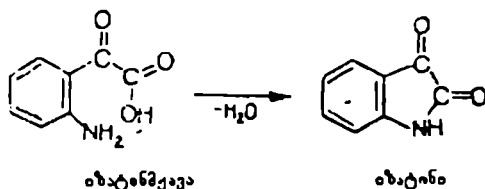
ინდოქსილს სინთეზური გზით ღებულობენ ანილინისა და ქლორ-მმარმკეას ურთიერთმკეაველებით:



ინდოქსილი წარმოადგენს ღია ყვითელი ფერის კრისტალებს (ლ. ტემპ. 85°C). ინდოქსილი ამჟღავნებს ფენოლისათვის დამახასია-თებელ ქიმიურ თვისებებს.

ინდოქსილის დიდმნიშვნელოვანი თვისებაა ის, რომ ტუტე გარე-მომში იგი ჰაერის ეანგბადით იეანგება და წარმოიქმნება ძერფასი საღებარა ინდიგო (ინდოგოტანი).

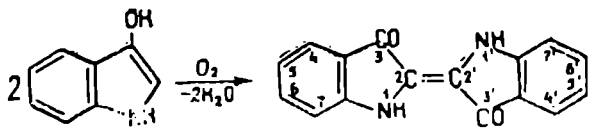
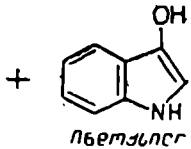
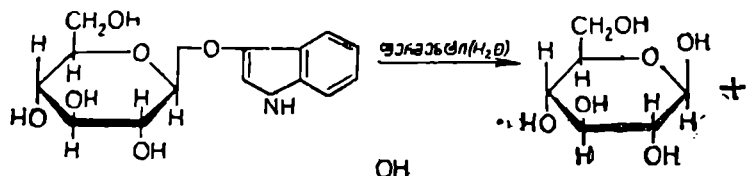
იზატინი (2,3-ინდოლინდიონი). იზატინი 1841 წ. მიიღეს ინდიგოს დეანგვით. დამეანგეკად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ქრომმკეა ან აზოტოვანი მკეა. იზატინს აგრეთვე ღებულობენ იზატინმკეას გაცე-ლებით:



როგორც მოტანალი რეაქციის სქემიდან ჩანს, იზატინი არის იზა-  
ტინმჟავას ლაქტამი. იზატინი წითელი ფერის კრისტალური ნივთიერე-  
ბაა. (ღობის ტემპერატურა 203,5°C).

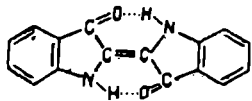
იზატიმი რეაგირებს ისე, როგორც კეტონი. მაგალითად, ჰიდროქ-  
სილაჰინთან და ჰიდრაზინთან იძლევა შესაბამისად 3-ოქსისისა და 3-  
ჰიდრაზონს.

**ინდიგო (ინდიგოტინი).** თავდაპირველად ინდიგოს ღებულობდნენ  
გლიკოზიუ ინდიკანთან. რომელიც იშუაფება ინდოეთში გავრცელებულ  
მცენარე ინდიგოფერას (*Indigofera tinctoria*) გვარში. ამ მცენ-  
არიდან ინდიგო მიიღება 1,5-2%-ის ოდენობით. ინდიკანის შემცველ  
ლი მცენარედან ინდიგოს ღებულობენ შემდეგნაირად: წვრილად  
დაკრილი მცენარედან მიღებულ წყლიან ექსტრაქტზე მოქმედებენ ფერ-  
მენტ ინდოქსილასით და წარმოიქმნება გლუკოზა და ინდოქსილი:  
უკანასკნელი იყენება ჰაერის უანგბადით და მიიღება ინდიგო:



**ლურჯი ინდიგო**

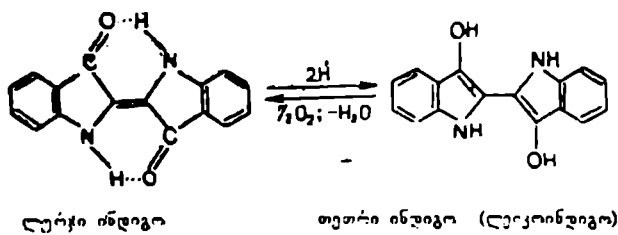
რენტგენოსტრუქტურული ანალიზით დადგინდა, რომ ინდიგოს  
მოლეკულა წარმოადგენს ტრანს-ფორმას (C=C ბმის მიმართ კარბო-  
ნილის ჯგუფები იშუაფებიან სხვადასხვა მხარეს), რომელიც სტაბი-  
ლირდება შიგამოლეკულური ორი წყალბადური ბმით:



ინდიგო წარმოადგენს წყალსა და მრავალ ორგანულ გამხსნელში უხსნად მუქი-ლურჯი ფერის ფხვნილს, რომელიც ღლეება 390-392°C-ზე (შელღობილ კაპილარში). იგი კარგად იხსნება მკუდარე ანილინსა და ნიტრობენზოლში.

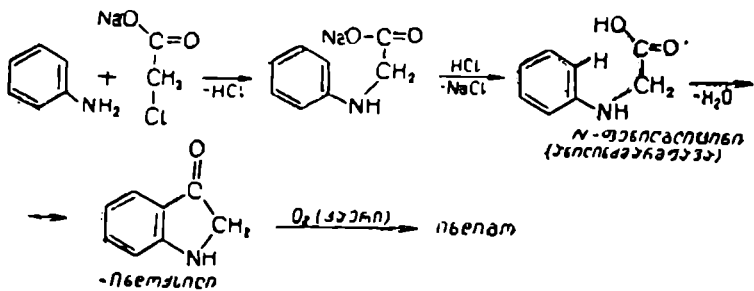
ინდ-გო და საერთოდ ინდიგოიდური საღებარები შეეკუთვნებიან კუბურ საღებარებს. იმისათვის, რომ ქსოვილა შეღებონ ინდიგოს მეშვეობით, ლურჯ ინდიგოს ალაღვენენ თეთრ ინდიგოდ (ლეიკონდ-გო). უკანასკნელი იხსნება განზავებულ ტუტეში და წარმოიქმნება ფენოლატის მსგავსა ნივთიერება ენოლათი. კუბში (ქვაბში) მოთავსებულ ენოლატის ხსნარში ათავსებენ შესაღებ ქსოვილს. ხსნარით გაყენებული ქსოვილა ქვაბიდან ამოაქვთ და გაშლიან ჰაერზე. ჰაერის ეხვადრით იყანება თეთრი ინდიგო და გარდაიქმნება ლურჯ ინდიგოდ და ქსოვილი ღებულობს ღამას ლურჯ ფერს. ინდ-გო გამოყენებულია შალისა და ბამბის ქსოვილების შესაღებად. ამ საღებარით შეღებილი ქსოვილი სინათლის სხივების გავლენითა და რეცხვით არ ბუნდება. ისეთი ღებვა, რომლის დროსაც უფერული ნაერთიდან ქსოვილზე ან საერთოდ ბოჭკოზე წარმოიქმნება საღებარე, ცნობილია „კუბური ღებვის“ სახელწოდებით.

ლურჯი ინდიგოდან თეთრი ინდიგოს წარმოქმნა და პირიქით შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



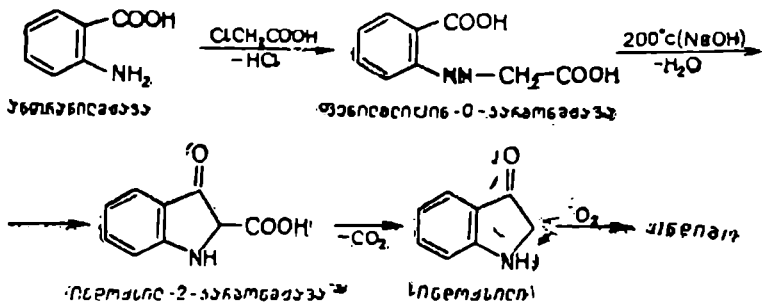
ინდიგო სინთეზური გზით 1883 წ. მილო ა. ბაიერმა. ამით პირველად დადგინდა ინდიგოს სტრუქტურა. ფიქრობდნენ, რომ ინდიგოს მოლეკულას აქვს ცის-ფორმა. როგორც აღნიშნული იყო, ინდიგოს მოლეკულა სინამდვილეში წარმოადგენს ტრანს-ფორმას და არა ცის-ფორმას.

ინდიგოს მიღების პირველი სამრეწველო სინთეზის მეთოდი 1890 წ. შეიმუშავა ა. ბაიერის მოწაფე კ. ჰეინანმა. ამ მეთოდით ანილინისა და ქლორმარმეაენატრიუმის ურთიერაშოქმელებით ღებულობენ N-ფენილგლიცინს, რომელსაც 300°C-ზე გახურებით ალღობენ კალიუმის ჰიდროქსიდთან და წარმოიქმნება ინდოქსალი. უკანასკნელი დაჟანგვით გარდაიქმნება ინდიგოდ:



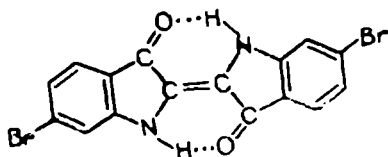
ამ მეთოდის დროს ინდიგოს გამოსავლიანობა მცირეა, რადგან წარმოქმნილი ინდოქსილი ტემპერატურის (300°C) გავლენით იშლება.

1893 წ. იმავე კ. ჰეიმანის მიერ მოწოდებულ იქნა ინდიგოს სპირტული სინთეზის მეორე მეთოდი. ამ შემთხვევაში საწყის ნივთიერებად გამოყენებულ იქნა ანთრანისის მჟავა და ქლორძმარმჟავა, რომლის დროსაც ციკლიზაცია მიმდინარეობს 200°C-ზე და აღარ ხდება წარმოქმნილი ინდოქსილის თერმული დაშლა:



**პურპური (მეწამული).** პურპური, რომელიც ცნობილია ანტაკურის პურპურის სახელწოდებით, წარმოადგენს ძვირფასი თვისების წითელი ფერის საღებარს. ამ საღებარს ძველ დროს ლებულობდნენ ხმელთაშუაზღვის მოლუსკის (Murex brandaris) ორგანიზმისაგან. ამ ჯგუფის მოლუსკის ორგანიზმში არის უფერული ნივთიერება, რომელიც ჰაერზე ლებულობს ლამაზ ფერს. 12 ათასი ასეთი მოლუსკისაგან მიიღება მხოლოდ 1.5 გრამი საღებარი. იგი ძალიან ძვირად ფასობდა და მისგან ლებავდნენ მხოლოდ მეფის მანტიას (მოსასხამი) და სხვა განსაკუთრებული დანიშნულების ძვირფას ქსოვილებს.

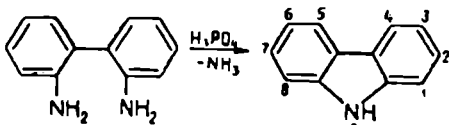
ანტიკური ჰურპურის ქიმიური ბუნების შესწავლით დადგინდა, რომ იგი მჭიდრო კავშირშია ინდიგოსთან და წარმოადგენს 6,6'-დიბრომინდიგოს:



6,6'-დიბრომინდიგო

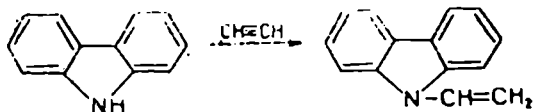
ეს საღებარე მიღებულია სინთეზური გზით. ალიზარინის, ინდიგოსა და სხვა მრავალრიცხოვანი საღებარის სინთეზურად მიღება არის XIX საუკუნის მეორე ნახევარში ორგანული ქიმიის სწრაფი განვითარების ერთ-ერთი უტყუარი მაჩვენებელი.

**კარბაზოლი.** კარბაზოლი იმყოფება ქვანახშირის კუპრის ანთრაცენის ფრაქციაში. მას ღებულობენ 2,2'-დიამინობიფენილისა და ფოსფორმეაქვას ნარევის გაცხელებით. ამ დროს ფოსფორმეაქვას გველენით 2,2'-დიამინობიფენილიდან გამოიყოფა ამიაკი და მიიღება კარბაზოლი:



კარბაზოლი

კარბაზოლი წარმოადგენს წყალში უხსნად, ქლოროფორმსა და გოგირდნახშირბადში ხსნად ქერცლოვან მყარ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 247°C). კარბაზოლს უერთდება აცეტილენი და მიიღება N-ვინილკარბაზოლი:



N-ვინილკარბაზოლი

N-ვინილკარბაზოლი ვინილის ჯგუფის π-პმის ხარჯზე წარმოქმნის პოლიმერს, რომელიც გამოყენებულია ნაკეთობათა საფარველად.

N-ვინილკარბაზოლი გამოყენებას პოულობს, აგრეთვე საღებარე-ბისა და ინსექტიციდების მილიონს საქმეში.

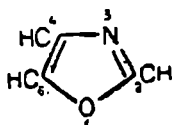
N-ვინ-ლკარბაზოლი იწვევს კანის ქა კალის დაავადებას — დერ-მატიტს.

### ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ორი ჰეტეროატომით

ხუთწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები, რომლებიც ბირთვში შეიცავენ აზოტის ორ ატომს ან აზოტისა და სსვა რომელიმე ერთ ჰეტეროატომს, ცნობილი არიან აზოლების სახელწოდებით. აზოლებიდან განხილულ იქნება: ოქსაზოლი, იზოოქსაზოლი, თიაზოლი, პირაზოლი, იმიდაზოლი და მათი ჯგუფის ზოგიერთი ნაერთი.

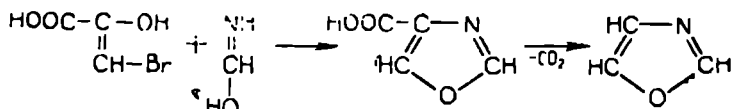
### ოქსაზოლი და მისი ნაწარმები

ოქსაზოლის მოლეკულის ბირთვის წარმოქმნაში C-ატომებთან ერთად მონაწილეობას ლებულობს ერთი უანგბადისა და ერთი აზოტის ატომი:



ოქსაზოლი

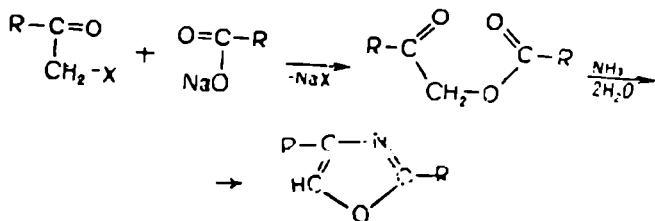
მიღების საშუალებანი. 1. ოქსაზოლი მიიღება ბრომპიროყურძნის მჟავასა და ფორმამიდის ურთიერთმოქმედებით. მორეაგირე ნივთი-ერებები კონდენსაციის რეაქციაში შედიან ენოლური ფორმით. ჯერ წარმოიქმნება ოქსაზოლ-4-კარბონმჟავა, რომელიც დეკარბოქსილი-რებით გარდაიქმნება ოქსაზოლად:



ოქსაზოლი არის დამახასიათებელი სუნის სითხე, რომელიც დულს 69-70°C-ზე.

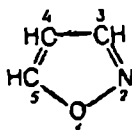
2. ოქსაზოლის ჰომოლოგების მიღების ერთ-ერთი მეთოდია კალოგენეკტონებზე კარბონმჟავების მარილების მოქმედება. ამ დროს

ჯერ წარმოიქმნება აცილირებული ოქსიკეტონი, რომელიც ამიაკთან იძლევა ოქსაზოლის შესაბამის ჰომოლოგს:



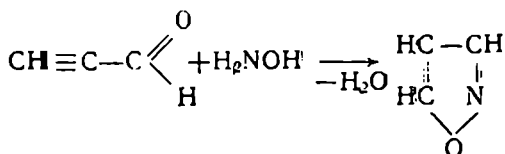
ოქსაზოლი და მისი ჰომოლოგები წარმოადგენენ სუსტი ფუძე თვისების ნაერთებს. ისინი ადვილად იშლებიან მინერალურ მკაეებთან გატყელებით.

### იზოოქსაზოლი და მისი ნაწარმები

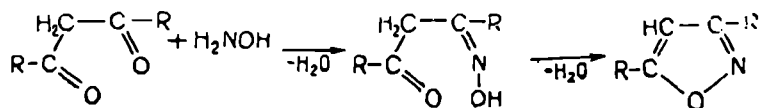


იზოოქსაზოლი

მიღების საშუალებანი. 1. იზოოქსაზოლი მიიღება პროპარგილალდეჰიდის კონდენსაციით ჰიდროქსილამინთან:

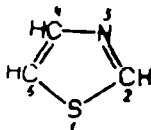


2. იზოოქსაზოლის ჰომოლოგები მიიღებიან სხვადასხვა ზოგადი მეთოდით. მათ შორის ერთ-ერთია 1,3-დიკარბონილნაერთისა და ჰიდროქსილამინის ურთიერთმოქმედება:



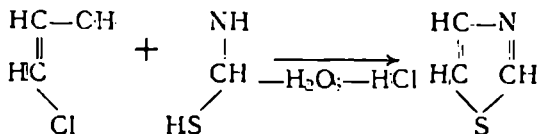
იზოქსაზოლები სუსტი ფუძე თვისების ნოვითერებებია. მათ ახასიათებთ არომატულობა, იძლევიან ჰალოგენირების, სულფირების, ნიტრირების რეაქციებს. ჩამნაცვლებლები ადვალს იქონებენ მე-4 C-ატომთან.

### თიაზოლი და მისი ნაწარმები

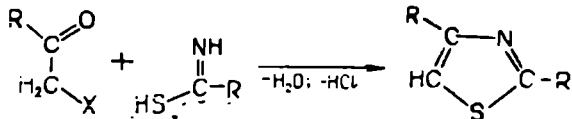


თიაზოლი

მიღების საშუალებანი. 1. თიაზოლი მიიღება ქლორაცეტალდეჰიდზე (ენოლი) თიოფორამილის მოქმედებით:



2. თიაზოლის ჰომოლოგების მიღების მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს  $\alpha$ -ჰალოგენკეტონების თიოამიდთან კონდენსაცია, როპელიც შემუშაებულ იქნა 1889 წ. ა. პანჩის მიერ:

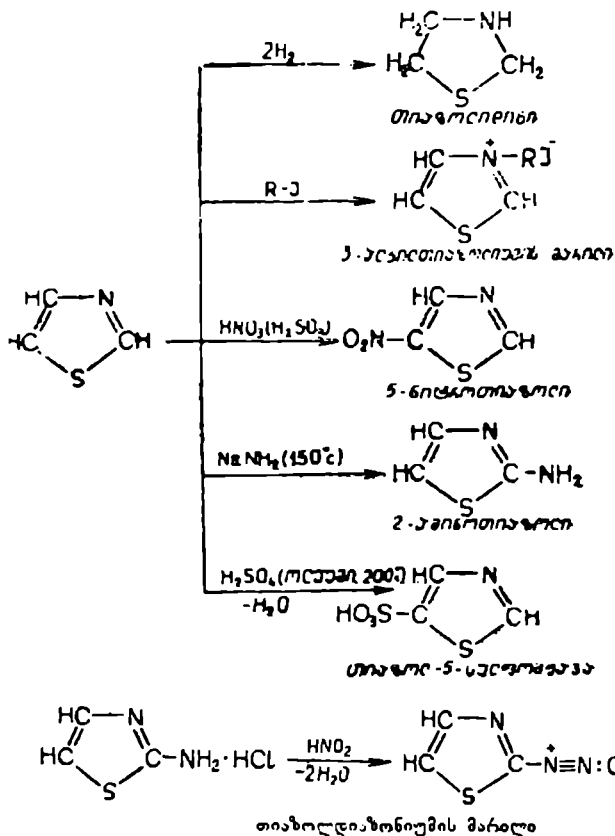


თიაზოლი წარმოადგენს პირიდინისათვის დამახასიათებელი სუნის უფერო სითხეს, რომელიც დუღს 117°C-ზე. თიაზოლის ბირთვი მონაწილეობას ლებულობს ბიოლოგიურად აქტიური ისეთი ნივთიერების მოლეკულის წარმოქმნაში, როგორიც არის ვიტამინი B<sub>1</sub>, ნორსულფაზოლი, სულფაზოლი, პრომიზოლი, პენიცილინი და სხვა. ამის გამო თიაზოლისა და მისი ნაწარმების ქიმია საფუძვლიანად არის შესწავლილი.

ქიმიური თვისებები. თიაზოლი და მისი ჰომოლოგები წარმოადგენენ სუსტ ფუძეებს. თიაზოლი დიდ მდგრადობას იჩენს დამყანაგაებისაღმი. მაგალითად, იგი კალიუმის პერმანგანატისა და ცხელი აზოტ-

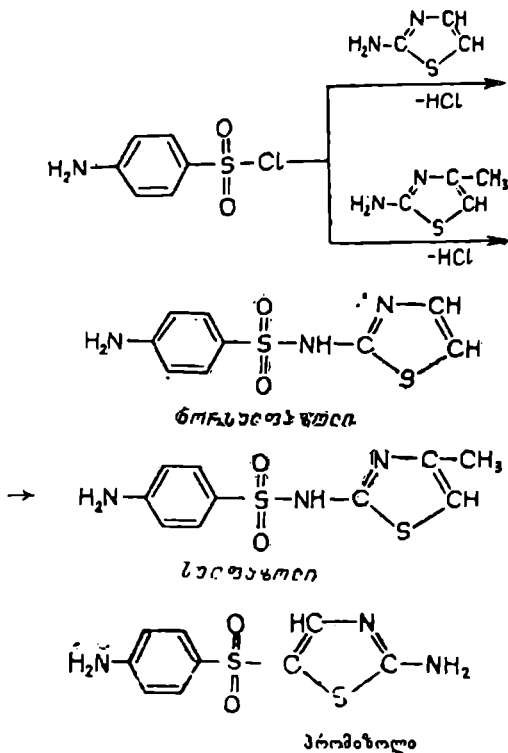


მკვლევას გავლენით არ იქანგება. თიაზოლი სრული აღდგენით იერთებს ოთხ H-ატომს და მიიღება ტეტრაჰიდროთიაზოლი ანუ თიაზოლიდინი. თიაზოლი ალკილქალოგენიდებთან იძლევა მეოთხეულ 3-ალკილ-თიაზოლიუმის მარილს. მკაცრ პირობებში ნიტრირებისა და სულფირების დროს წარმოქმნის 5-ჩანაცვლებულ ნიტრონაერთსა და სულფომკვლევას. თიაზოლისათვის მსგავსად პირიდინისა დამახასიათებელია ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს 2-მდებარეობაში. ამინოთიაზოლი დიაზოტირდება და სხვა:



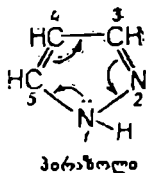
2-ამინოთიაზოლი და ზოგიერთი მისი ნაწარმი დიდ გამოყენებას პოულობს, როგორც საწყისი პროდუქტი სულფანილამიდური მედიკამენტების წარმოებაში. სულფანილამიდური პრეპარატები ხასიათდებიან ძლიერი ბაქტერიციდული ბუნებით. ამ რიგის მედიკამენტები:

ნორსულფაზოლი მიიღება P-ამინოსულფანილმეცავს ქლორანჰიდრატზე 2-ამინოთიაზოლის მოქმედებით. სულფაზოლიკი მიიღება იმავე შედეგს ქლორანჰიდრატისა და 2-ამინო-4-მეთილთიაზოლის ურთიერთმოქმედებით. პრომიზოლი შეიძლება გაეყვანოს ისე, როგორც 2-ამინოთიაზოლი, სხვადასხვა მდებარეობაში H-ატომი შეცვლილია P-სულფანილმეცავს ნაშთით:

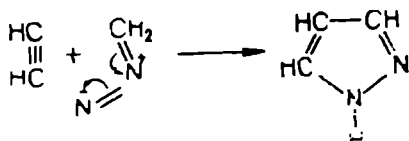


პრომიზოლი გამოყენებულია ტუბერკულოზური დაავადებების სინაალმდეგოდ.

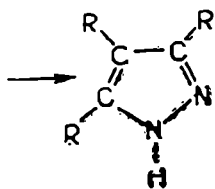
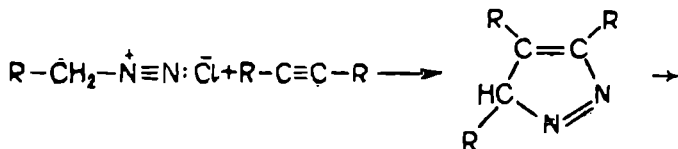
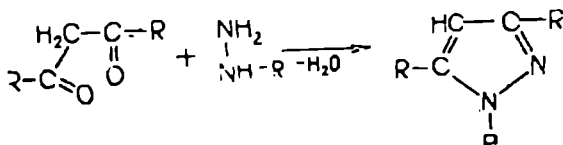
კირაზოლი და მისი ნაწარმები



მიღების საშუალებანი. 1. პირაზოლი წარმოაქმნება აცეტილენითა და დიაზომეთანის კონდენსაციით. დადგენილია, რომ რეაქცია მიმდინარეობს სინქრონული (ერთდროული) ციკლოშეერთების მექანიზმის მიხედვით, რომელშიაც დიაზომეთანის მოლეკულა მონაწილეობს ბიპოლარული სტრუქტურის სახით:



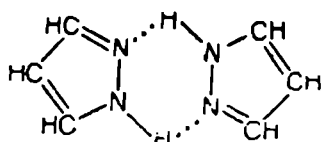
2. პირაზოლის პომოლოგები მიიღებიან 1. ალკილ- ან არილკარბონების 1,3-დიკეტონებთან კონდენსაციით და აგრეთვე დიაზონაერთებისა და ალკინების ურთიერთმოქმედებით:



ეს რეაქციაც მიმდინარეობს ბიპოლარულ სინქრონული ციკლოშეერთების მექანიზმის მიხედვით, სადაც დიაზონაერთი გვევლანება ბიპოლარული სტრუქტურის ფორმით.

პირაზოლი არის წყალში ხსნადი უფერო ნემსისებური კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღვება 70°C-ზე.

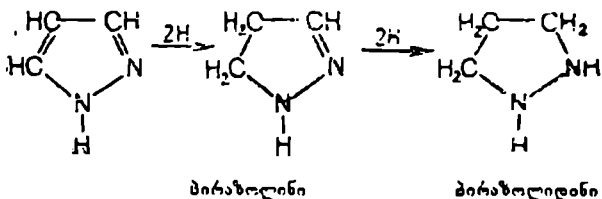
პირაზოლში და საერთოდ მის ჰომოლოგებში, თუ ბირთვის პირველ ატომთან არ იმყოფება ჩანაცვლებული, მაშინ ისინი მოლეკულათაშორის წარმოქმნიან წყალბადურ ბმას და იმყოფებიან დიმერების სახით:



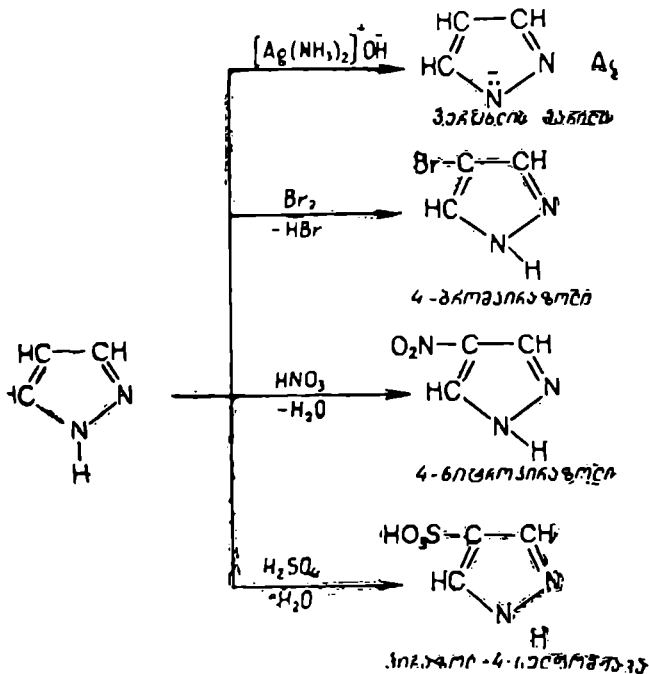
პირაზოლის დიმერი

ქიმიური თვისებები. 1. პირაზოლი ანალოგიურად პირაზოლისა ხასიათდება სუსტი ფუჟისა და სუსტი მკევეური ბუნებით. პირაზოლი და საერთოდ მისი ჰომოლოგები უფრო ნაკლებად რეაქტიულ-აქტიური ნივთიერებები არიან, ვიდრე პირაზოლი და მისი ჰომოლოგები.

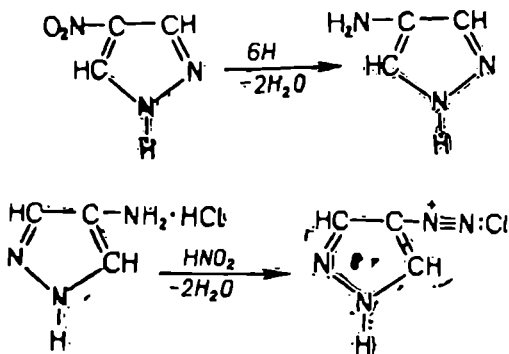
1. პირაზოლის ჰიდრირებისას წარმოიქმნება პირაზოლინი (დიჰიდროპირაზოლი) და პირაზოლიდინი (ტეტრაჰიდროპირაზოლი):



2. პირაზოლი ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარის მოქმედებით იძლევა ვერცხლის მარილს, რაც პირაზოლის მკევეური ბუნების მაჩვენებელია. პირაზოლი, როგორც ფუჟე ძლიერ მკევებთან წარმოქმნის მარილებს. პირაზოლს ახასიათებს არომატულობა. იგი ჰალოგენირდება, ნიტრირდება, სულფირდება და ჩამნაცვლებელი დგება მე-4 C-ატომთან:

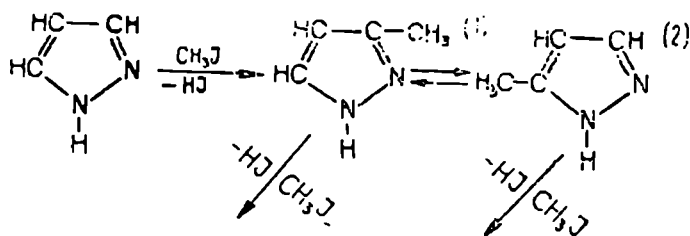


3. 4-ნიტრობირაზოლის აღდგენით მიიღება 4-ამინობირაზოლი, რომელიც შედის დიაზოტირების რეაქციაში:



დიაზონიუმის მარილი იძლევა აზოშერწყმისა და ელმინირების რეაქციებს.

4. პირაზოლის მეთილირებით წარმოიქმნება ტაუტომერულ წონასწორობაში მყოფი 3- და 5-მეთილპირაზოლი (1 და 2), რომელთა ზემდეგი მეთილირებით მიიღება 1,3- და 1,5-დიმეთილპირაზოლის ნაწილი:

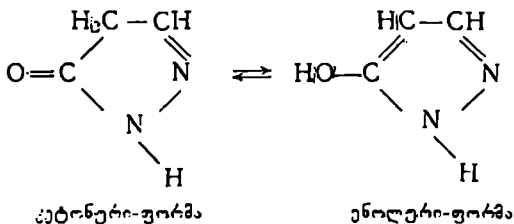


1,3-დიმეთილპირაზოლი

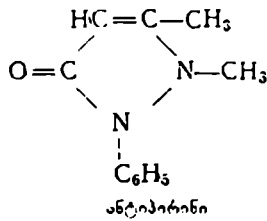
1,5 დიმეთილპირაზოლი

იმის გამო, რომ 3-და 5-მეთილპირაზოლი იმყოფება ტაუტომერულ წონასწორობაში, მათი ერთმანეთისაგან იზოლირება არ სერხდება. პირაზოლის ნაწარმებიდან აგრეთვე ღიდ ყურადღებას იპყრობს კეტონი 5-პირაზოლონი, რომელიც საფუძვლად უძევს ისეთ მნიშვნელოვან მედიკამენტებს, როგორიც არის ანტიბირინი, ამიდოპირინი (პირამიდონი) და ანალგინი.

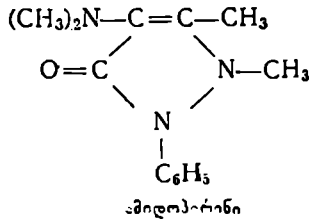
კეტონი-5-პირაზოლონი არსებობს კეტო-ენოლურ ტაუტომერული ფორმის სახით:



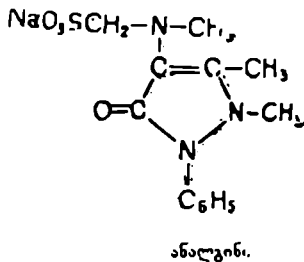
ანტიბირინი, ანტიბირინი წარმოადგენს წყალში კარგად ხსნად, თეთრი ფერის კრისტალებს, (ლ. ტემპ. 113°C), რომელიც ქიმიური აგებულების მხრივ წარმოადგენს 2,3-დიმეთილ-1-ფენილ-5-პირაზოლონს:



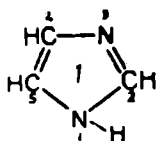
**ამილოპირინი** (პირამიდონი). ამილოპირინი არის წყალში ხსნადი, თეთრი ფერის კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 108°C). ამილოპირინი მიიღება 4-ამინოანტიპირინის მეთილირებით და წარმოადგენს 4-დიმეთილამინო-2,3-დიმეთილ-1-ფენილ-5-პირაზოლონს:



**ანალგინი**. ანალგინი მიიღება 4-ამინოანტიპირინზე ფორმალდეჰიდის ბისულფიტური ნაწარმის მოქმედებით და მიღებული ჩანაცვლების პროდუქტის ამინოჯგუფის მეთილირებით. ანალგინი აგებულია არის 2,3-დიმეთილ-1-ფენილ-5-პირაზოლონ-4-მეთილამინო-N-მეთილენსულფომქავანატრიუმში.



ანტიპირინი, ამილოპირინი და ანალგინი ხასიათდება ანალგეტიკური (ბერძ. analgesia-ტკივილის მგრძნობიარობის დაკარგვა) თვისებებით. მათ მედიცინაში იყენებენ როგორც ანალგეტიკებს. სიცხის დამწვევ და ანთების საწინააღმდეგო საშუალებებს. მათგან ყველაზე უფრო ეფექტურად და სწრაფად მოქმედებს ანალგინი.

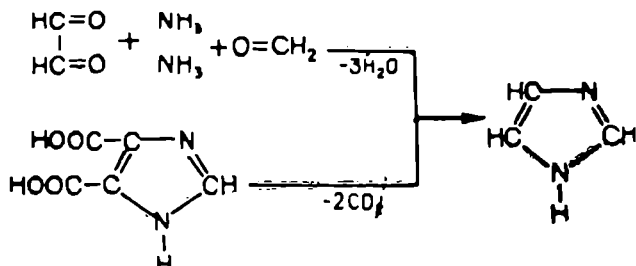


იმიდაზოლი

იმიდაზოლი წარმოადგენს პირაზოლის იზომერს.

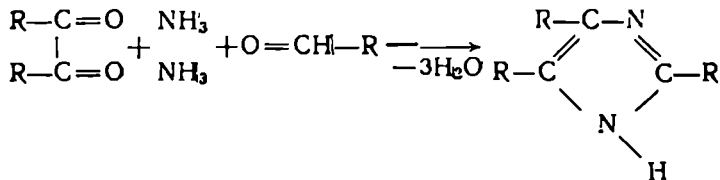
მიღების საშუალებანი. 1. იმიდაზოლი მიიღება გლიოქსალის.

ფორმალდეჰიდისა და ამიაკის ურთიერთმოქმედებით და აგრეთვე იმიდაზოლ-1,5-დიკარბონმჟავას დეკარბოქსილირებით:



იმიდაზოლ-4,5-დიკარბონმჟავა

2. იმიდაზოლის ჰომოლოგები მიიღებიან, გლიოქსალიდან იმიდაზოლის წარმოქმნის ანალოგიურად, 1,3-დიკარბონ-ლნაერთებზე ამიაკისა და ალდეჰიდების მოქმედებით:



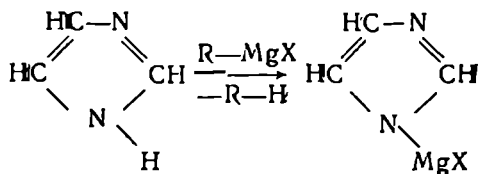
იმიდაზოლი არის წყალში ხსნადი კრისტალური ნივთიერება. მისი დუღ. ტემპერატურაა 90°C.

იმიდაზოლი და მისი ჰომოლოგები, მსგავსად პირაზოლისა და მისი ჰომოლოგებისა ასოცირებულა არიან მოლეკულთა შორის წყალბადური ბმით და ისინი მონომერში გადადიან აორთქლებისას.

ქიმიური თვისებები. 1. იმიდაზოლი უფრო ძლიერი ფუძე ხასიათისაა, ვიდრე პირიდინი და პირაზოლი და ძლიერ მჟავებთან იძლევა

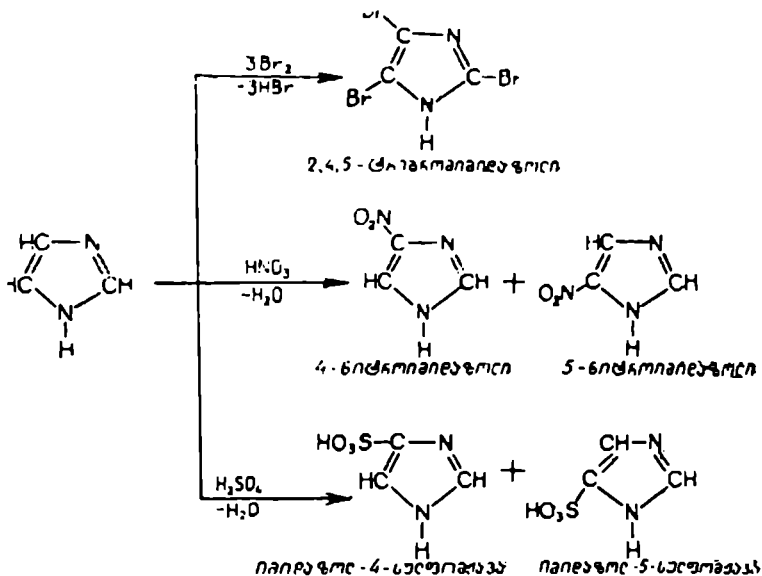


მდგრად მარილებს. ამასთან იმიდაზოლის ახასიათებს შეყუერი ბუნე-  
ბაც და იძლევა მეტალნაწარმებს:

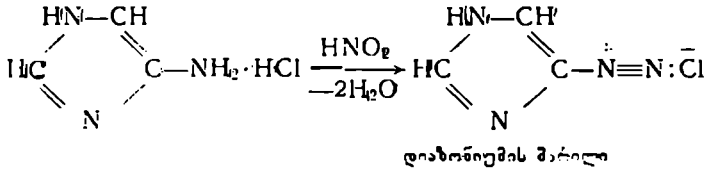
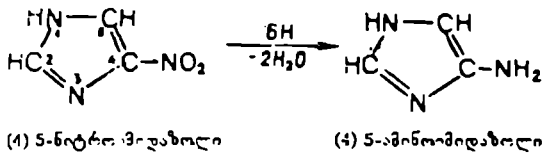


მეტალნაწარმებიდან ღებულობენ იმიდაზოლის N-ალკილირებულ პროდუქტებს.

2. იმიდაზოლისა და მისი ჰომოლოგებისათვის მსგავსად ბენზო-  
იდური ნაერთებისა დამახასიათებელია ჰალოგენირების, ნიტრირების,  
სულფირების რეაქციები. მაგალითად, იმიდაზოლი ბრომის მოქმედე-  
ბით იძლევა 2,4,5-ტრიბრომიმიდაზოლს, ნიტრირებისა და სულფირე-  
ბის რეაქციის დროს ელექტროფილური ჩამნაცვლებები ადგის  
იქერს 4 და 5 C-ატომებთან:

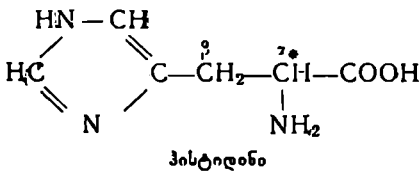


3. 4- და 5-ნიტრომიდაზოლი აღდგენით იძლევა 4- და 5-ამინო-  
იმიდაზოლს, რომელიც დიაზოტირდება და წარმოქმნის დიაზონიუ-  
მის მარილს:

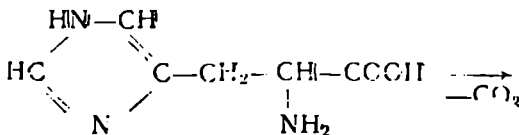


იმიდაზოლის ბირთვი მონაწილეობას ღებულობს ისეთი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მოლეკულის წარმოქმნაში, როგორც არის ამინოჰეპტები: ჰისტიდინი და ჰისტამინი, პურინის ნაწარმები და სხვა.

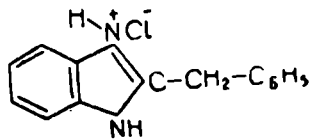
**ჰისტიდინი.** ჰისტიდინი აღმოჩენილია ცილების ჰიდროლიზის პროდუქტებში. მნიშვნელოვანი რაოდენობით იგი იმყოფება ცილა გლობინის ჰიდროლიზის პროდუქტთა ნარევეში. ჰისტადინი შეიძლება განეხილათ ისე, როგორც იმიდაზოლისა და  $\alpha$ -ალანინის ფრაგმენტთა გადაბმის პროდუქტი და ჰიმიურ ენაზე მას ეწოდება  $\alpha$ -ამინო- $\beta$ -(იმიდაზოლილ-4) პროპიონმჟავა ან  $\beta$ -(იმიდაზოლილ-4)-ალანინი:



ჰისტიდინი ფერმენტების გავლენით განიცდის დეკარბოქსილირებას და წარმოიქმნება ჰისტამინი:



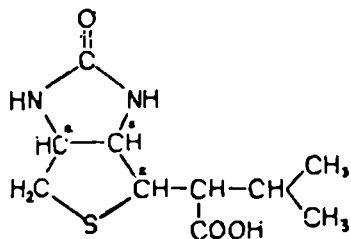




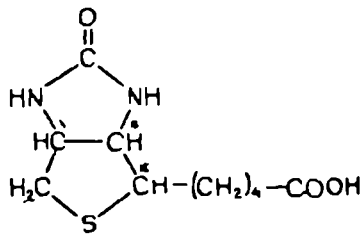
ლიბაზოლი  
(2-ბენზილბენზიმიდაზოლის ქლორიდრატი)

ლიბაზოლი პირველად სინთეზირებულ იქნა ბ. პორაი-კოშიცის მიერ. ლიბაზოლი ფართოდაა გამოყენებული სისხლქარღვთა სპაზმების, ჰიპერტონიის, კუჭის წყლულოვან და სხვა დაავადებათა წინააღმდეგ.

**ბიოტინი (ვიტამინი H).** ბიოტინი იმყოფება კვერცხში, ღვიძლში, რძეში. მცენარეებში. მისი ნაკლებობით ფერხდება მიკროორგანიზმების ზრდა. ირღვევა ცილებისა და ცხიმების ცვლა და სხვა. ადამიანის სადღეღამისო მოთხოვნილება H ვიტამინზე შეადგენს 6—8 მკგ. არჩევენ  $\alpha$ - და  $\beta$ -ბიოტინს.  $\alpha$ -ბიოტინი პირველად გამოყოფილ იქნა 1936 წ. კვერცხის გულიდან. ხოლო  $\beta$ -ბიოტინი გამოყვეს უფრო გვიან ღვიძლიდან და რძიდან. ბიოტინის აგებულება დადგენილ იქნა 1942 წ. ქიმიური დესტრუქციის გზით. ბიოტინის მოლეკულა მოიცავს ბიპტერობირთეს:



$\alpha$ -ბიოტინი



$\beta$ -ბიოტინი

$\alpha$ - და  $\beta$ -ბიოტინის მოლეკულა შეიცავს 3-3 ქირალურ C-ატომს. ბიოტინის აგებულების დადგენის შემდეგ განხორციელებულ იქნა მისი სინთეზი.

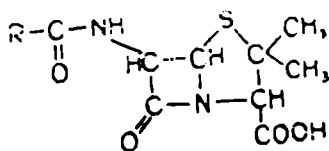
#### ანტიბიოტიკაჲი

სხვადასხვა სახის ბაქტერიები ცხოველმყოფელობის პროცესში გამოყოფენ ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც ხასიათდებიან ბაქტერიოციდული მოქმედებით. ამ ნივთიერებებს გააჩნიათ ბაქტერიებზე შერჩევითი მოქმედების თვისებები. მათ ძალიან მცირე

დოზით შეუძლიათ შეაჩერონ ან მოსპონ სტაფილოკოკური, პნევმოკოკური, გონოკოკური, სტრეპტოკოკური და სპიროქეტურა ინფექციის გამომწვევი მიკრობები. ანტიბიოტიკებს მიეკუთვნებიან სხვადასხვა შედგენილობის პენიცილინი, სტრეპტომიცინი, ლევოპიცეტინი და სხვა. აღნიშნულ ნივთიერებებს ანტიბიოტიკები უწოდეს. ანტიბიოტიკი წარმოდგება ბერძნულიდან anli წინააღმდეგ და bios სიცოცხლე. ტერმინი „ანტიბიოტიკი“ გულისხმობს ისეთ ნივთიერებებს, რომლებიც გამომუშავდება მიკროორგანიზმებთან და ახშობენ, ხოცავენ ბაქტერიებს.

**პენიცილინი.** 1929 წ. ფლემინგის მიერ დადგენილ იქნა, რომ ობის სოკოები *Penicillium notatum* ახშობს ბაქტერიების ზრდას. 1941 წ. ობის აღნიშნული სოკოებიდან გამოყოფილა იქნა სამკურნალო პრეპარატი, რომელსაც პენიცილინი უწოდეს. ამ აღმოჩენით მედიცინას გაუჩნდა საიმედო იარაღი ბაქტერიებით გამოწვეულ დაუძლეველ დაავადებათა წინააღმდეგ ბრძოლის საქმეში.

რ. რომინსონისა და მისი თანამშრომლების მიერ დადგენილ იქნა პენიცილინის სტრუქტურა. აღმოჩნდა, რომ პენიცილინის მოლეკულაში კონდენსირებულია დიაზოლიდინისა და 2-აზეტიდინის ბირთვი:



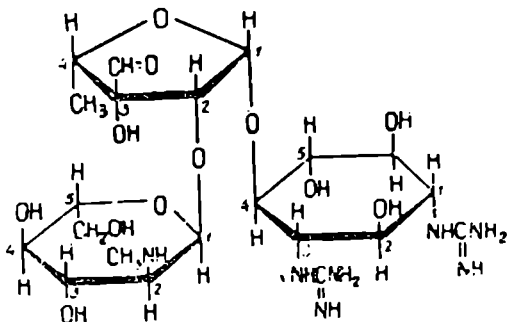
პენიცილინი

დღეისათვის ცნობილია შეიღამდე სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის პენიცილინი. პენიცილინთა განსხვავებულობას იწვევს ის, თუ მის ძირითად ფრაგმენტში ამინოჯგუფი რით არის აცილირებული ან სხვაგვარად რომ ვთქვათ, როგორია R-შედგენილობა. მაგალითად, ბენზილპენიცილინში  $R = C_6H_5-CH_2-$ , ოქსიბენზპენიცილინში  $P-HO-C_6H_4-CH_2-$ , ამილპენიცილინში  $n-C_5H_{11}-$  პეპტილპენიცილინში  $n-C_7H_{15}-$  და სხვა.

არსებული პენიცილინებთან სამედიცინო პრაქტიკაში ფართოდ არის დანერგული P-ოქსიბენზილპენიცილინი და განსაკუთრებით ბენზილპენიცილინი ნატრიუმის მარილის სახით, სეფსისის, პნევმონიის, ქუნთრუშისა და ზოგიერთ სხვა დაავადებათა საწინააღმდეგოდ.

ბენზილპენიცილინნატრიუმის მარილი წარმოადგენს მწარე გემოს მქონე თეთრ, წვრილკრისტალურ ფხვნილს, რომელიც კარგად იხსნება წყალსა და სპირტში. იგი ოთახის ტემპერატურაზე, გახსნილ მდგომარეობაში თანდათან (ნელა) იშლება.

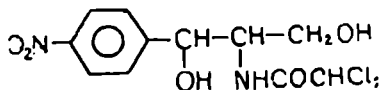
**სტრეპტომიცინი.** სტრეპტომიცინი ხასიათდება ძლიერი ანტიბიო-  
ტიკური თვისებებით. იგი სტრეპტომიცინ სულფატის სახით ფართო-  
დაა გამოყენებული ტუბერკულოზური მეზინგიტის, დიზენტერიის,  
ბრუცელოზისა და ზოგიერთ სხვა დაავადებათა საწინააღმდეგოდ.  
სტრეპტომიცინ სულფატი წარმოადგენს წყალში კარგად ხსნად, თეთ-  
რი ფერის ფორებიან მასას. რომელიც ადვილად იშლება ძლიერ  
მეფასა და ტუტე გარემოში. ადვილად იშლება გაცხელებითაც.  
სტრეპტომიცინის სტრუქტურა შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



სტრეპტომიცინი

**ლევომიცეტინი.** ლევომიცეტინი არის ფართო სპექტრის მოქმე-  
დების ანტიბიოტიკი. იგი ეფექტურია გრამდადებით და გრამუარყო-  
ფითი ბაქტერიების მიმართ. ლევომიცეტინი ხოცავს დაავადების გა-  
მომწვევ ისეთ ბაქტერიებს, რომლებიც გამძლეობას იჩენენ პენიცილი-  
ნისა და სტრეპტომიცინის მიმართ. ლევომიცეტინი ეფექტურ საშუ-  
ალებას წარმოადგენს ისეთ დაავადებათა წინააღმდეგ, როგორიც  
არის მუცლის ტიფი, პარტახტიანი ტიფი, დიზენტერია, დიფტერია და  
სხვა.

ლევომიცეტინს ღებულობენ სინთეზურად სამრეწველო მასშტა-  
ბით.



ლევომიცეტინი

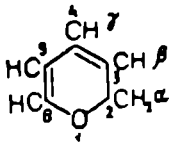
ლევომიცეტინი წარმოადგენს თეთრი ფერის კრისტალებს; რომე-  
ლიც მცირე ოდენობით იხსნება წყალში. კარგად იხსნება სპირტში.  
აქვს მწარე გემო.

ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები

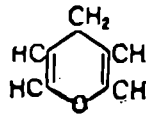
ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ერთი ჰეტეროატომით

პირანი და მისი ნაწარმები

ენგბადატომის შემცველ ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების უმარტივესი წარმომადგენელია პირანი, რომელსაც არჩევენ ორი იზომერის —  $\alpha$ - და  $\gamma$ -ფორმის სახით:



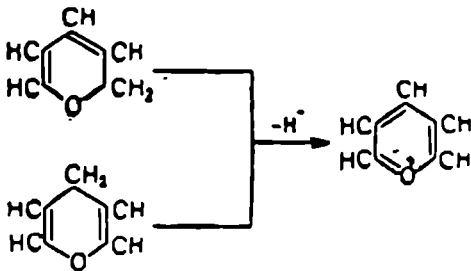
$\alpha$ -პირანი



$\gamma$ -პირანი

$\alpha$ -პირანში  $\text{CH}_2$  ჯგუფი  $\text{O}$ -ატომის მიმართ იმყოფება  $\alpha$ -, ხოლო  $\gamma$ -პირანში  $\gamma$ -მდებარეობაში.

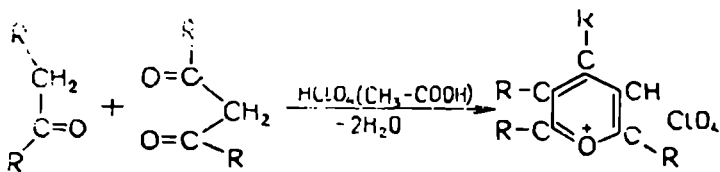
$\alpha$ - ან  $\gamma$ -პირანის მეთილენის ჯგუფიდან ჰიდრიდ-იონის მოწყვეტით წარმოიქმნება არომატული ბუნების კატიონი:



$\alpha$ -და  $\gamma$ -პირანი

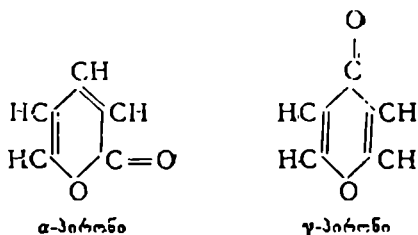
$\alpha$ - და  $\gamma$ -პირანი იზოლირებული სახით მიღებული არ არის.

ამ რიგის მარტივებს ღებულობენ კეტონების, 1,3-დიკეტონებისა და ქლორმეცხვას ურთიერთმოქმედებით ძმარმეცხვას გარემოში:

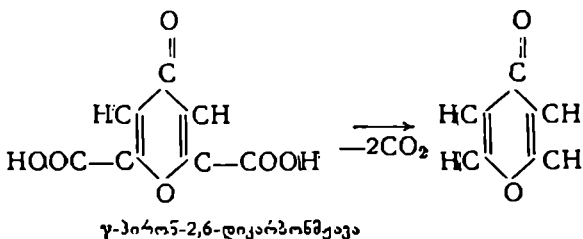


ბუნებაში პირანის ნაწარმები ფართოდ არიან გავრცელებული. როგორც აღნიშნული იყო (იხ. წიგნი I) მონოზების დიდი ნაწილი არსებობს პირანოიდული ფორმის სახით და ისინი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ტეტრაპიდროპირანის ნაწარმები.

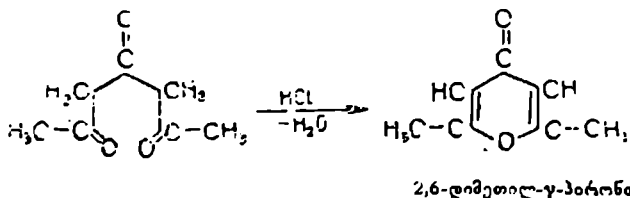
$\alpha$ - და  $\gamma$ -პირანის ენგბადნაწარმებიდან აღსანიშნავია  $\alpha$ -პირონი და  $\gamma$ -პირონი:



$\gamma$ -პირონი წარმოიქმნება  $\gamma$ -პირონ-2,6-დიკარბონმეჯავას დეკარბოქსილირებით:



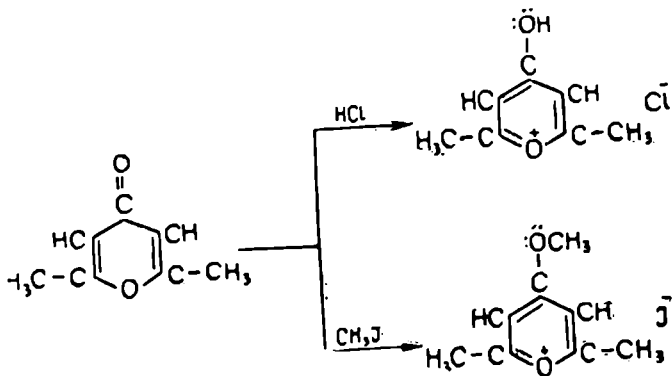
$\gamma$ -პირონის პოპოლოგები მიიღებიან 1,3,5-ტრიკეტონებზე ქლორწყალბადის მოქმედებით:





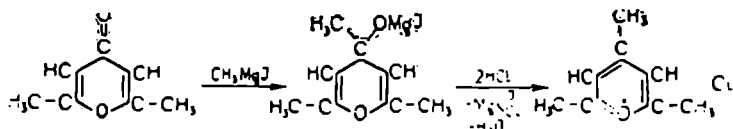
ყ-პირონის ჰომოლოგებიდან ყველაზე უფრო ადვილხელმისაწვდომია 2,6-დიმეთილ-ყ-პირონი. ყ-პირონსა და მის ნაწარმებს აქვთ ფუძე თვისებები.

მეავეების ან მეთილიოდის მოქმედებით ყ-პირონი და მისი ჰომოლოგები არომატული ბუნების ხდება ელექტრონული სექსტეტის წარმოქმნის გამო:



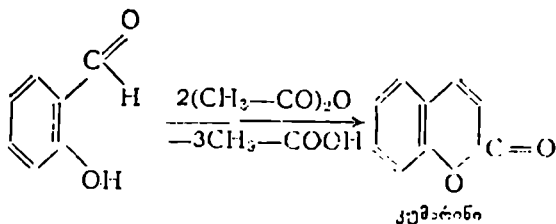
ელექტრონული სექსტეტის წარმოქმნაში მონაწილეობას დებულობს ყ-პირონის ბირთვში არსებული ორი ორმაგი ბმის  $\pi$ -ელექტრონები და ერთ შემთხვევაში ჰიდროქსილისა და მეორე შემთხვევაში ეთერული ქანგბადის გაუზიარებელი წყვილი ელექტრონი.

ყ-პირონი და მისი ჰომოლოგები, როგორც კეტონის ჯგუფის შემცველი ნაერთები, რეაქციაში შედიან გრინიარის რეაქტივთან და იძლევიან შეერთების ნაწარმებს (ალკოჰოლები), უკანასკნელი მეავეს მოქმედებით გარდაიქმნება კატიონის შემცველ შესაბამის მარილად:



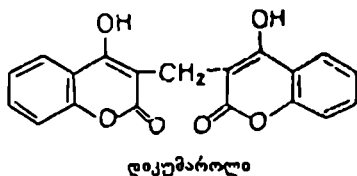
ყ-პირონის ალკილჩანაცვლებული მარილები უფერული, ხოლო არილჩანაცვლებულები შეფერილი არიან.

კუმარინი (ბენზ- $\alpha$ -პირონი). კუმარინი მიიღება სხვადასხვა მეთოდით. მათგან ერთ-ერთი მეთოდია სალიცილალდეჰიდისა და ძმრის ანჰიდრიდის კონდენსაცია ნატრიუმის აცეტატის თანაობით:



კუმარინი იმყოფება ტყის ჩიტისთვალასა და ზოგიერთ მცენარეთა ლაფანში. იგი წარმოადგენს სასიამოვნო სუნის კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 68°C), რომელსაც იყენებენ ესენციის დამზადებისათვის.

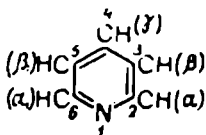
**დიკუმაროლი** (3,3'-მეთილენ-4,4'-დიოქსიკუმარინი). დიკუმაროლის მოლეკულას საფუძვლად უძევს ბენზ-α-პირონი:



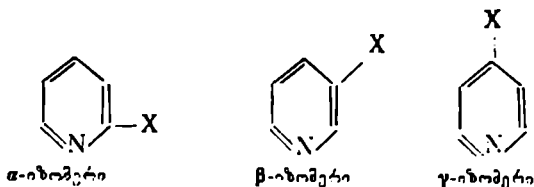
დიკუმაროლი მიეკუთვნება ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს. იგი ხელს უშლის სისხლის შედედებას და გამოყენებულია, როგორც ეფექტური ანტიკოაგულიანტი თრომბოზების (სისხლის შენადელი) დაშლისათვის.

### პირიდინი და მისი ნაწარმები

აზოტის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია პირიდინი. იგი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ისე, როგორც ბენზოლი, რომელშიაც ერთი CH ჯგუფი შეცვლილია აზოტის ატომით:



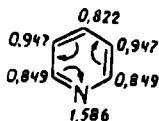
პირიდინის მონოჩანაცვლებულს აქვს სამი იზომერი α-, β- და γ.



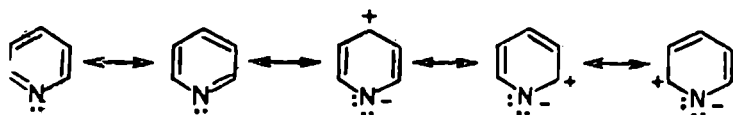
პირიდინის დიჰალოცვლებელს, როცა ჩამნაცვლებლები ერთნაირია. აქვს 6 იზომერი, თუ ჩამნაცვლებლები სხვადასხვაა — 12 იზომერი. პირიდინის ბირთვი წარმოადგენს თეთქმის ნორმალურ ექვსკუთხედს, რითაც იგი ემსგავსება ბენზოლის ბირთვის. პირიდინში C—N და C—C ბმის სიგრძე  $\text{\AA}$ -ში, შემდეგ სურათს იძლევა:



აღნიშნული მონაცემები იმაზე მ-უთითებს, რომ პირიდინში C-C-ბმის სიგრძე ახლოა ბენზოლის C-C ბმის სიგრძესთან ( $1,40 \text{\AA}$  ხოლო C-N ბმის სიგრძე შემცირებულია „სტანდარტთან“ ( $1,46 \text{\AA}$ ) შედარებით  $0,15 \text{\AA}$ -ით. ეს იმის მაუწყებელია, რომ პირიდინში  $\pi$ -ელექტრონები ლოკალიზებულია. C-ატომის ელექტროუარყოფითობასთან შედარებით, აზოტის ატომის დიდი ელექტროუარყოფითობის გამო,  $\pi$ -ელექტრონების სიმკვრივე C-ატომიდან გადაწეულია აზოტისაკენ და ამის გამო  $\pi$ -ელექტრონული სიმკვრივე პირიდინის ბირთვის N-,  $\alpha$ -  $\beta$ - და  $\gamma$ -მდებარეობაში სხვადასხვაა და იგი ყველაზე დიდია აზოტის ატომზე და მცირეა 2,4 და 6 C-ატომებთან:



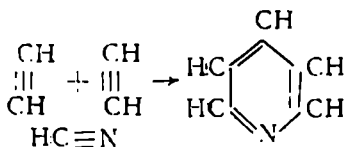
პირიდინის ბირთვის  $\pi$ -ელექტრონების ლოკალიზაცია აღიწერება მეზომერული (რუნინანსული), ზღვრული სტრუქტურებით, რომლებიც ასახავს  $\pi$ -ელექტრონული სიმკვრივის სხვადასხვაობას პირიდინის ბირთვის წარმომქმნელ ატომებთან:



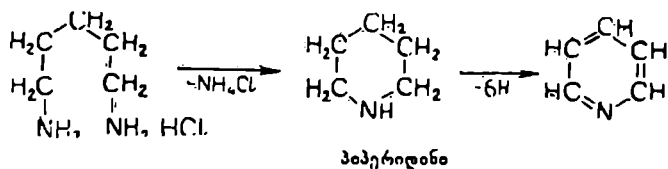
გარდა აღნიშნული ფაქტორებისა, პირიდინის მოლეკულის პოლარობა განპირობებულია დიპოლის მ-მენტითაც (2.26D).

მიღების საშუალებანი. პირიდინი და მისი ზოგიერთი ჰომოლოგი მცირე რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრასა და ცხიმგაცლილი ძელების მშრალად გამოხდის პროდუქტებში. ქვანახშირის კუპრიდან მიღებული პირიდინის რაოდენობა მრეწველობის მოთხოვნილებას ვერ აკმაყოფილებდა, ამიტომ შემუშავებულ იქნა პირიდინისა და მისი ჰომოლოგების სინთეზის სხვადასხვა მეთოდი.

1. აცეტილენისა და ციანწყალბადის ნარევის გატარებით გავარჯობა მიღში წარმოიქმნება პირიდინი:

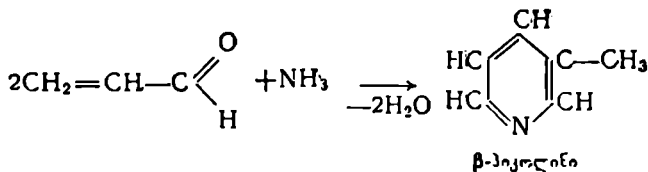


2. პირიდინი მიიღება პენტამეთილენდამინის მარილმკვავა მარილის მშრალად გამოხდით. თავდაპირველად წარმოიქმნება ჰექსაჰიდროპირიდინი ანუ პიპერიდინი, რომელიც დეჰიდრირებით გარდაიქმნება პირიდინად:



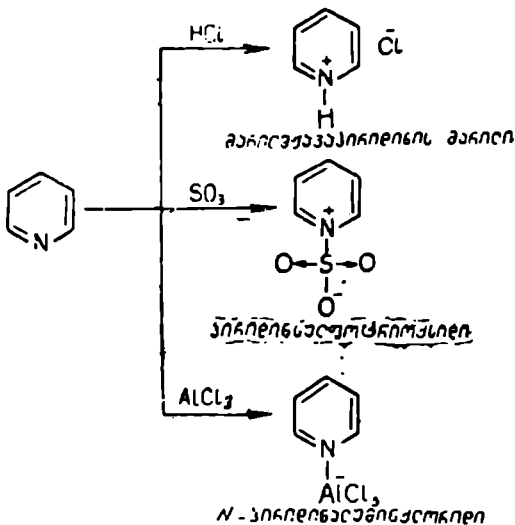
პირიდინის მიღების ეს რეაქცია ერთ-ერთი საფუძვლიანი მონაცემია პირიდინის აგებულების დადგენის მხრივ.

3. უნაჭერი ალდეჰიდებისა და ამიაკის კონდენსაციით მიიღება პირიდინის ჰომოლოგები. მაგალითად, აკროლენისა და ამიაკის კონდენსაციით წარმოიქმნება β-მეთილპირიდინი ანუ β-ჰეკოლინი (მონომეთილპირიდინებს ეწოდება პეკოლინი, დი- და ტრიმეთილპირიდინებს, შესაბამისად ლუტიდინი და კოლიდინი):



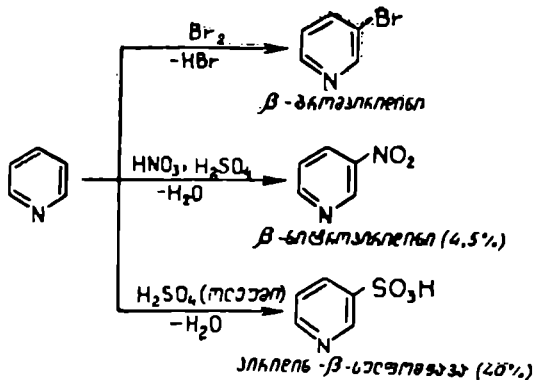
პირიდინი უფრო, დამახასიათებელი ცუდი სუნის მქონე სითხეა (დულ. ტემპ. 115°C). იგი კარგად იხსნება წყალში, სპირტში, ეთერსა და ზოგიერთ სხვა ორგანულ გამხსნელში. თვით პირიდინი არის კარგი ორგანული გამხსნელი. პირიდინი წყალთან (პირიდინი 59,4%, წყალი 40,6%) წარმოქმნის 92—93°C-ზე მუდმივმდულარე ნარევეს. პირიდინის ორთქლის ჩასუნოქვა იწვევს ღორწოვანი გარსის გაღიზიანებას.

**ქიმიური თვისებები.** 1. პირიდინი არის სუსტი ფუძე ბუნების ნივთიერება. იგი ძლიერ პროტონმეჯეებთან წარმოქმნის მდგრად მარილებს, ხოლო გოგირდის ტრიოქსიდთან, ალუმინის, ბორის ტრიჰალოგენიდთან და ზოგიერთ სხვა აპროტონმეჯეასთან იძლევა კომპლექსებს:



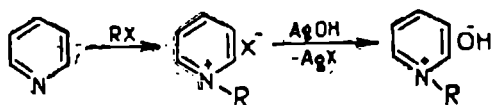
2. პირიდინი არაომატული ბუნებასა. მაგრამ გაცილებით უფრო ძნელად მონაწილეობს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში ვიდრე ბენზოლი.

პირიდინზე ბრომის, ძლიერი მანიტრირებელი და მათელფირებელი რეაგენტების მოქმედებით მიიღება β-ჩანაცვლებულები, რომელთა გამოსავლიანობა მცირეა:



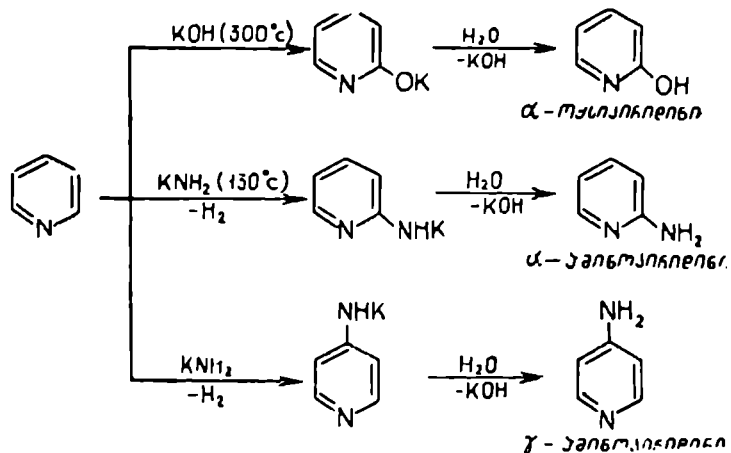
მეორე ჩამნაცვლების შეყვანა პირიდინის ბირთვში შეუძლებელი ხდება.

3. პირიდინი ალკილჰალოგენიდებთან წარმოქმნის მეოთხეულ მარილს, რომელიც სველ ვერცხლის ოქსიდთან იძლევა მეოთხეულ ჰიდროქსიდს:

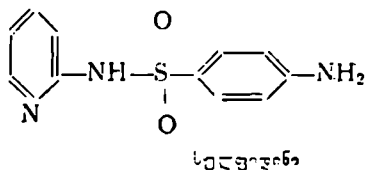


მეოთხეული მარილი      მეოთხეული ჰიდროქსიდი

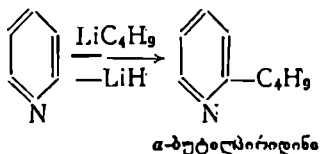
4. პირიდინი ბენზოლისაგან განსხვავებით რეაგირებს ნუკლეოფილურ რეაგენტებთან და წარმოიქმნება  $\alpha$ - და  $\gamma$ -ჩამნაცვლებული. ე. ი. ნუკლეოფილური ჩამნაცვლებელი ადგილს იჭერს იქ, სადაც შემცირებულია ელექტრონული სიმკვრივე. მაგალითად, პირიდინზე ფხენილისებური კალიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით მიიღება  $\alpha$ -ოქსიპირიდინი, ხოლო კალიუმამიდისა და პირიდინის ურთიერთმოქმედებით  $\alpha$ - და  $\gamma$ -ამინოპირიდინი (ა. ჩიჩიბაბინი):



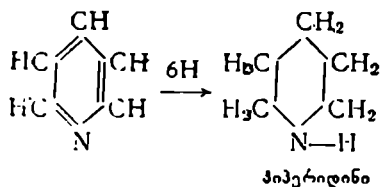
დღი პრაქტიკული გამოყენება ჰქონდა ა. ჩიჩიბაზინის ამინოების რეაქციამ ამინოპირიდინებისა და ზოგიერთი სულფამიდური პრეპარატის მიღების საქმეში. მაგალითად, α-ამინოპირიდინისაგან მიღებულ იქნა ისეთი მნიშვნელოვანი მედიკამენტი, როგორცაა სულფილინი:



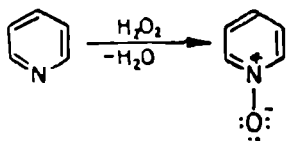
5. პირიდინზე ისეთი ძლიერი ნუკლეოფილური რეაგენტების მოქმედებით, როგორც არის ტუტე მეტალების ორგანული ნაერთები, მსუბუქ პირობებში მიმდინარეობს ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები და წარმოიქმნება α-ჩანაცვლებულები:



6. პირიდინი კატალიზატორის თანაობისას თანდათან იერთებს 6H-ატომს და მიიღება სრული პიდრიტების პროდუქტი — ჰექსაჰიდროპირიდინი ანუ პიპერიდინი:

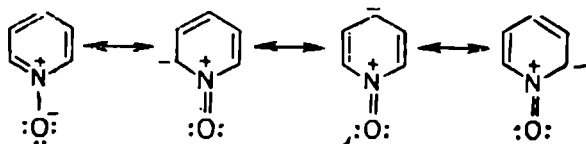


7. პირიდინი წყალბადის პეროქსიდის მეშვეობით იჟანგება და წარმოქმნის პირიდინის N-ოქსიდს:



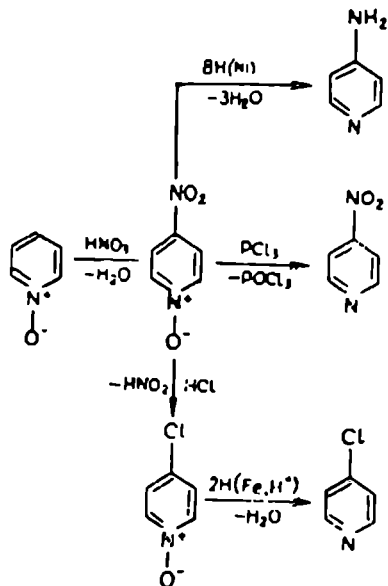
პირიდინ-N-ოქსიდი წარმოადგენს მყარ ნივთიერებას (ლ. ტემპ.  $67^\circ\text{C}$ ).

პირიდინ-N-ოქსიდი აღიწერება მეზომერული ზღვრული სტრუქტურებით:

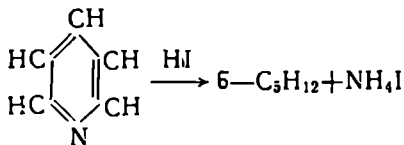


პირიდინ-N-ოქსიდი პირიდინის ანალოგიურად შედის ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციებში. ამასთან იგი პირიდინთან შედარებით უფრო ადვილად რეაგირებს ელექტროფილურ ჩანაცვლებებთან. პირიდინ-N-ოქსიდს ჩანაცვლებული ადვილად გარდაიქმნებიან და მათ იყენებენ შეაღებულ პროდუქტებად პირიდინ-ჩანაცვლებულების სინთეზისათვის:





8. პირიდინი და ბენზოლი მათზე იოდწყალბადმკვების მოქმედების მიხედვით არსებითად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ბენზოლისა და იოდწყალბადმკვების ურთიერთმოქმედებით (შალალ ტემპერატურაზე) მიიღება მეთილციკლოპენტანი, ხოლო ანალოგიურ პირობებში პირიდინის ბირთვი ირღვევა და წარმოიქმნება ნ-პენტანი და ამონიუმის იოდიდი:

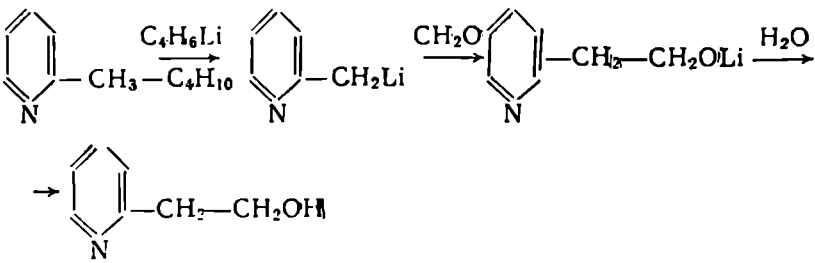


**პირიდინის ჰომოლოგები.** პირიდინის ჰომოლოგებიდან განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს მეთილპირიდინები (პიკოლინები). მათი მიღების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ქვანახშირის კუპრი. პიკოლინების მიღება არ ხერხდება არომატულ ნაერთთა აკილირების ისეთი მნიშვნელოვანი რეაქციით, როგორც არის ფრიდელ-კრაფტის რეაქცია. როგორც აღნიშნული იყო, პიკოლინები არსებობენ  $\alpha$ -,  $\beta$ - და  $\gamma$ -იზომერის სახით. სამივე იზომერი წარმოადგენს სითხეს.

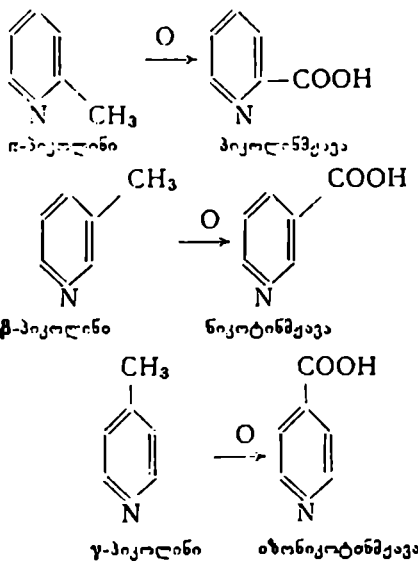
მეთილის ჯგუფის +I-ეფექტის გამო პიკოლინები უფრო მეტად

გამოხატული ფუძის თვისების მქონე ნივთიერებებია, ვიდრე პირიდი-ნი. თვით პიკოლინებიდან მეთილის ჯგუფის აზოტის ატომთან სიახ-ლოვის გამო, უფრო მეტი ფუძის თვისებით ხასიათდება  $\alpha$ -პიკოლინი.

$\alpha$ -პიკოლინზე ალკალითიუმის მოქმედებით მეთილის ჯგუფის H-ატომი ადვილად ინაცვლება ლითიუმით და მიიღება პიკოლილი-თიუმი. რომელსაც იყენებენ ორგანულ სინთეზში ისე, როგორც მე-ტალორგანულ ნაერთს. მაგალითად, პიკოლილითიუმზე კარბონი-ლნაერთთანაა მოქმედებისას მიიღება შეერთების ნაწარმი, რომე-ლიც პიკოლინით გარდაიქმნება შესაბამის კარბინოლად:



პიკოლინების ტუტე გარემოში კალიუმის პერმანგანატით დაჯან-გვისას წარმოიქმნება შესაბამისი  $\alpha$ -,  $\beta$ - და  $\gamma$ -პიკოლინკარბონმჟავები. მათგან  $\alpha$ -იზომერს ეწოდება პიკოლინმჟავა,  $\beta$ -იზომერს ნიკოტინმჟა-ვა და  $\gamma$ -იზომერს იზონიკოტინმჟავა:



ეს შეავები წარმოადგენენ მყარ ნივთიერებებს. მათ ახასიათებთ ამფოტერული ბუნება. ისინი განიცდიან დეკარბოქსილირებას და გადადიან პირიდინში. განსაკუთრებით ადვილად დეკარბოქსილირდება პიკოლინშეავა.

აღნიშნული შეავები თავანათი ქიმიურა თვისებებით ახლო დგანან არომატულ ერთფედიან შეავებთან. მაგალითად, ისინი იძლევიან რაულ ეთერებს, ქლორანჰიდრიდებს, ამიდებსა და სხვა.

ა-, β-, γ-პირიდინკარბონშეავებდან ყველ ზე უფრო მნიშვნელოვანი ნაერთა β- და γ-პირიდინკარბონშეავები.

β-პირიდინკარბონშეავა პირველად მიღებულ იქნა ნიკოტინის და-ჯანგვით და აქედან მიიღო მან სახელწოდება ნიკოტინშეავა. მას სამ-რეწველი მასშტაბით ლებულობენ β-პიკოლინის დაჯანგვით. დაქან-გადად იყენებენ გოგირდშეავას სელენის თანაობისას.

**PP-ვიტამინი.** ნიკოტინშეავიდან ლებულობენ ამიდს. რომელიც წარმოადგენს PP-ვიტამინს:

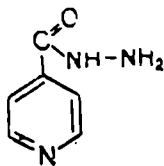


ნიკოტინშეავამიდი  
(PP-ვიტამინი)

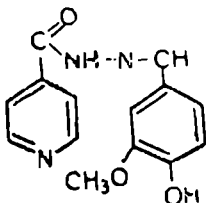
PP-ვიტამინი ფართოდ არის გავრცელებული ბუნებაში. იგი გვხვდება ხორბალში, ლეიძლში, ღორბ ხორციში, შედარებით მცირე რაოდენობით იმყოფება ხილში. ბოსტნეულსა და რძის პროდუქტებში.

PP-ვიტამინის ადამიანის ორგანიზმში ნაკლებობისას ვითარდება მძიმე დაავადება პელაგრა (ლათ. Pellis კანი და ბერძ. agra ტაცება). პელაგრა იწვევს კანის ქსოვილის პიგმენტაციას და ანთებას, ფსიქიურ მოშლილობასა და სხვა. PP-ვიტამინი დამკანგავი ფერმენტების (დეჰიდრაზები) ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილია და ამ ვიტამინის გამოკლებვისას აღარ ხდება დეჰიდრაზების სინთეზი, რაც იწვევს ორგანიზმში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესების მოშლას. ადამიანის საღლე-ღამისო მოთხოვნილება PP-ვიტამინზე შეადგენს 15 მგ. PP-ვიტამინის ამ რაოდენობას შეიცავს ცალკე აღებული 10 გ საფუარი, 70 გ ლეიძლი, 100 გ ღორბის ხორცი, უხეში ხორბლის ფქვილისაგან გამომ-ცხარი 300 გ პური.

ჟ-პირიდინკარბონამეფას (იზონიკოტინამეფას) ნაწარმებიდან დიდ გამოყენებას პოულობს ტუბაზიდი, ფტევაზიდი და სხვა მრავალი ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო სასურველი, რომელთაც საფუძვლად უდევთ იზონიკოტინამეფა:



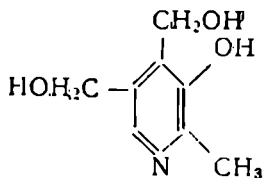
ტუბაზიდი



ფტევაზიდი

ტუბაზიდი წარმოადგენს იზონიკოტინოილჰიდრაზიდს, ხოლო ფტევაზიდი კი იზონიკოტინოილჰიდრაზიდისა და ვანილინის კონდენსაციის პროდუქტს.

ვიტამინი B<sub>6</sub> (პირიდოქსინი). ვიტამინ B<sub>6</sub> მოლეკულას საფუძვლად უდევს პირიდინის ბირთვი:



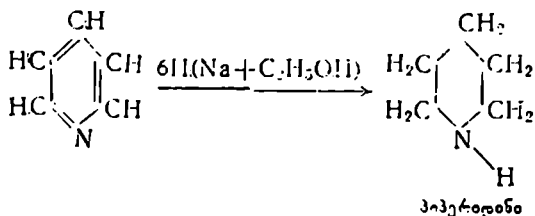
პირიდოქსინი

პირიდოქსინი იმყოფება გაუწმენდავ მარცვლეულში. საფუარში, ბალჩეულ კულტურებში, ხორცში, თევზში, რძეში, კვერცხში და სხვა მცენარეულ და ცხოველურ პროდუქტში. მისი ნაკლებობა მოზარდში, იწვევს ზრდის შეფერხებას, კუჭ-ნაწლავის აშლილობასა და სხვა. ზრდადასრულებულში B<sub>6</sub> ვიტამინის ნაკლებობით თავს იჩენს უძაღობა, პირის ღებანება, მოუსვენრობა, უძილობა და სხვა.

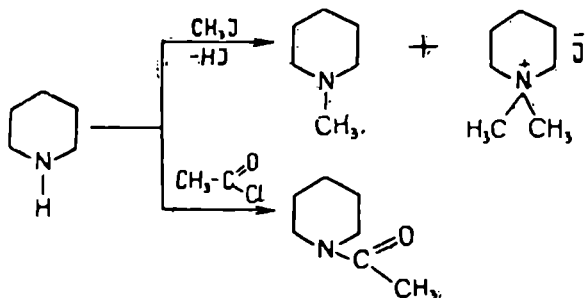
ვიტამინი B<sub>6</sub> მონაწილეობას ღებულობს იმ ფერმენტების მოლეკულის წარმოქმნაში, რომლებიც ცოცხალ ორგანიზმში წარმართავენ ამინოჰემეების ცვლას. ადამიანის საღლეღამისო მოთხოვნილება B<sub>6</sub> ვიტამინზე შეადგენს 2 მგ.

პიპერიდინი. როგორც აღინიშნა (გვ. 393) პიპერიდინი მიიღება პირიდინის კატალიზური აღდგენით. ამ მეთოდით ღებულობენ მას სამ-

რეწველო მასშტაბით. ლაბორატორულ პირობებში იგი მიიღება ეთილის სპირტში გახსნილ პირიდინზე ნატრიუმის მოქმედებით:



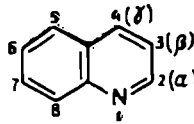
პიპერიდინი წყალში ხსნადი ცუდი სუნის უფერო სითხეა (დუღ. ტემპ. 106°C). პიპერიდინი ხასიათდება უფრო მეტი ფუძე თვისებით, ვიდრე პირიდინი. იგი რეაგირებს ისე, როგორც ტიპური მეორეული ამინი. მაგალითად, ალკილრებით წარმოიქმნება N-მონო- და დიალკილპიპერიდინი, აცილირებით N-აცილპიპერიდინი და ა. შ.



პიპერიდინის ბირთვი საფუძველად უღვეს მრავალ ალკალოიდს.

### ჟინოლინი და მისი ნაწარმები

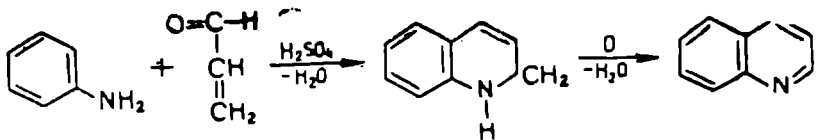
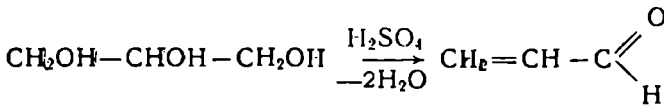
ჟინოლინი (α-, β-ბენზპირიდინი). პირველად (1834 წ.) რუნგეს მიერ აღმოჩენილ იქნა ქვანახშირის კუპრში. ზოგიერთი ნაერთი, რომელიც შეიცავს ჟინოლინის ბირთვს, გამოყოფილია სხვადასხვა ნაერთბიდან. ჟინოლინს მცირე რაოდენობით შეიცავს აგრეთვე ძვლების მშრალი გამოხდის პროდუქტები. ჟინოლინი შეიქმნება წარმოვიდგინოთ, როგორც ბენზოლისა და პირიდინის ბირთვების შეწყვეტის პროდუქტი:



ქინოლინი

ქინოლინი პირველად მიღებულ იქნა შ. ეერარის მიერ (1842 წ.) ქინაქინზე ტუტის მოქმედებით.

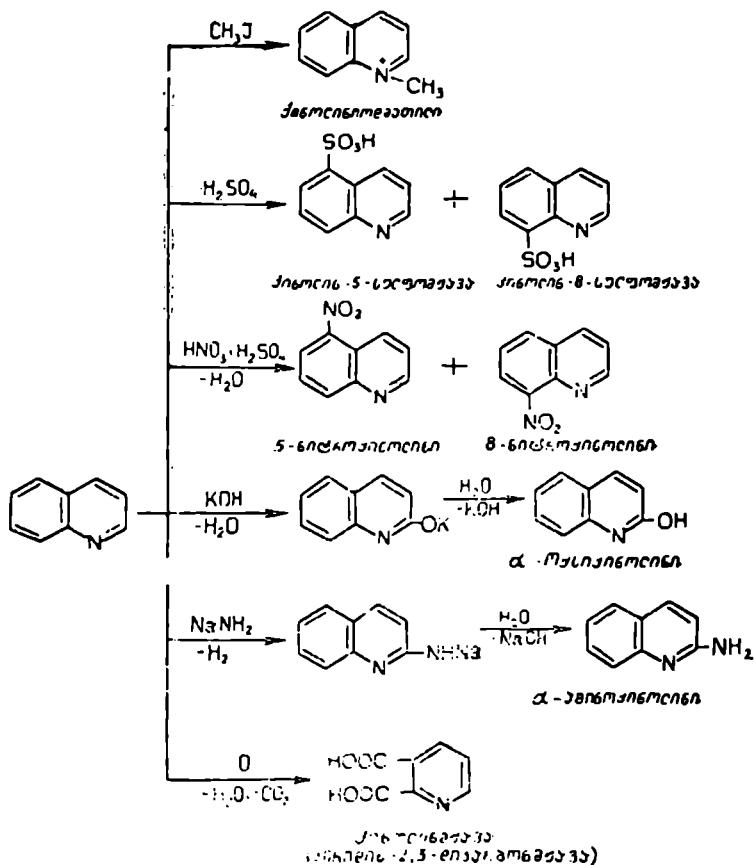
ქინოლინის სინთეზურად მიღების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდს წარმოადგენს სკრაუპის (1880 წ.) მიერ შემუშავებული მეთოდი. ამისათვის ანილინის, გლიცერინის, ნიტრობენზოლის ან ნიტრობენზოლის ნაცვლად სხვა რომელიმე დამყანგავთა ნარევის აცხელებენ კონცენტრირებული გოგირდმჟავას თანაობით. გოგირდმჟავას დანიშნულება ორგვარია, ერთი ის, რომ ახდენს გლიცერინის დეჰიდრატაციასა და წარმოიქმნება აქროლენი, ხოლო მეორე, მისი გავლენით ადგილი აქვს ანილინის კონდენსაციას აქროლენთან და მიიღება ქინოლინი:



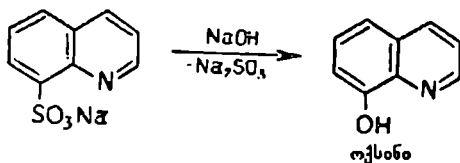
1,2-დიჰიდროქინოლინი

ქინოლინი არის წყალში მცირედხსნადი, უფერო. ზეთისებური და მახასიათებელი სუნის სითხე, რომელიც დუღს 237°C-ზე. სინათლისა და ჰაერის მოქმედებით ლებულობს მუქ ფერს.

ქინოლინი ქიმიური თვისებების მიხედვით ემსგავსება პირიდინს. მაგალითად: ალკილირებით წარმოქმნის მარისს, ელექტროფილურ რეაგენტებთან ძირითადად იძლევა 5 და 8-ჩანაცვლებულებს. ბრომირებით მიიღება 3-ბრომქინოლინი. ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები უპირატესად მიმდინარეობს პირიდინის ბირთვში. ძლიერი დამყანგავები არღვევენ ბენზოლის ბირთვს და წარმოიქმნება ქინოლინმჟავა:

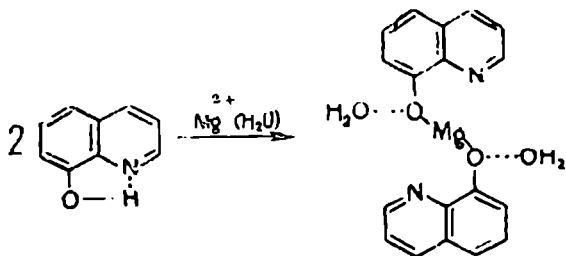


ქინოლინ-8-სულფონიკის ნატრიუმის მარილის ნატრიუმის ტუტესთან შეღებვით მიიღება 8-ოქსიქინოლინი ანუ ოქსინი:



ოქსინის მოლეკულაში არის შიგამოლეკულური ერთი წყალბადური ბმა და ზოგიერთი მეტალის იონთან წარმოქმნის კომპლექსურ მ-26. დ. გაბრიაძე

ჩილს. მაგალითად, ოქსინი მავნიუმის იონსა და წყალთან ერთად წარმოქმნის მავნიუმის ოქსინატს:

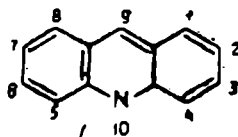


მავნიუმის ოქსინატი

ოქსინმა ამ თვისების გამო დიდი გამოყენება პოვა ანალიზურ ქიმიასა და მედიცინაში. მედიცინაში იგი გამოყენებულია ნაწლავების დაავადებების საწინააღმდეგოდ. ოქსინს შეუძლია მთლიანად შებოკოს ორგანიზმში არსებული კობალტის იონი, რომლის გარეშე ბაქტერიებს არსებობა არ შეუძლიათ.

ქინოლინის ბირთვის შეიცავს ისეთი მნიშვნელოვანი ალკალოიდები, როგორც არის ქინაქინი და ცინქონინი. ქინოლინის სოციეტრმა ნაწარმმა გამოყენება პოვა, როგორც მედიკამენტმა (ატოფანი, პლაზმოქინი, სოვიკინი და სხვა). სინთეზირებულია ქინოლინის რიგის საღებარება და სხვა ნაწარმები, რომელთაც პრაქტიკული გამოყენება აქვთ.

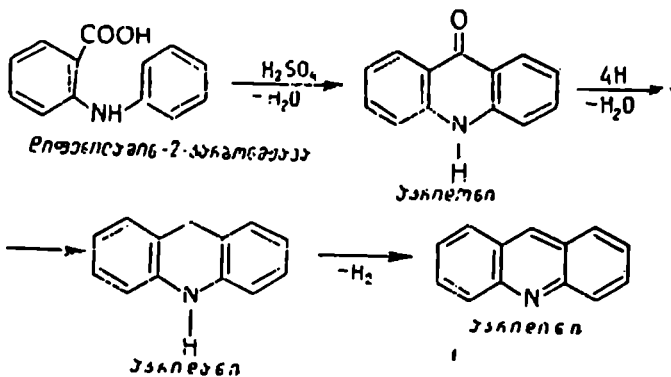
აკრიდინი (დიბენზპირიდინი). აკრიდინი შეიძლება განვიხილოთ ისე, როგორც პირიდინი, რომელიც ორივე მხარეზე შერწყმულია ბენზოლის ორ ბირთვთან:



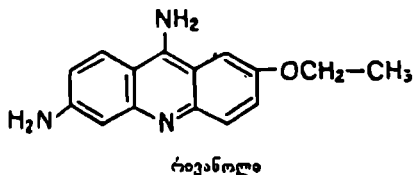
აკრიდინი

აკრიდინი მცირე რაოდენობით იმყოფება ქვანახშირის კუპრის ანთრაცენის ფრაქციაში. აკრიდინი მიიღება დიფენილამინ-2-კარბონმეავაზე გოგირდმეავის მოქმედებით. ამ დროს ჯერ წარმოიქმნება აკრიდონი, რომელიც ალდგენით გადადის აკრიდანში, უკანასკნელი დეჰიდრირებით გარდაიქმნება აკრიდანად:

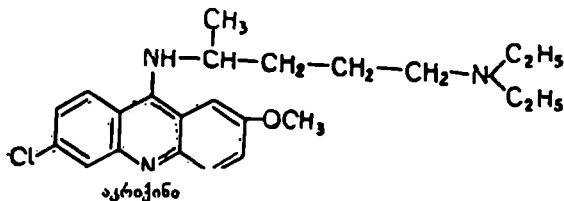




აკრიდინი არის თითქმის უფერული (ოდნავ მოყვითალო) კრისტალური ნივთიერება (ღ. ტემპ. 110°C). აკრიდინის ხსნარი იძლევა ლურჯ ფლუორესცენციას. აკრიდინი ხასიათდება სუსტი ფუძე თვისებით. აკრიდინის ზოგიერთი ნაწარმი წარმოადგენს საღებარს, მედიკამენტს. აკრიდინის რიგის მედიკამენტებიდან აღსანიშნავია რივანოლი (2-ეთოქსი-6,9-დიამინოაკრიდინი):



რივანოლი გამოყენებულია ჩირქოვანი ინფექციის საწინააღმდეგოდ. აკრიდინის ბირთვი უღვევს საფუძვლად მედიკამენტ აკრიქინს:

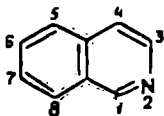


2-მეთოქსი-6-ქლორ-9-[1-მეთილ-4-დიეთილამინობუტილამინო]-აკრიდინი.

აკრიქინი არის წყალში ხსნადი ყვეთელი ფერის კრისტალური ნივთიერება. მის განზავებულ ხსნარს ახასიათებს ფლუორესცენცია. აკ-

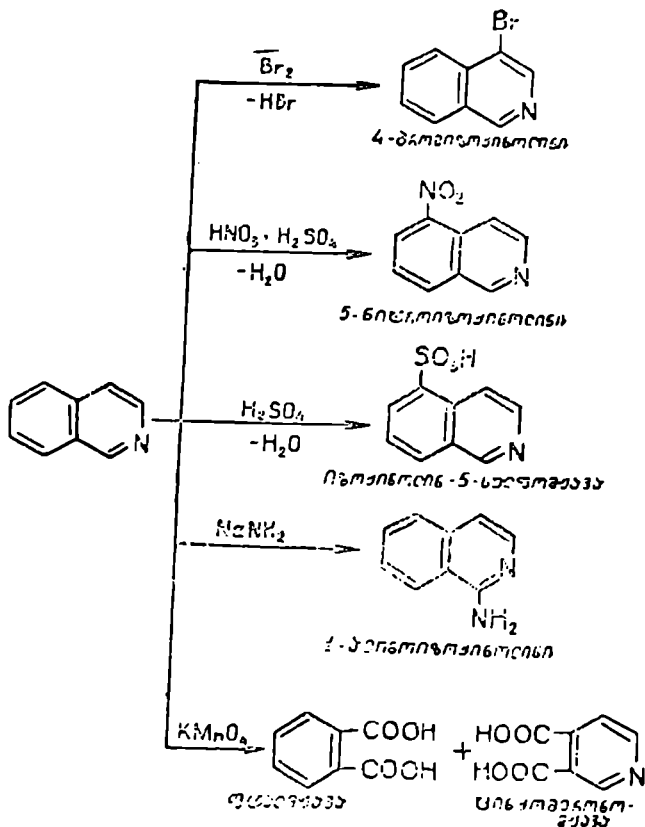
ჩქინი გამოყენებულია, როგორც მალარიისა და მუცლის ჭიების საწინააღმდეგო საშუალება. გარდა ამისა, აკრიქინით მკურნალობენ პსორიაზითა და კანის ქსოვილის ზოგიერთ სხვა დაავადებით დაავადებულებს.

იზოქინოლინი (β-, 1-ბენზპირიდინი). იზოქინოლინი წარმოადგენს ქინოლინის იზომერს:



იზოქინოლინი

იზოქინოლინი იმყოფება ქვანახშირის კუპრსა და ძვლებს მშრალად გამოხდილ მიღებულ ზეთში. იზოქინოლინი არის სასიცაოვნო სუ-



ნის ნივთიერება. რომელიც ღვებდა 26°C-ზე და ღულს 243°C-ზე.

იზოქინოლინი შედარებით კინოლინთან სასაზღვრად უფრო ძლიერი ფუძე თვისებით. იზოქინოლინის ბრომირებაში მიიღება 4-ბრომი-იზოქინოლინი. ნიტრირებასა და სულფირებასას ძირითადად წარმოიქმნება 5-ნიტროიზოქინოლინი და იზოქინოლიან-5-სულფოჰემეა.

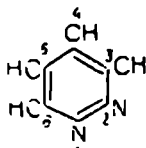
ჩიჩიბაზინის რეაქციით მიიღება 1-ამინოიზოქინოლინი. კალიუმის პერმანგანატის მოქმედებით იზოქინოლინთან წარმოიქმნება ფტალისა და ცინქომერონჰემეა (პარიდინ-3,4-დიკარბონჰემეა) (იხ. გვ. 404).

იზოქინოლინის დეჰანვეისას ერთ შემთხვევაში ირღვევა აზოტის შემცველი ბირთვი და მიიღება ფტალჰემეა. ხოლო მეორე შემთხვევაში კი ირღვევა ბენზოლის ბირთვი და წარმოიქმნება ცინქომერონჰემეა.

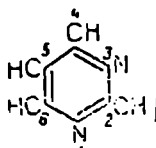
ცნობილია ოპიუმის ჯგუფის მრავალი ალკალოიდი (პაპავერინი, მორფინი, კოდეინი და სხვა), რომელთაც საფუძვლად უძევს იზოქინოლინის ბირთვი და ისინი ცნობილი არიან იზოქინოლინის რიგის ალკალოიდების სახელწოდებით.

**პიკნოვინიანი კატაროციკლური ნაერთები**  
**კატაროციკლით**

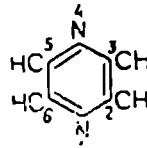
ორი ატომი აზოტის შემცველი ექვსწევრიანი ჰეტეროციკლური ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია პირიდაზინი, პირიმიდინი და პირაზინი, რომელთა საერთო სახელწოდებაა დიაზინი:



პირიდაზინი  
(1,2-დიაზინი)

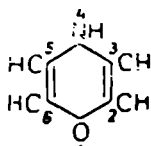


პირიმიდინი  
(1,3-დიაზინი)

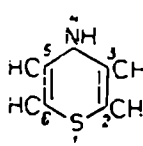


პირაზინი  
(1,4-დიაზინი)

ორი სხვადასხვა ჰეტეროციკლის შემცველ ექვსწევრიან ჰეტეროციკლური ნაერთებიდან ყურადღებას იპყრობს ოქსაზინი და თიაზინი:

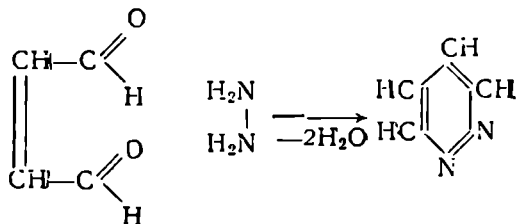


ოქსაზინი



თიაზინი

**პირიდაზინი (1,2-დიაზინი).** პირიდაზინი მიიღება მალეინალდეჰი-  
დისა და ჰიდრაზინის ურთიერთმოქმედებით:

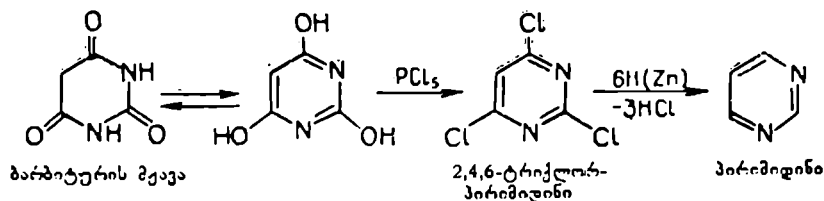


პირიდაზინი წარმოადგენს პირიდინისათვის დამახასიათებელი სუ-  
ნის, წყალში ადვილხსნად ძლიერ ასოცირებულ ნივთიერებას (ლ.  
ტემპ.  $-6^{\circ}\text{C}$ , ლუღ. ტემპ.  $207^{\circ}\text{C}$ ).

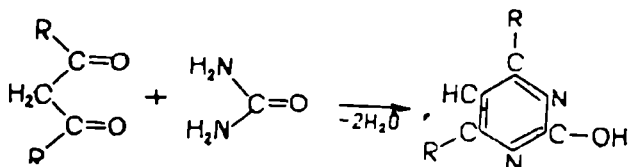
პირიდაზინი სუსტი ფუძეა. ძნელად შედის ელექტროფილურ და  
ნუკლეოფილურ ჩანაცვლების რეაქციებში.

**პირიმიდინი (1,3-დიაზინი).** პირიმიდინი წარმოადგენს დიდქნიშენე-  
ლოვან პეტეროციკლურ ნაერთს. იგი მონაწილეობასღებულობს ბიო-  
ლოგიურად მნიშვნელოვანი ისეთი ნივთიერების მოლეკულის წარმოქ-  
მნაში, როგორც არის ნუკლეინმჟავები, პურინის ნაწარმები, ვიტამინ-  
ნი  $\text{B}_1$  და სხვა.

პირიმიდინი მიიღება ბარბიტურის მჟავაზე ფოსფორის (V) ქლო-  
რიდის მოქმედებით, 2, 4, 6-ტრიქლორპირ-მიდინის საფუხურის გვ-  
ლით:

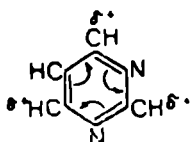


პირიმიდინის ნაწარმთა მიღების ერთ-ერთ ძირითად მეთოდს წარ-  
მოადგენს 1,3-დიკარბონილნაერთებზე შარლოვანის ან თიოშარლოვანის  
ან გუანიდინის მოქმედება:



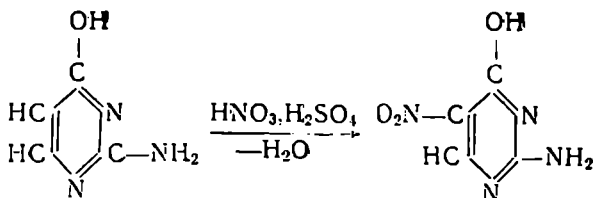
პირიმიდინი არის წყალში ხსნადი მდგრადი, კარგად კრისტალუბადი ნივთიერება (ლ. ტემპ. 22,5°C, დუღ. ტემპ. 124°C).

პირიმიდინი სუსტი ფუძეა. პირიმიდინის ბირაჟში ორი ატომი აზოტის არსებობა პირიმიდინთან შედარებით კიდევ უფრო აპცირებს მის ლტოლვას ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებისადმი, რადგან 2,4- და 6-მდებარეობაში მნიშვნელოვნადაა შემცირებული ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე. 2,4 და 6 C-ატომებთან შედარებით მე-5 C-ატომი. უფრო ნაკლებადაა დეზაქტივირებული, რის შესახებაც წარმოდგენას იძლევა პირიმიდინის ელექტრონული აგებულება:



პირიმიდინის ბირაჟში ელექტროფილი ადგილს იჭერს 5 C-ატომთან, ხოლო ნუკლეოფილი 2,4 და 6 C-ატომთან.

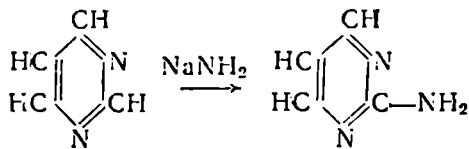
ელექტროფილური რეაქციები შეიძლება განხორციელებულ იქნეს იმ შემთხვევაში, თუ პირიმიდინის ბირაჟში იმყოფება ისეთი ძლიერი ელექტროდონორული ჯგუფი, როგორც არის—NH<sub>2</sub>,—OH,—SH და სხვა. მაგალითად, 2-ამინო-4-ოქსიპირიმიდინზე მანიტრებელი ნარკვის მოქმედებით კარგა გამოსავლიანობით მიიღება 2-ამინო-4-ოქსი-5-ნიტროპირიმიდინი:



2-ამინო-4-ოქსიპირიმიდინი

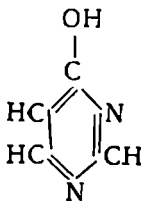
2-ამინო-4-ოქსი-5-ნიტროპირიმიდინი

პირიმიდინისა და ნატრუმამიდის ურთიერთმოქმედებით წარმოიქმნება ამინოპირიმიდინი. ამ შემთხვევაში ნუკლეოფილი (NH<sub>2</sub>) ადგილს იჭერს 2,4,6 C-ატომთან:

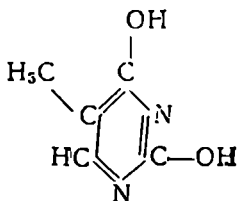


2-ამინობირიდილი

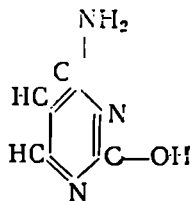
პირიმიდინის O-ატომის შემცველი ნაერთებიდან დიდ ყურადღებას იპყრობს ურაცილი, თიმინი და ციტოზინი:



ურაცილი

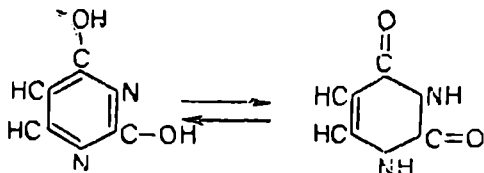


თიმინი

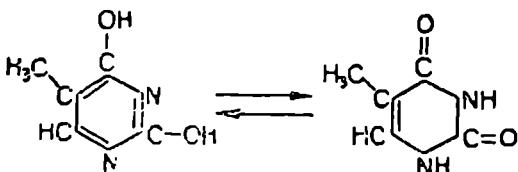


ციტოზინი

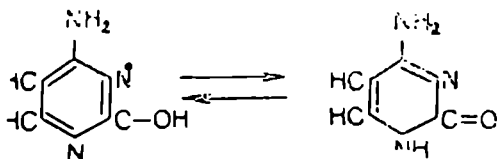
ყველა ეს ნაერთები არსებობენ ტაუტომერული ფორმების სახით (კეტო-ენოლური ტაუტომერია):



ურაცილი

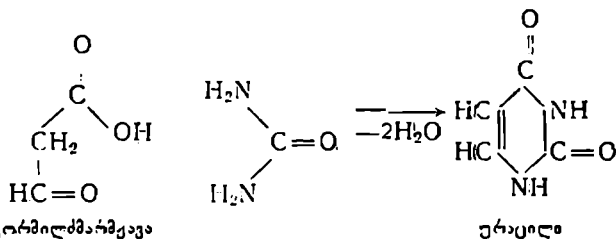
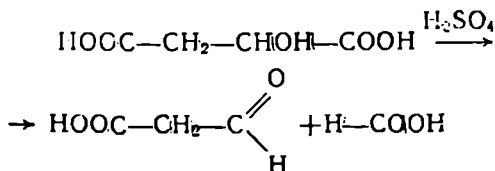


თიმილი

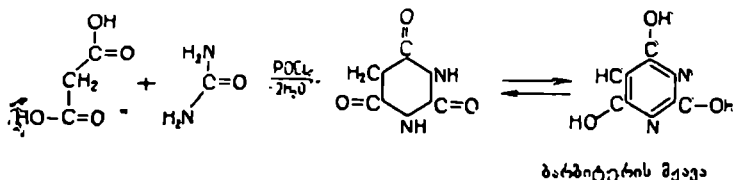


ციტოზინი

ურაცლი, თიზინი და ციტოზინი წარმოადგენს ნუკლეინმჟავების მოლეკულის შემადგენელ კომპონენტებს და ისინი გამოყოფილი არიან ნუკლეინმჟავების პილარლისის პროდუქტებიდან. გარდა ამისა, შათ ღებულობენ სინთეზურად შარდოვანისა და მისი ანალოგების ვაშლის მჟავასთან ან აცეტამარმჟავის ან მალონმჟავის ეთერებთან კონდენსაციით. მაგალითად, ურაცილი მიიღება ვაშლის მჟავას შარდოვანასთან კონდენსაციით. თავდაპირველად ვაშლ-ს მჟავადან გოგირდმჟავას მოქმედებით წარმოიქმნება ფორმილმარმჟავა, რომელიც კონდენსირდება შარდოვანასთან და მიიღება ურაცილი:



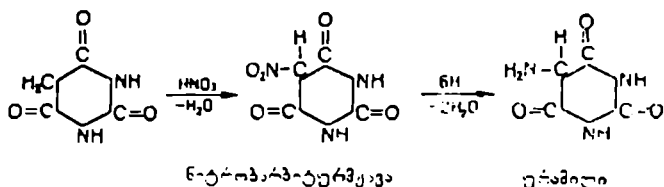
ბარბიტურის მჟავა (2,4,6-ტრიოქსიპირიმიდინი). ბარბიტურის მჟავა მიიღება მალონმჟავასა და შარდოვანის ნარევის გაცხელებით ფოსფორის ქლოროქსიდის თანაობით:



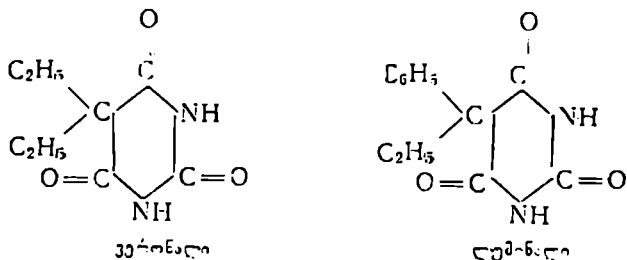
ბარბიტურის მჟავა კრისტალური ნივთიერებაა (ლ. ტემპ. 245°C). იგი წყალში მცირე ოდენობით იხსნება.

ბარბიტურის მჟავა ხასიათდება ძლიერი მჟავური ბუნებით. იგი ექვსჯერ უფრო ძლიერი მჟავაა ( $K_a = 10,5 \cdot 10^{-5}$ ), ვიდრე მმარმჟავა. მისი მეთილენის ჯგუფის H-ატომები ადვილძვრადია და შეიძლება შეცვლილ იქნეს სხვადასხვა ატომთა ფრაგმენტებით. მაგალითად,

ბარბიტურის მკვებაზე აზოტმკვებას მოქმედებით მიიღება ნიტრობარბიტურის მკვა, რომელიც აღდგენით იძლევა ამინობარბიტურის მკვას — ურამილს:

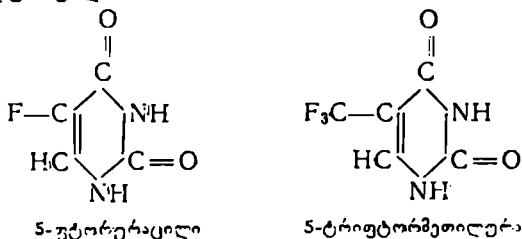


დიდი პრაქტიკული გამოყენება პოვა ბარბიტურმკვას ზოგეერთმა C-ალკლ- და არილჩანაცვლებულმა. მაგალითად, ძილის მომგერელი მედიკამენტი ვერონალი არის 5,5-დიეთილბარბიტურის მკვა, ხოლო ანალოგიური მოქმედების ლუმინალი წარმოადგენს 5,5-ეთილფენილბარბიტურის მკვას:



უქანასკნელ ხანებში უდრესად დიდი ყურადღება მიიპყრო ურაცილისა და თიმილის ფტორნაწარმებმა. როგორც ზოგეერთი ფორმას ავთვისებიან სიმსივნეებთან ბრძოლის საშუალებამ.

ფტორურაცილებიდან აღსანიშნავია 5-ფტორურაცილი და 5-ტრიფტორმეთილურაცილი:

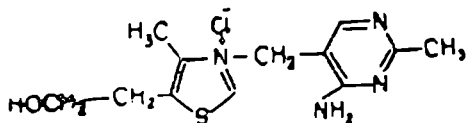


ამათგან 5-ტრიფტორმეთილურაცილი უფრო მეტ თერაპევტულ ეფექტს იძლევა, ვიდრე 5-ფტორურაცილი.

ვიტამინი B<sub>1</sub> (თიამინი, ანევრინი). ვიტამინი B<sub>1</sub> იმყოფება ხორბლის, ბრინჯისა და სხვა მარცვლეულის გარე შრეში. გარდა ამისა,



იგი გვხვდება საფურაში, სტაფილოში, კარტოფილში, კვარცხის გელში, ლეიქში და ზოგიერთ სხვა მცენარეულ და ცხოველურ პროდუქტში. ვიტამინი B<sub>1</sub> დაახლოებით ათჯერ უფრო მეტი რაოდენობით იმყოფება შავ პურში, თეთრ პურთან შედარებით. 1 ტონა ბრინჯის ქაბიდან მიიღება 5-10 გ B<sub>1</sub> ვიტამინი, იგი მიეკუთვნება პიდროვიტამინებს (წყალში ხსნადი ვიტამინები). B<sub>1</sub> ვიტამინის აგებულება დადგინდა 1936 წ. იგი გამოყენებულია მარილის სახით, რომლის აგებულებაა:

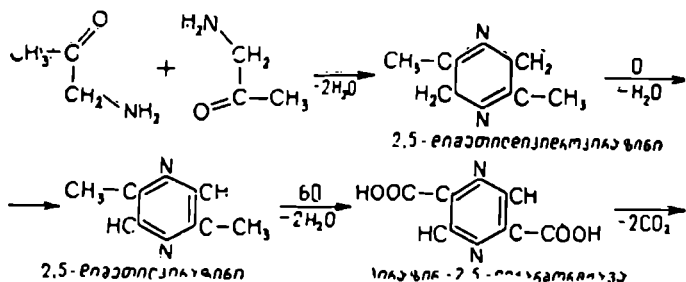


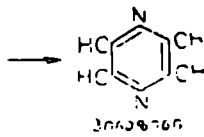
ვიტამინი B<sub>1</sub> უაღრესად დიდ როლს თამაშობს ორგანიზმის ცხოველყოფილებაში. იგი წარმოადგენს ფერმენტ კოკარბოქსილაზის კოფერმენტის შემადგენელ ნაწილს. ეს ფერმენტი მონაწილეობასღებულობს ორგანიზმში ნახშირწყლების ცვლისა და სხვა ბიოქიმიურ პროცესებში.

ვიტამინ B<sub>1</sub> ნაკლებობა იწვევს მძიმე ავითამინოზურ დაავადებას ბერი-ბერს (ინდ. beriberi—„ფუხის ბორკილი“). ბერი-ბერით დაავადებული ადამიანის სიარული წააგავს ბორკილგაყრილის სიარულს.

ჯანმრთელი ადამიანის საღლეღამისო მოთხოვნილების დაკმაყოფილებისათვის საჭიროა 1-2 მგ B<sub>1</sub> ვიტამინი. B<sub>1</sub> ვიტამინის აღნიშნულ რაოდენობას შეიცავს 5 გ საფურაი, 300 გ შავი პური. ვიტამინ B<sub>1</sub> მრეწველობაშიღებულობენ სინთეზურად.

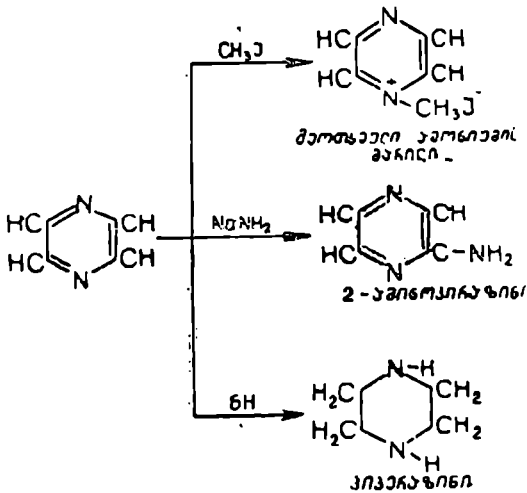
პირაზინი (1,4-დიჰაზინი). ა-ამინოკეტონები თვითონდენსაციით გარდაიქმნებიან დიალკილდიჰროპირაზინად, რომელიც დაეანგვით იძლევა დიალკილპირაზინს. უკანასკნელის ფრთხილი დაეანგვით წარმოიქმნება შესაბამისი პირაზინდიკარბონმეყვა, რისღეკარბოქსილირებითაც აღწევენ თვით პირაზინის მიღებას:





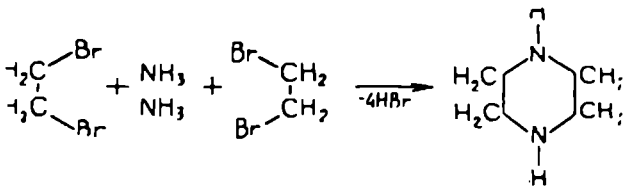
პირაზინი არის წყალში ხსნადი უფრო, მყარი ნივთიერება (დ. ტემპ. 57°C, ლუღ. ტემპ. 116°C). იგი ზოგ შემთხვევაში იმყოფება მიკროორგანიზმთა ცვლის პროდუქტებში.

პირაზინი უფრო სუსტი ფუძეა, ვიდრე პირიდინი. პირაზინი იოდმეთალის მოქმედებით იძლევა მეოთხეულ ამონიუმის მარილს. ნუკლეოფილურ რეაქციაში მონაწილეობს სწრაფად, ჰიდრირდება და იერთებს ექვს H-ატომს და მიიღება ჰექსაჰიდროპირაზინი (პიპერაზინი):



პირაზინი ელექტროფილური რეაქციებისადმი კიდევ უფრო ინდიფერენტულია, ვიდრე პირიდინი.

პირაზინის მნიშვნელოვანი ნაწარმია პიპერაზინი, რომელიც ადვილად მიიღება სიმეტრიულ დიბრომეთანზე ამიაკის მოქმედებით:

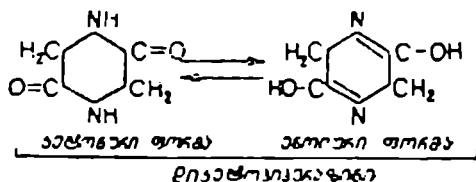


პიპერაზინი არის წყალში ადვილად ხსნადი კრისტალური ნაერთი, რომელიც ღვებთა 104°C-ზე და დუღს 145°C-ზე.

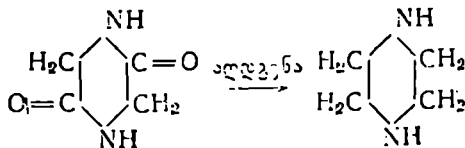
პიპერაზინი და მისი პიპოლოგები წარმოადგენენ ძლიერ ფუძეებს და მტკვებთან იძლევიან მარბლებს. რომელთა ზოგჯერაო წარმოადგენელი გამოყენებულია მედიცინაში ნიკოტინის ქარის საწინააღმდეგოდ. პიპერაზინიდან მრლებულ პიკრატები გამოყენებას პოვლთას შინაური ცხოველების ჭიების წინააღმდეგ ბრძოლის საქმეში.

პიპერაზინის ნაწარმებიდან მნიშვნელოვანია დიკეტოპიპერაზინები, რომლებიც წარმოიქმნებიან α-ამინომჟავების გაცხელებით (იხ. წიგნი, ნაწ. I).

დიკეტოპიპერაზინებო იმყოფებიან კეტონურ და ენოლურ ფორმაში:

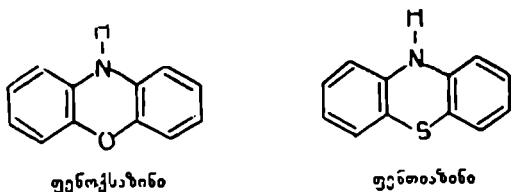


დიკეტოპიპერაზინები ადღენით იძლევიან პიპერაზინებს. მაგალითად, უმარტივესი დიკეტოპიპერაზინიდან ადღენით მიიღება თვით პიპერაზინი:

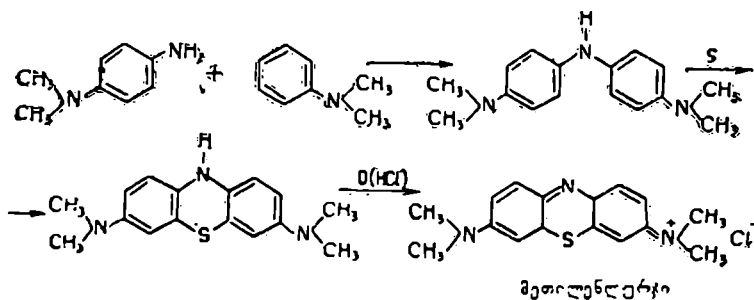


მკვსწავრიანი კატაროციკლური ნაერთები ორი სხვადასხვა კატაროციკლით

ორ სხვადასხვა პეტეროციკლის შემცველი ექვსწევრიან პეტეროციკლურ ნაერთებიდან ყურადღებას იპყრობს ფენოქსაზინი და ფენთიაზინი:

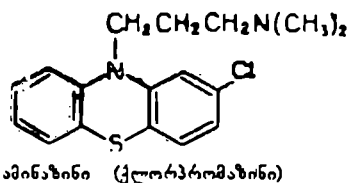
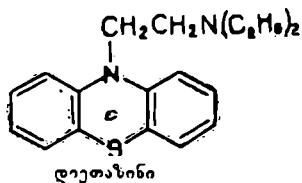


სინთეზირებულია ისეთი საღებარები, რომლებიც წარმოადგენენ ფენოქსაზინის ნაწარმებს. ასევე ცნობილია საღებარები, რომელთაც საფუძვლად უქვეს ფენთიაზინის ბირთვი. ფენთიაზინის ბირთვის შემცველ ერთ-ერთ საღებარს წარმოადგენს მეთილენლურჯი, რომელიც მიიღება 4-ამინო-N,N-დიმეთილანლინისა და N,N-დიმეთილანლინის დაქანგვით ნატრიუმის თიოსულფატის თანაობით (დაქანგვად იყენებენ ნატრიუმის ბიკრომატს). რეაქციის პროცესში ნატრიუმის თიოსულფატიდან გამოიყოფა გოგირდი, რომელიც მონაწილეობას ღებულობს ციკლიზაციაში:



მეთილენლურჯი წარმოადგენს წყალში ხსნად მუქი ლურჯი ფერის კრისტალურ ნაერთს. იგი, როგორც ქსოვილების საღებარი, აქვამად არ გამოიყენება, რადგან სინათლის გავლენით იშლება. მეთილენლურჯი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც ანტისეპტიკი. ამას გარდა მას იყენებენ უანგვა-აღმდგენელ ინდიკატორად. ამ მიზნით მისი გამოყენება ეწყარება იმას, რომ აღმდგენლების მოქმედებით მეთილენლურჯი გადადის ყვითელ ლეიკონაერთში, რომელიც პაციერს ეანგბადით იყანგება და ისევ გარდაიქმნება მეთილენლურჯად.

სინთეზირებულია ფენთიაზინის რიგის მრავალი ნაერთი, რომლებმაც გამოყენება პოვა, როგორც მედიკამენტუმი. ასეთებია, დიეთაზინი, ამინაზინი და სხვა:

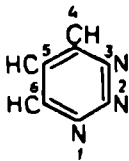


დიეთაზინი გამოყენებულია ალერგიულ დაავადებათა საწინააღმდეგოდ, ხოლო ამინაზინი ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს.

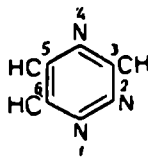
გენს ნეუროზებითა და შიზოფრენიით დაავადებულთა მკურნალობა-სათვის.

მაკსუპირიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები აზოტის სამი აბიჯით

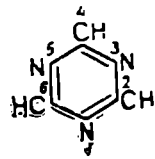
აზოტის სამი ატომის შემცველ ექვსწევრიანი პეტეროციკლური ნა-  
ერთების საერთო სახელწოდებაა ტრიაზინი. ტრიაზინებს წარმოად-  
გენლობია:



1,2,3-ტრიაზინი  
(ვიტამინური ტრიაზინი)

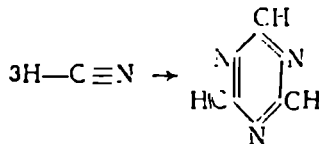


1,2,4-ტრიაზინი  
(არსიმეტრული ტრი-  
აზინი)

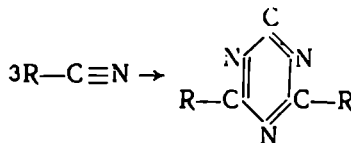


1,3,5-ტრიაზინი  
(სიმეტრული ტრიაზინი)

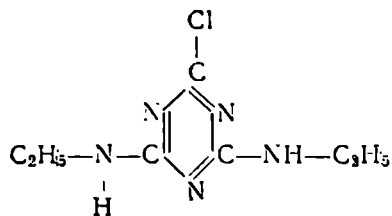
აღნიშნული ტრიაზინებიდან განვიხილავთ 1,3,5-ტრიაზინს. იგი  
მზილება ციანწყალბადის ტრიმერიზაციით. ხოლო მისი ჰომოლოგები  
კი ალკილ-არილნიტრილების ტრიმერიზაციით:



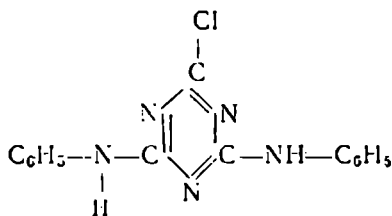
R



სიმეტრიული ტრიაზინები უფრო კრისტალური ნივთიერებებია.  
ზოგიერთი ალკილ- და არილტრიაზინის ნაწარმი წარმოადგენს ჰერბი-  
ციდს და გამოყენებულია მცენარეთა სარეველების მოსასპობად. ასე-  
თად შეიძლება დავასახელოთ სიმაზინი და ატრაზინი:

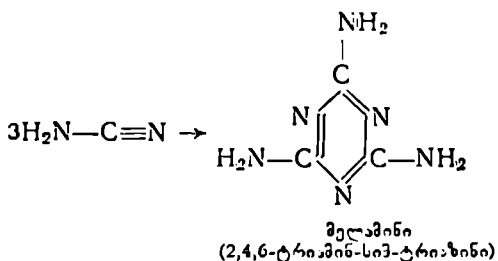


სიმაზინი  
(4-ქლორ-2,6-ბის-ეთილამინო-  
-სიმ-ტრიაზინი)

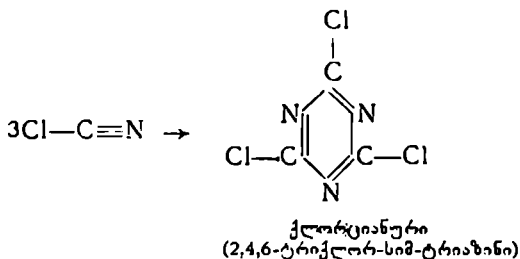


ატრაზინი  
(4-ქლორ-2,6-დიფენილამინო-  
-სიმ-ტრიაზინი)

ციანამიდის ტრიმერიზაციით წარმოიქმნება 2,4,6-ტრიამინ-სიმ-ტრიაზინი ანუ მელამინი:



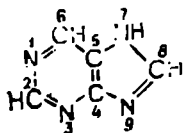
მელამინს ღებულობენ სამრეწველო მასშტაბით. იგი ფორმალდეჰიდთან კონდენსაციით იძლევა ძვირფასი თვისების პლასტმასას. ასევე მრეწველობაში ქლორციანის (Cl-C≡N) ტრიმერიზაციით ღებულობენ 2,4,6-ტრიქლორ-სიმ-ტრიაზინს (ქლორციანური):



ქლორციანური ღიდ გამოყენებას პოულობს საღებარებისა და პერბიციდების წარმოებაში, როგორც საწყისი ნივთიერება.

პურინი და მისი ნაწარმები

**პურინი.** პურინი წარმოადგენს ბიციკლურ სისტემას, რომელშიაც ერთმანეთთან შერწყმულია პირიმიდინისა და იმიდაზოლის ბირთვი:



პურინი

პურინი პირველად (1899 წ.) 2,6,8-ტრიქლორპურინის აღდგენით მიიღო ე. ფიშერმა.

პურინის ჯგუფის ნაერთებს აქვთ უაღრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა. ისინი თავისუფალი და გლიკოზიდების სახით იმყოფებიან მცენარეულ და ცხოველურ ქსოვილებში. პურინის ბირთვს შეიცავს ისეთი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, როგორც არის ნუკლეინმჟავები, შარდის მჟავა, კოფეინი, თეობრომინი და სხვა.

გასული საუკუნის უკანასკნელ წლებში ე. ფიშერმა ფუნდამენტურად გამოიკვლია პურინის ჯგუფის რიგი ნაწარმები.

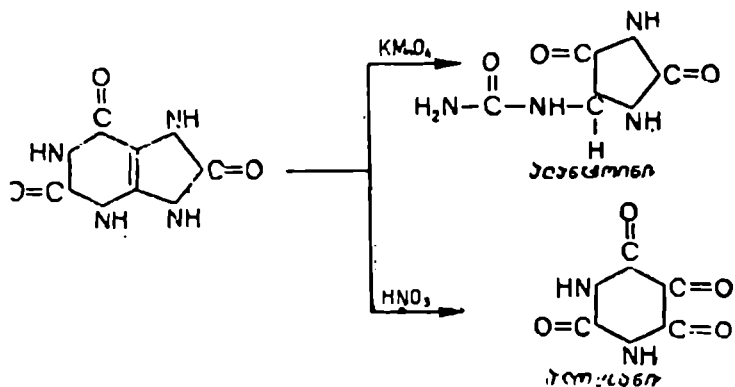
პურინი წარმოადგენს წყალში ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 216°C). პურინი არის სუსტი ფუჭე და მჟავებთან იძლევა მარილებს. ამასთან იგი იჩენს სუსტი მჟავის თვისებასაც და აპიტომეტალებთან იძლევა მარილებს.

პურინის ნაწარმებიდან მნიშვნელოვან ნივთიერებებს წარმოადგენენ: პიოქსანტინი, ქსანტინი, შარდის მჟავა, თეოფილინი, თეობრომინი, კოფეინი, ადენინი და გუანინი.

**შარდის მჟავა (2,6,8-ტრიოქსანტინი).** შარდის მჟავა წარმოადგენს აზოტოვანი ცვლის საბოლოო პროდუქტს ფრინველებსა და რეპტილიებში. იგი მარილების სახით იმყოფება შარდის ბუშტში მყოფ ქვებში, ნიკრისის ქარით დაავადებულთა ქსოვილებში, გარდა ამისა, შარდის მჟავა მცირე ოდენობით არის ადამიანის შარდში. ზრდადასრულებული ადამიანი დღე-ღამის განმავლობაში მას გამოყოფს 0,5 გ ოდენობით.

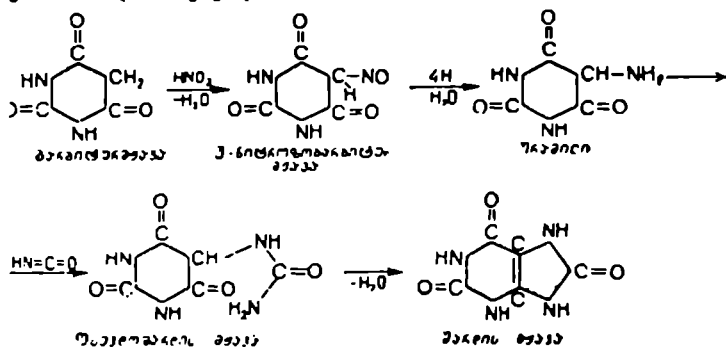
შარდის მჟავის აგებულება დადგენილ იქნა მისი ქიმიური დესტრუქციითა და სინთეზით. მაგალითად, თუ შარდის მჟავას დავეანგავთ კალიუმის პერმანგანატით, მაშინ ირღვევა პირიმიდინის ბირთვი

და მიიღება ალანტონინი, ხოლო აზოტის მევათი დაეანვევისას ირღვევა იმიდაზოლის ბართვი და წარმოიქმნება ალოქსანი:



შარდის მეავას სინთეზს ანზორციელებენ ოთხი ძირითადი მეთოდით. აქედან ჩვენ განვიხილავთ მის მიღებას ბარბიტურის მეავადან (ე. ფიშერი):

ჯერ ბარბიტურის მეავაზე მოქმედებენ აზოტოვანი მეავათი და მიიღება 3-ნიტროზობარბიტურმეავა, რომელიც აღდგენით გადაყავთ ურამილში. უკანასკნელი რეაქციაში შეჰყავთ იზოციანმეავასთან და მიიღება ფსევდოშარდის მეავა, რომელიც წყლის გამოყოფით გარდაიქმნება შარდის მეავად:



შარდის მეავასა და, საერთოდ, პურიინის სხვა მრავალ ნაწარმთა აღმოჩენისათვის იყენებენ ე. წ. მურეჟსიდის რეაქციას. ამისათვის შარდის მეავასა და აზოტოვანი მეავას ნარევეს აცხელებენ და გაცივების შემდეგ უმატებენ ამიაკს, მიიღება წითელი ფერის ხსნარი. შე-



ფერვა გამოწვეულია მურექსიდის წარმოქმნით (მურექსიდი არის პუტრუკინაპრონინუმის მარილი).

შარდის მკევა წარმოადგენს წყალში მკირედხსნად. თეთრი ფერის, უსუნო და უგემო კრისტალურ ნიკთიერებას, რომელიც დაშლით ლღეება 360°C-ზე. შარდის მკევა არის სუსტი ორფუძიანი მკევა. მეტალების მოქმედებით იძლევა მარილებს, რომელთაც ურატები ეწოდებათ. ურატები წყალში არ იხსნებიან (გამონაკლისია ლითიუმის ურატი; რომელიც წყალში იხსნება). შარდის მკევა ნიკრისის ქარის დროს იღეება სახსრებში, რაც იწვევს აუტანელ ტკივილებს. ნიკრისის ქარით დაავადებულთა მკურნალობაში კარგ შედეგს იძლევა ლითიუმის ნაერთების შემცველი მინერალური წყლის აბაზანების მიღება. ასეთი მინერალური წყლის აბაზანების მიღების დროს სახსრებში დალეკილი შარდის მკევა გადადის ლითიუმის ურატში. რომელიც იხსნება წყალში და შარდთან ერთად გამოიყოფა ორგანიზმიდან.

შარდის მკევა იმყოფება ამიღური ტუტომერული ფორმის სახით:

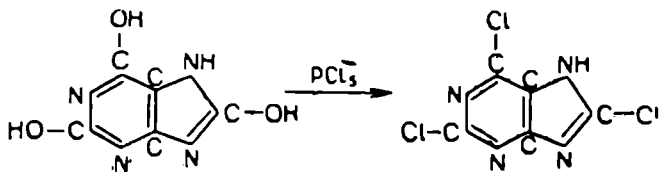


ოქსო-ფორმა  
(ლაქტამური-ფორმა)



ოქსი-ფორმა  
(ლაქტიმური-ფორმა)

შარდის მკევაზე ფოსფორის (V) ჰალოგენიდის მოქმედებით მიიღება 2,6,8-ტრიქლორპურინი:

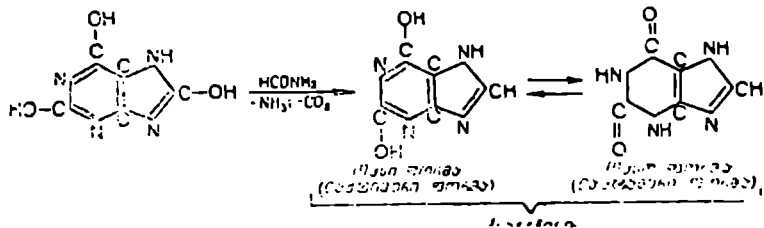


2,6,8-ტრიქლორპურინი

2,6,8-ტრიქლორპურინის წარმოქმნა იმაზე მიგვანიშნებს, რომ შარდის მკევა ფოსფორის (V) ქლორიდთან რეაგირებს ლაქტიმური ფორმის სახით. ტრიქლორპურინიში ქლორის ატომები მეტ-ნაკლები ძვრადია. ყველაზე უფრო ადვილძვრადია მე-6 C-ატომთან მდგომი ქლორის ატომი და ყველაზე უფრო ძნელადძვრადია მე-8 C-ატომთან მდგომი. ეს თვისება (ქლორის ატომების მეტ-ნაკლები ძვრადობა)

საშუალებას იძლევა ტრიქლორპურინიდან მივიღოთ პურინის სხვადასხვა ნაწარმი.

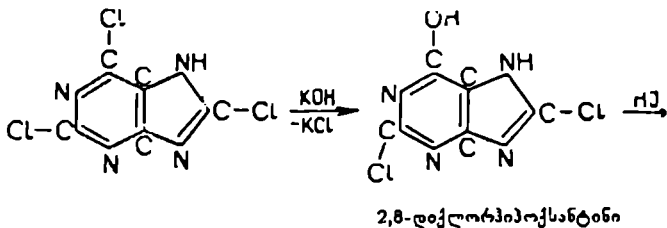
ქსანტინი (2,6-დიოქსიპურინი). ქსანტინი მიიღება შარდის მკეფასა და ფორამიდის ნარევის გაცხელებით:



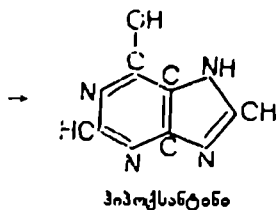
ქსანტინა მცირე რაოდენობით იმყოფება მცენარეულ ორგანიზმში. იგი ნაპოვნია აგრეთვე ცხოველთა შარდსა და სისხლში.

ქსანტინი უარყოფითად გრძობს კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტ.მ. 262-263°C). ამჟღავნებს შარდის მკეფის ქიმიურ თვისებებს.

ჰიპოქსანტინი (6-ოქსიპურინი). ჰიპოქსანტინის მიღებისათვის საწყის ნივთიერებად იყენებენ ტრიქლორპურინს, რომელსაც ამჟღავნებენ ნატრიუმის ან კალიუმის ჰიდროქსიდით და მიიღება 2,8-დიქლოროჰიპოქსანტინი. უკანასკნელს აღადგენენ იოდწყალბადით და წარმოიქმნება ჰიპოქსანტინი:

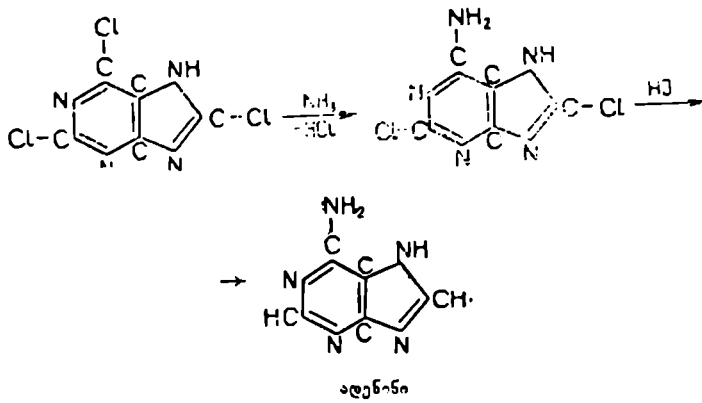


2,8-დიქლოროჰიპოქსანტინი



ჰიპოქსანტინი იმყოფება ცოცხალი ორგანიზმის ყველა ქსოვილთა უჯრედში.

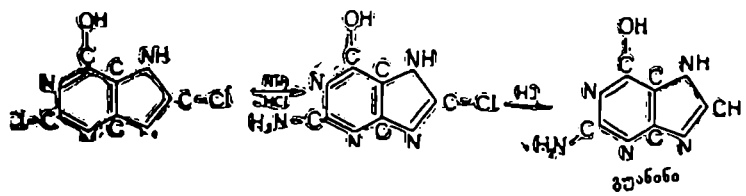
**ადენინი (6-ამინოპურინი).** ადენინის ნაშთს შეიცავს ნუკლეინის შეყვების მოლეკულა. ადენინი იმყოფება ნუკლეინის შეყვების ჰიდროლიზის პროდუქტებში. ადენინი თავისუფალი სახით ნაპოვნია შაქრის ქარხალში, სოკოებში, ჩაის ფოთოლში და სხვა. შეენარეში, ასევე შარდში, საფუარში, ღვიძლში, კუნთებში და ცხოველის სხვა ორგანოებში. იგი მიიღება 2,6,8-ტრიქლორპურინზე ამიაკის მოქმედებით და ამ დროს წარმოქმნილი პროდუქტის აღდგენით:



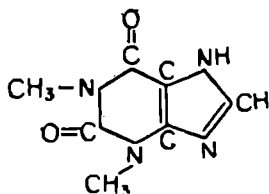
**გუანინი (2-ამინო-6-ოქსიპურინი).** გუანინი პირველად აღმოჩენილ იქნა გუანოში (გუანო არის გარეული ფრინველების ექსკრემენტი. გუანოს პერუს ზოგიერთ კუნძულებზე იყენებენ რაიმე აზოტოვან და ფოსფოროვან სასუქს). გარდა ამისა, გუანინი იმყოფება თევზის ქერქლსა და კანში. თევზის ქერქლს ბრუნვარება განაპირობებელია ვაზოკრისტალბული გუანინით.

გუანინი მსგავსად ადენინისა მომსახურებს ნუკლეინის შეყვების წარმოქმნაში და ნუკლეინის შეყვების ჰიდროლიზის პროდუქტებში იმყოფება თავისუფალი სახით.

გუანინი მიიღება 6-ოქსი-2,6-დიაზოპურინზე ამიაკის მოქმედებით და ამ დროს მიღებული ნაწილს აღდგენით:



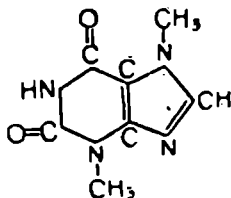
**თეოფილინი (1,3-დიმეთილქსანტინი).** თეოფილინი მცირე რაოდენობით აღმოჩენილია ჩაის ფოთლებში. სინთეზურად იგი მიიღება ცანამბარმეკას ეთერის დიმეთილშარდოვანასთან კონდენსაციით. თეოფილინის ბირთვი წარმოადგენს ქსანტინის ლაქტამურ ფორმას:



თეოფილინი

თეოფილინი არის უფერული ფურცლანებური კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 268°C), რომელიც კარგად იხსნება ცხელ წყალში. იგი გამოყენებულია, როგორც ძლიერი შარდმდენი და სისბლძარღვოვანი სისტემის გამაფართოებელი საშუალება.

**თეობრომინი (3,7-დიმეთილქსანტინი).** თეობრომინი 1,8%-დე იმყოფება კაკოს პარკებში. იგი მიიღება ქსანტინის ან 3-მეთილქსანტინის მეთილირებით. მეთილირებას ახორციელებენ დიმეთილსულფატით. თეობრომინის მოლეკულაში ქსანტინის ნაწილი იმყოფება ლაქტამურ ფორმაში:

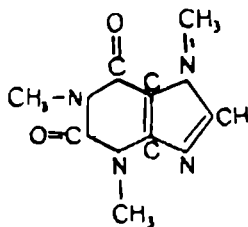


თეობრომინი

თეობრომინი წარმოადგენს კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 277°C), რომელიც კარგად იხსნება ცხელ წყალში. იგი კიდევ უფრო ძლიერი შარდმდენია, ვიდრე თეოფილინი. გამოყენებულია ჰიპერტონიის საწინააღმდეგო საშუალებადაც.

**კოფეინი (1,3,7-ტრიმეთილქსანტინი).** კოფეინი 1,5%-დე იმყოფება ყავის მარცვლებში, რომლიდანაც იგი პირველად იქნა გამოყოფილი სხვადასხვა მკვლევარის მიერ, კოფეინი ყავასთან შედარებით გაცილებით მეტი რაოდენობითაა (5%-დე) ჩაის ფოთლებში. კოფეინის

მრეწველობაში ლებულობენ ჩაის ბუჩქის ნასხლავი ფოთლებიდან და ყავის მრეწველობის ნარჩენებიდან. გარდა აზრსა, კოფეინს სამრეწველო მასშტაბით ლებულობენ შარდის შეავიდან. იგი მოიღება აგრეთვე თეოფილინის ან თეობრომინის მეთილირებათ. კოფეინს აგებულება პირველად დაადგინა ე. ფიშერმა კოფეინის მოლეკულის ქიმიურად დესტრუქციით.



კოფეინი

კოფეინი არის კრისტალური ნივთიერება (ლ. ტემპ. 236,5°C), რომელიც შედარებით უფრო კარგად იხსნება წყალში ვიდრე თეოფილინი და თეობრომინი. კოფეინი გამოყენებულია მედიცინაში, როგორც გულის მუშაობის მარეგულირებელი საშუალება. იგი ძლიერ აღაგზნებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემას.

## თ ა ვ ი XXIII

### ცილები

ცილები წარმოადგენენ სასიცოცხლო მნიშვნელობის ბუნებრივ მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებს. ყველა ევრედი, ეს იქნება ცხოველური, მცენარეული თუ ერთუჯრედიანი ორგანიზმი, შეიცავს ცილას. სიცოცხლის ყველა ფორმის საფუძველს ცილა წარმოადგენს.

აღამიანის ორგანიზმი მოიცავს ათასობით სხვადასხვა ცილას, რომლებიც აარულებს სხვადასხვა სპეციფიკურ ფუნქციას. ჯადგენილია, რომ აღამიანს ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის დღე-ღამის განმავლობაში, თავისი სხეულის 1 კგ წონაზე ესაჭიროება არანაკლები 1 გ ცილა.

ფ. ენგელსი ამბობდა, რომ „ყველგან, სადღაც ჩვენ ვხვდებით სი-

ციტხლეს, ვნახელობა, რომ იგი დაკავშირებულია, რომელიმე ცილოვან სხეულთან, და ყველგან. სადაც ჩვენ ვხვდებით ცილოვან სხეულს, რომელიც არ იმყოფება დამლიან პროცესში, უგამონაკლისოდ ვხვდებით სიცოცხლის მოვლენას“.

ორგანიზმის სიცოცხლისათვის ბიოლოგიური წარმოშობის არც ერთ ნივთიერებას არა აქვს ისეთი დიდი მნიშვნელობა, როგორც ეს აქვს ცილოვან სხეულს. ცილების ესოდენ დიდი მნიშვნელობა განპირობებულია იმით, რომ ისინი, განსხვავებით ყველა დანარჩენ ორგანულ ნივთიერებისაგან, ხასიათდებიან მრავალმხრივი ფუნქციით, სპეციფიკურობით, განუხაზღვრელი სტრუქტურებითა და სხვა. ცილებს, გარდა აღნიშნულისა, აქვთ დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობაც. ისეთი ბუნებრივი ნედლეული, როგორც არის მატყლი, ტყავი, აბრეშუმი ძირითადად მოიცავს ცილოვან ნივთიერებებს. ფერმენტები, რომელთაც ფართოდ იყენებენ მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, შედგებიან ცილებისაგან. ზოგიერთი ჰორმონი და ანტიბიოტიკი ცილებს მიეკუთვნება.

ცილებს ჰყოფენ ორ ჯგუფად:

მარტივი ცილები ანუ პროტეინები (ბერძ. Protos პირველი) და რთული ცილები ანუ პროტეიდები.

მარტივი ცილების სრული ჰიდროლიზით წარმოიქმნება მხოლოდ ამინომჟავები (მარტივ ცილებს მიეკუთვნება ალბუმინები, გლობულინები, გლიადინები, პროტამინები და სხვა). ეს იმას ნიშნავს, რომ მარტივი ცილების მოლეკულა მოიცავს მხოლოდ ამინომჟავების ნაშთებს. რთული ცილების მოლეკულაში ცალსთან ერთად იმყოფება ცალსაგან სრულიად განსხვავებული ბუნების მქონე ნივთიერების ნაშთი, რომელსაც ეწოდება პროსტეტული ჯგუფი. პროსტეტული ჯგუფის მიხედვით არჩევენ ფოსფოპროტეიდებს, სადაც ცალსთან ერთად იმყოფება ფოსფორის შემცველი ჯგუფი. ფოსფოპროტეიდებს მიეკუთვნება კაზეინი. არიან ისეთი რთული ცილები, რომელთა მოლეკულის პროსტეტულ ჯგუფს წარმოადგენს ნაწიშიწყალის შემცველი ფრაგმენტი. ასეთია მუცინი და ოვალბუმინი, მათ გლუკოპროტეიდები ეწოდებათ. რთული ცილებს უაღრესად დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობის წარმომადგენელია ნუკლეოპროტეიდები, რომელთა ცილისაგან განსხვავებული კომპონენტია (პროსტეტული ჯგუფი) ნუკლეინის მჟავები.

სხვადასხვა ცილაში ელემენტთა შემცველობა მერყეობს მცირე ფარგლებში (ცხ. 11).

## ცილების ელემენტური შედგენილობა

ელემენტი	% რაოდენობა
ნახშირბადი	50—55
წყალბადი	6,5—7,3
აზოტი	15 — 18
ქანკბადი	21 — 24
გოგირდი	0 — 2,4
ნაცარი	0 — 0,5

ერთი ცილიდან მეორე ცილის წარმოქმნა, რაც ხდება ცოცხალ უჯრედში, იწვევს ამინომჟავების რაოდენობრივ, თვისებრივ ცვალებადობასა და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებათა არსებითი ხასიათის განსხვავებულობას. სხვადასხვა ცილა ერთმანეთისაგან განსხვავდება არა მარტო ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებებით, არამედ ფორმითაც. უქანასკნელის მიხედვით არჩევენ-ფაბრილარულ (ლათ. fibra ბოჭკო) და გლობულარულ (ლათ. globulus ბურთულა) ცილას. ფაბრილარული ცილებია აბრეშუმის ფაბრაინი, მატყლის კერატინი და სხვა. მათი პოლიპეტიდური ჯაჭვი დახვეული და გაციმულია. გლობულარული ცილების პოლიპეტიდური ჯაჭვი შეგრავნილია მორგვად. ამ ჯგუფის ცილები იშვოფება საკვებ პროდუქტებში. ზოგიერთი ცილა წყალთან წარმოქმნის კოლოიდურ ხსნარს. ზოგი წყალში სრულებით არ იხსნება. ყველა ცილა ობტიკურად მოქმედია და პოლარიზებულ სიბრტყეს აბრუნებს მარცხნივ. ცილების მოლეკულური მასა დიდ ფარგლებში მერყეობს (10 000—40 000 000). ჩვეულებრივ ხშირად გვხვდება ისეთი ცილები, რომელთა მოლეკულური მასა იშვოფება 17 000 — 68 000 ფარგლებში.

**ცილების აგებულება.** ბუნებრივი ცილების აგებულების დადგენა ვაძნელებულია მრავალი მიზეზით. ამთგან აღსანიშნავია ის, რომ ცილები არიან მაღალმოლეკულური ნაერთები, დიდი მოლეკულური მასით. ხასიათდებიან ლაბილურობით და რაიმე რეაგენტის ან ფაქტორის მოქმედებით იშლებიან. ამის გამოა, რომ დაუშლელად მათი სუფთა სახით გამოყოფა ბუნებრივი მინარევეებიდან ძნელდება. ცილების აგებულების დადგენა თანაპედროვეობის ერთ-ერთი უდიდესი მნიშვნელობის პრობლემაა.

ცილების აგებულებასთან დაკავშირებით არსებობს სხვადასხვა თეორია. ამ თეორიათაგან ყველაზე მეტი ექსპერიმენტული დადასტურება პოვა ე. ფიშერის პოლიპეტიდურმა თეორიამ, რომელიც მან შექმნა 1902 წ. ამ თეორიის მიხედვით ცილები წარმოადგენენ ამინომჟავათა პეპტიდური ბმით წარმოქმნილ განუშტოებელ ჯაჭვს.

ცილის სტრუქტურას განსაზღვრავს არა მარტო ქიმიურ შედგენილობათა და სხვადასხვა ამინომჟავათა ნაშთების თანმიმდევრული გადაბმა პოლიპეტიდურ ჯაჭვში, არამედ ისიც თუ, როგორია პოლიპეტიდურ ჯაჭვთა განლაგება სივრცეში. პოლიპეტიდურ ჯაჭვთა განლაგება სივრცეში წარმოქმნის მრავალ კონფორმერს, რომლითაც განპირობებულია ცილის მრავალფეროვნება ბუნებაში. ცილის მოლეკულას აგებულებასთან დაკავშირებით არჩევენ ოთხ სხვადასხვა სტრუქტურულ ფორმას: პირველადს, მეორეულს, მესამეულს და მეოთხეულს.

**ცილის პირველადი სტრუქტურა.** ცილის პირველადი სტრუქტურის ქვეშ გულისხმობენ ამინომჟავების ფრაგმენტებს თანმიმდევრულ გადაბმას, იმ ერთ ან რამდენიმე პოლიპეტიდურ ჯაჭვში, რომელსაც ცილის მოლეკულა შეიცავს. პოლიპეტიდის ჯაჭვში ამინომჟავების ფრაგმენტთა გადაბმის თანმიმდევრობა განსაზღვრულ იქნა ქიმიური მეთოდებით. ერთ-ერთი მეთოდია ცილაზე დინიტროფტორბენზოლის მოქმედება. ამ დროს დინიტროფტორბენზოლი რეაქციაში შედის ცილის პოლიპეტიდური ჯაჭვის იმ ბოლოსთან, სადაც თავისუფალი ამინოჯგუფია და წარმოიქმნება შეფერილი კომპლექსი. ამის შემდეგ ანხორციელებენ ცილის პიდროლიზს და პიდროლიზის პროდუქტებიდან გამოყოფენ შეფერილ კომპლექსს, რომელიც წარმოადგენს პოლიპეტიდის ჯაჭვის კიდურს ამინომჟავისა და დინიტროფტორბენზოლის გადაბმის პროდუქტს. უკანასკნელიდან დინიტროფტორბენზოლის ნაშთის ჩამოშორებით რჩება თავისუფალი ამინომჟავა, რომლის აგებულების დადგენა დიდ სიძნელეს არ წარმოადგენს, იგივე მეთოდით ადგენენ პოლიპეტიდურ ჯაჭვში თუ, რომელია მომდევნო ამინომჟავა. ცილების პირველადი სტრუქტურის დადგენა მოიხზოეს ძალაღან დიდ დროს. არის ისეთი ცალები, რომელთა პოლიპეტიდურ ჯაჭვში იმყოფება ასეთლობით ამინომჟავის ნაშთი. მაგალითად, ალაპინის ცილა გლობინი მოიცავს ოთხ პოლიპეტიდურ ჯაჭვს, რომლის α-ჯაჭვში 141 და β-ჯაჭვში 146 ამინომჟავის ნაშთია.

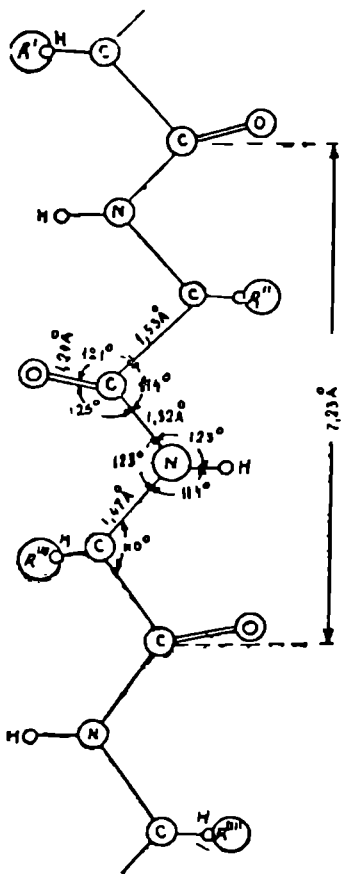
აღნიშნული მეთოდით პირველად იქნა დადგენილი ინსულინის მოლეკულაში ამინომჟავების ფრაგმენტთა გადაბმის თანმიმდევრობა. ინსულინის მოლეკულა ორი პოლიპეტიდური ჯაჭვისაგან შედგება. ერთი ჯაჭვი (ა) შეიცავს 21 ამინომჟავას ნაშთს, ხოლო მეორე (ბ) 30.

ამინომჟავების ფრაგმენტთა გადაბმა ალაპინის ინსულინის მოლეკულაში ნაჩვენებია ნახ. 13-ზე.

14-ე ნახ. მოცემულია საერთოდ პოლიპეტიდურ ჯაჭვში ატომთა შორის მანძილი და ვალენტური კუთხის სტანდარტული სიდიდე.

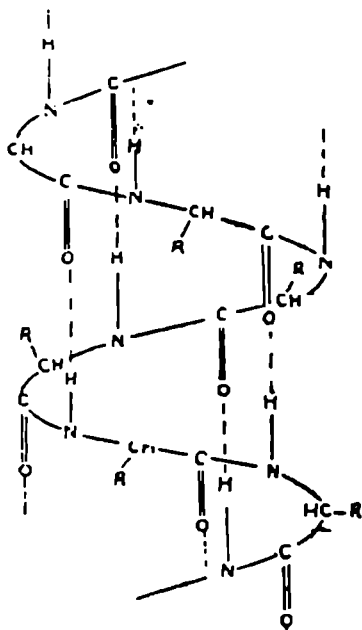






ნახ. 14. პოლიპეტიდურ ჯაჭვში ატომთა შორის მანძილი და კუთხის სტანდარტული სიდიდე.

დაკავშირებულია უაღრესად დიდ სიძნელებებთან და ამჟამად ცნობილია მხოლოდ რამდენიმე ცილის (გლობინი, მიოგლობინი, ქათმის კვერცხის ლიზოცინი და ზოგიერთი სხვა) მიახლოებითი შესაძვეული სტრუქტურა.



ნახ. 15. ცილის მეორეული სტრუქტურის ელემენტი (α-სპირალის ფორმის სახით).

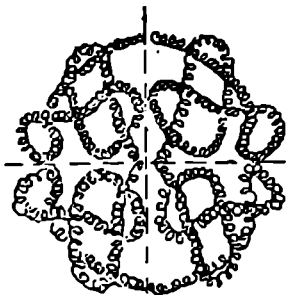
მე-16 ნახ. მოცემულია ცილის მიახლოებითი გამარტივებული შესაძვეული სტრუქტურის ფორმა.

ცილის მეოთხეული სტრუქტურა. ცილის მეოთხეულ სტრუქტურაში იგულისხმება შესაძვეული სტრუქტურის მქონე ოთხი გრაგნილის ერთ მთლიან მსხვილ სტრუქტურად გაერთიანება. ასეთი მაკრომოლე-

კულის წარმოქმნა ყველა ცილისათვის დამახასიათებელი არ არის, ცილის მეოთხეული სტრუქტურის სქემა მოცემულია მე-17 ნახაზზე.



ნახ. 16. ცილის მე-სამეული სტრუქტურა



ნახ. 17. ცილის მეოთხეული სტრუქტურა

სხვა ცილებთან შედარებით უფრო სრულად არის შეაწვდილი გლობინის, ზოგიერთი ფერმენტისა და ცალკეული ვირუსის მეოთხეული სტრუქტურა.

## თ ა ვ ი X X I V

### ნუკლეინის მჟავები

საუკუნეების მანძილზე მიმდინარეობს ძიება იმ მიზეზის შესაცნობად, რომლითაც შთამომავლობა მექვავურკონათ ლეხულობს წინაპრისათვის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებებს.

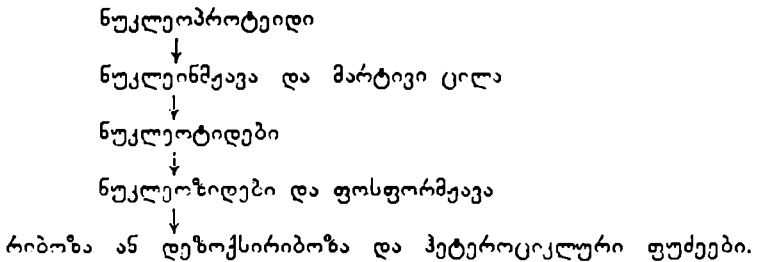
ახალშობილის განვითარების პროცესში მოქმედებს რაღაც მექანიზმი, რომლის მეოხებითაც შვილა ეშგავსება მშობლებს. ამ მექანიზმის არსის შეცნობის მხრივ ბიოლოგების, ქიმიკოსებისა და ფიზიკოსების ერთობლივი მუშაობით უკანასკნელი 30 წლის მანძილზე უაღრესად დიდმნიშვნელოვანი მონაცემებია მიღებულა. აღმოჩნდა, რომ გენი (ბერძ. *γενος* — გვარი ნიშნავს რაღაც წარმოსახვით ერთეულს, რომლითაც მემკვიდრული ნიშან-თვისებები გადადის თაობიდან თაობაზე) არის დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა (შემოკლებით *დნმ*), რომლის მოლეკულა თანამედროვე მოსაზრების მიხედვით წრფივად მოთავსებული უფრო დიდი სტრუქტურის მქონე ქრომოსომაში.

იმის მიხედვით, თუ რომელი რიბოზა ლეხულობს მონაწილეობას ნუკლეინის მჟავის მოლეკულის წარმოქმნაში, არჩევენ დეზოქსინუკლეინის მჟავასა (*დნმ*) და რიბონუკლეინის მჟავას (შემოკლებით *რნმ*).

ნუკლეინის მჟავები აგებული არიან მრავალი ნუკლეოტიდებისაგან და მათ უწოდებენ პოლინუკლეოტიდებს.

ნუკლეინის მკვებები პირველად აღმოჩენილ იქნა 1868 წ. ე. ფიშერის მიერ უჯრედის ბირთვში. იმის გამო, რომ მათ აქვთ მკვებური ბუნება და აღმოჩენილ იქნა უჯრედის ბირთვში (ლათ. nucleus ბირთვი) უწოდეს ნუკლეინის მკვებები. შემდგომში ეს ნუთიერებები ნაპოვნი იქნა უჯრედის პლაზმასა და რიბოსომაში. ნუკლეინმკვებები წარმოადგენენ წყალში ხსნად ბუნებრივ მაღალმოლეკულურ ნაერთებს (ბიოპოლიმერები). მათი მოლეკულური მასა აღწევს 500 000-დან მრავალ მილიონამდე. მოლეკულური მასის სიდიდე, ლაბილურობა და მოლეკულის უაღრესად რთული აგებულება, ნუკლეინმკვებების აღმოჩენის დღიდან დიდ სიძნელეს ქმნიდა მათი აგებულების დადგენის მხრივ. მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრის ერთ-ერთ დიდ აღმოჩენად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ ძირითადად გაშიფრულია ამ მეტად რთული ქიმიური ბუნების ნუთიერებათა აგებულება. ასე, მაგალითად, დადგენილია, რომ ღწმ-ის მოლეკულა მოიცავს 2-დეზოქსი-D-რიბოზას, ადენინის, გუანინის, ციტოზინის, თიმიინის და ფოსფორმკვების ნაშთს, ხოლო რწმ რიბოზას, ადენინის, გუანინის, ციტოზინის, ურაცილისა და ფოსფორმკვების ნაშთს. მასასადამე, რწმ განსხვავებით ღწმ-საგან. დეზოქსირიბოზის ნაცვლად შეიცავს რიბოზის ნაშთს და თიმიინის ნაცვლად ურაცილის ნაშთს. ამასთან გაშიფრულია ისიც თუ, როგორ არიან ერთმანეთთან დაკავშირებული აღნიშნულ ნუთიერებათა ნაშთები ღწმ და რწმ მოლეკულაში.

რთული ცილის — ნუკლეოპროტეიდის ჰიდროლიზით მიიღება მარტივი ცილა და ნუკლეინის მკვება, ხოლო ნუკლეინმკვების ჰიდროლიზით წარმოიქმნება ნუკლეოტიდები, რომლებიც ფოსფორმკვების ჰიდროლიზური ჩამოშორებით იძლევიან ნუკლეოზიდებს.

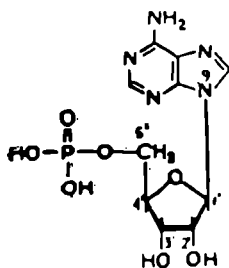


ნუკლეოტიდებს სახელწოდება გამოყავთ აზოტის შემცველი (აზოტოვანი) ფუძის სახელის ძირიდან, რომელსაც ემატება სუფიქსი—**ოზინი**. მაგალითად, თუ აზოტის შემცველი ფუძე ადენინი იმყოფება ნუკლეოზიდის შედგენილობაში, მაშინ მისი სახელწოდებაა **ადენოზინი**, გუანინის შემთხვევაში **გუანოზინი**. გამოიყენება ჰიპოქსანტინის შემ-

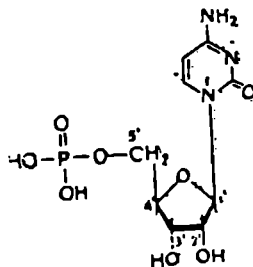
ცელი ნუკლეოზიდის სახელწოდება, რომელსაც ეწოდება ინოზინი. ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა პირიმიდინის ჯგუფის ფუძეებია ნუკლეოზიდის მოლეკულაში, მაშინ მათი სახელწოდების დაბოლოებაა -- იდინი. ამის მიხედვით ნუკლეოზიდის სახელწოდება იქნება ციტიდინი, ურიდინი და ა. შ.

ნუკლეოტიდებში ნახშირწყალსა და პურინის ფუძეებს შორის გლიკოზიდური ბმა განხორციელებულია ნახშირწყალის 1' C-ატომსა და პურინის ფუძის 9 N-ატომს შორის, ხოლო პირიმიდინის ფუძეების შემთხვევაში ნახშირწყალს იგივე C-ატომსა (C—1') და 1 N-ატომს შორის. ფოსფორის ჰეაჯის ნაშთით ეთერიფიცირებულია ერთი ნუკლეოტიდის რგოლის ნახშირწყლის 5' C-ატომთან მდგომარეობაში პიროქსილის ჯგუფი და მეორე ნუკლეოტიდის 3' C-ატომთან მყოფი პიროქსილის ჯგუფი.

პურინის ფუძე ნუკლეოტიდისა და პირიმიდინის ფუძე ნუკლეოტიდის მოლეკულის აგებულება შეიძლება წარმოვიდგინოთ ადენოზინ-5' ფოსფატისა და ციტიდინ-5'—ფოსფატის აგებულების მიხედვით:



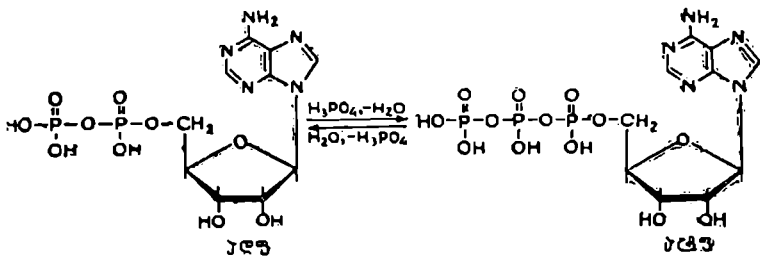
ადენოზინ-5'-ფოსფატი



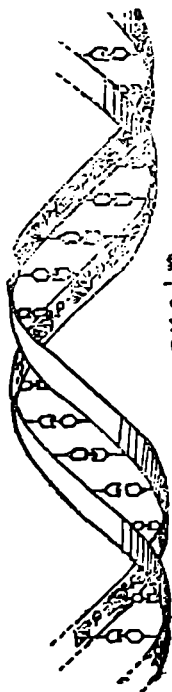
ციტიდინ-5'-ფოსფატი

ნივთიერებათა ცვლის პროცესში ნუკლეოტიდებიდან თავისუფალი სახით გვხვდება ადენოზინ-5'-მონოფოსფატი (შეპოკლებით ამფ), ადენოზინ-5'-დიფოსფატი (აღფ) და ადენოზინ-5'-ტრიფოსფატი (ატფ). ამფ-სა და ფოსფორჰეაჯისაგან წარმოიქმნება აღფ, ხოლო აღფ-სა და ფოსფორჰეაჯიდან ატფ. აღფ-დან ატფ-ს წარმოქმნის დროს ადგილი აქვს ენერგიის დაგროვებას და ამიტომ ატფ არის ენერგიით მდიდარი ნუკლეოტიდი, რომელიც აღფ-ში გადასვლისას ათავისუფლებს ენერგიას, რაც ხმარდება ორგანიზმში მიკვლანარე რეაქციებს.

აღფ-დან ატფ-ში გადასვლა და პირიქით შეიძლება წარმოვიდგინოთ ქვემოთ ნაჩვენები რეაქციის სქემის მიხედვით:



დნმ აგებულება. რენტგენოსტრუქტურულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ დნმ-ის მოლეკულა შედგება ორმაგი სპირალური ჯაჭვისაგან. თითოეული ჯაჭვი პოლინუკლეოტიდია, რომელშიც ნუკლეოტიდები დნმ-სათვის დამახასიათებელი თანმიმდევრობით არიან განლაგებული. დნმ-ს ერთი ჯაჭვის პეტეროციკლური ფუძეები მოთავსებულია მეორე ჯაჭვის პეტეროციკლური ფუძეების პირდაპირ. ამასთან ერთი



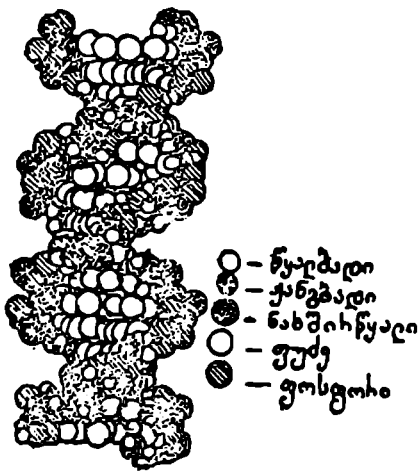
- ფ - დეზოქსირიბოზა
- P - ფოსფორი
- ფ - ფენილი
- ტ - თიმილი
- ც - ციცილი
- გ - გუანილი
- ა - ადენინი
- ... - წყალბადური ბმები

ჯაჭვის ადენინი (ა) ყოველთვის იმყოფება მეორე ჯაჭვის თიმინის (თ) პირდაპირ, ხოლო გუანინის (გ) პირაპირ ციტოზინი (ც). ა-სა და თ-ს შორის არის ორმაგი წყალბადური ბმა, ხოლო გ-სა და ც-ს შორის სამმაგი წყალბადური ბმა. ა-თ წყვილში, აგრეთვე გ-ც წყვილში ერთი ნუკლეოტიდი მეორის კომპლემენტარულია (ლათ. Complementum — შევსებელი საშუალება). წყალბადური ბმების მრავალჯერადობით განპირობებულია ორმაგი სპირალის მდგრადობა.

კრაქისა და უოტსონის მიერ მოწოდებულია დნმ-ს მოლეკულის ორმაგი სპირალი და მოდელი (სურ. 10 და 11), რომლებშიც ერთიანობაშია მოცემული ორმაგი სპირალი და სპირალთა შორის პეტეროციკლური ფუძეების განლაგება.

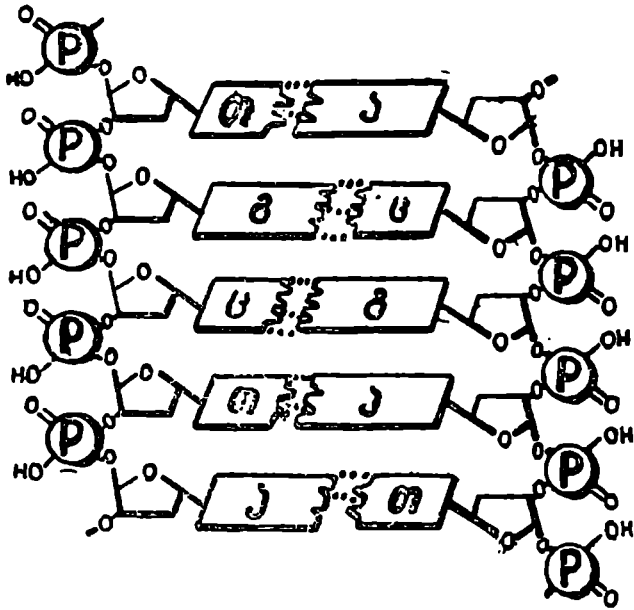
დნმ-ში ნუკლეოტიდების კომპლემენტარული განლაგება რელიეფურად ჩანს მე-12 სურათზე.

სურ. 10. დნმ-ის ორმაგი სპირალი.



- - წყარბადი
- - ჟანგბადი
- - ნახშირწყალი
- - ფუძე
- - ფოსფოზი

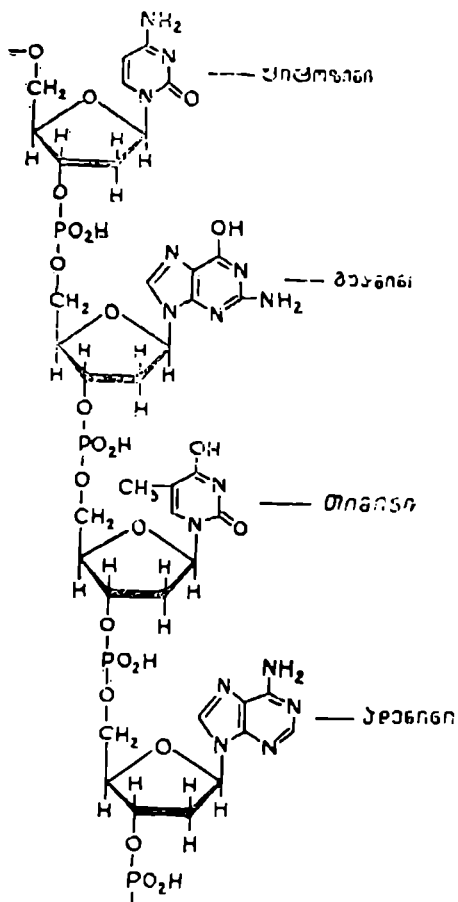
სურ. 11. დნმ-ის მოლეკულის მოდელი.



სურ. 12.

დნმ-ის სტრუქტურის ფრაგმენტი. ნუკლეოტიდების კომპლემენტარული განლაგება.  
 28. დ. გაბრიაძე

დნმ-ის სპირალის ჯაჭვის მონაკვეთის სტრუქტურა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგნაირად:



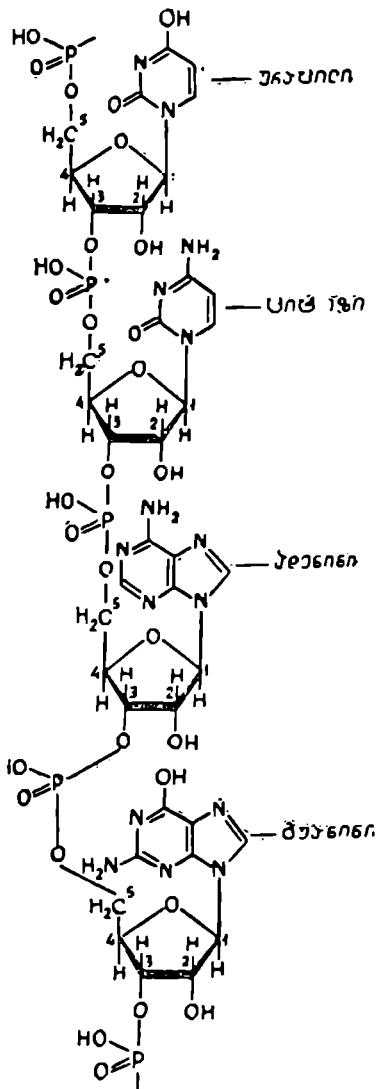
დნმ-ის სპირალის ჯაჭვის მონაკვეთი

დნმ-ის სპირალის ჯაჭვში იგივეობა მეორდება ყოველი 10 დეზოქსირიბონუკლეოტიდის ნაშთის შემდეგ.

უჯრედის ბირთვში დნმ-ის რაოდენობრივი შემცველობა მუდმივია. მაგალითად, ადამიანის ყოველი უჯრედის ბირთვი, გარდა სასქესო უჯრედის ბირთვისა შეიცავს  $6,6 \cdot 10^{-12}$  გ დნმ-ას, ხოლო სასქესო უჯრედის ბირთვი მის ნახევარს ( $3,3 \cdot 10^{-12}$  გ).



რწმ აგებულება. რიბონუკლეინმეკვას მოლეკულა აგებულია პო-  
ლინუკლეოტიდების ერთი ჯაჭვისაგან:



რწმ-ის ჯაჭვის მოწყობა

როგორც აღინიშნა, ღნმ-საგან განსხვავებით რნმ მოლეკულის წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს დეზოქსირიბოზას ნაცელად რიბოზა და თიმინის ნაცელად ურაცილი. ამასთან, რნმ პოლინუკლეოტიდურია ჯაჭვს დაახლოებით ნახევარს აქვს სპირალური სტრუქტურა.

რნმ ერთგვაროვანი არ არის და მას არჩევენ უჯრედში ყოფნისა და იმის მიხედვით, თუ რა ფუნქციას ასრულებს თითოეული მათგანი. მაგალითად, რიბოსომაში არსებული რნმ ცნობილია რიბოსომული რნმ-ის (რ-რნმ) სახელწოდებით. რნმ-ას, რომელსაც ცილის სინთეზის ადგილზე გადააქვს ამინომჟავები, ეწოდება სატრანსპორტო რნმ (ტ-რნმ). არის რნმ, რომელსაც ინფორმაცია გადააქვს იმ ცილის შესახებ, რომლის სინთეზიც უნდა განხორციელდეს და მას უწოდებენ ინფორმაციულ რნმ (ი-რნმ).

ამინომჟავების ნაშთების გადაბმის თანამიმდევრობა პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში კოდირებულია ღნმ-ში. რომელიც არის უჯრედის ბირთვში. პოლიპეპტიდური ჯაჭვის წარმოქმნა კი ხდება უჯრედის ბირთვის გარეთ, რიბოსომაში. ამიტომ გენეტიკური ინფორმაცია მისი შენახვის ადგილიდან სინთეზის ადგილმდე გადატანილ უნდა იქნეს დიდი სიზუსტით (უშეცდომოდ). როგორც აღინიშნა, ამ ფუნქციას ასრულებს ი-რნმ.

## თ ა ვ ი X X V

### ალკალოიდები

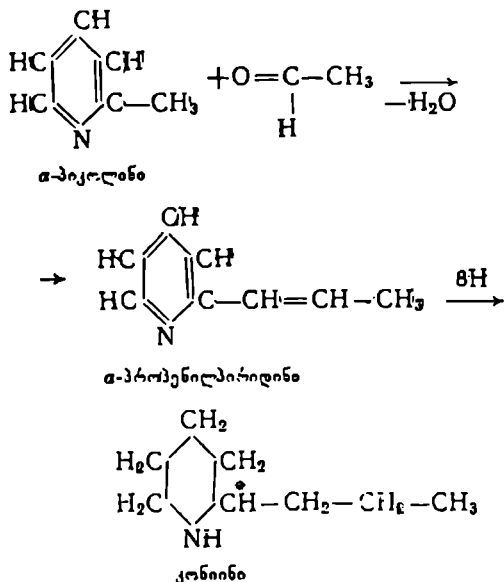
ალკალოიდები არიან მცენარეული წარმოშობის აზოტის შემცველი ფუძე ხასიათის ნივთიერებები. სახელწოდება ალკალოიდი წარმოდგება ლათ. სიტყვიდან *alkali* ტუტე და ბერძ. *eidoc* სახე.

სახელწოდებაში — ალკალოიდი ასახულია ამ ორგანულ ნივთიერებათა ბუნება. ბუნებაში ალკალოიდებს ეხედებით ორგანული მჟავების მარილების სახით. ზოგიერთი ალკალოიდი ხასიათდება დიდი ეფექტური ფიზიოლოგიური მოქმედებით და მათ ადამიანები ძველთაგანვე იყენებდნენ ნაყენის სახით, როგორც სამკურნალო საშუალებას. ალკალოიდების გამოყოფას ახდენენ წვრილად დაჭრილი ალკალოიდის შემცველი მცენარიდან მიღებულ წყალხსნარზე ტუტის მოქმედებით. ამ შემთხვევაში ალკალოიდს ჩამოშორდება ორგანული მჟავა. ხსნარში არსებულ ალკალოიდს გამოხდის წყლის ორთქლით ან გამოხსნიან შესაფერი ორგანული გამხსნელით. გარდა ამისა მათი გამოყოფისათვის ხშირად იყენებენ ქრომატოგრაფიულ მეთოდს. მეტ-

წილად აღკალიდებო წარმოადგენენ კრისტალურ ნივთიერებებს. აღკალიდები ოპტიკურად მოქმედი ნივთიერებებია და ბევრი მათგანი მარცხნივ მბრუნებელია. აქვამად ცნობილია 2000-ზე მეტი აღკალიდი, რომელთა უმრავლესობა ჰეტეროციკლურ ნაერთს წარმოადგენს. აღკალიდებს ერთმანეთისაგან არჩევენ იმ-ს მიხედვით, თუ რომელი მცენარედან არის მიღებული ან რომელი ჰეტეროციკლური ნაერთის ბირთვი უძვეეს საფუძვლად. აქვამად, როცა ცნობილი გახდა მრავალი აღკალიდის აგებულება, უფრო მიზანშეწონილად მიჩნეული მათ კლასიფიკაციას საფუძვლად დაედო იმ ჰეტეროციკლური ნაერთის სახელწოდება. რომელსაც შეიცავს ესა თუ ის აღკალიდი. ამის მიხედვით არჩევენ პირიდინის, პიროლიდინის, პიპერიდინის, ქინოლინის, იზოქინოლინის, ინდოლისა და სხვა ჯგუფის აღკალიდებს.

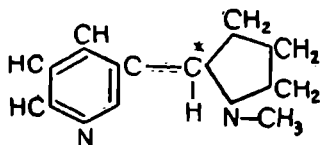
### პირიდინისა და პიპერიდინის ჯგუფის აღკალიდები

კონიინი (2-პროპილპიპერიდინი). კონიინი იმყოფება მცენარე კონიოში (*Conium maculatum*). იგი ერთ-ერთი ყველაზე უფრო მარტივი აღკალიდია, რომელიც პირველად სინთეზირებულ იქნა ლანდენბურგის მიერ (1886 წ.) α-პიკოლინის აცეტალდეჰიდთან კონდენსაციითა და კონდენსაციის პროდუქტის აღგენით:



კონიინი წარმოადგენს უფერო სითხეს, რომელიც დუღს 165,9°C-ზე. კონიინი შეიცავს ერთ ქირალურ ცენტრს და იმყოფება ორი ოპტიკურად მოქმედ ანტიპოდის სახით. მარცხენა იზომერი წარმოადგენს ბუნებრივ კონიინს, რომელიც ძლიერი შხამია. იგი იწვევს სასუნთქი ორგანოების დამბლას. მოქმედებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე. ჩვესს წელთაღრიცხვამდე 399 წ. სოკრატემ თავისი სიცოცხლე იძულებით დაასრულა კონიინის შემცველი მცენარის გამონაწურის მიღებით.

(ნიკოტინი (β-(N-მეთილ-α-პიროლიდილ)-პირიდინი). ნიკოტინი სხვა ალკალოიდებთან ერთად იმყოფება ვაშლისა და ლიმონის მკავეს მარხლის სახით თამბაქოს ფოთლებში (Nicotiana tabacum). ნიკოტინის მოლეკულა წარმოადგენს პირიდინისა და N-მეთილპიროლიდინის ნაშთის ვადაბმის პროდუქტს:



ნიკოტინი

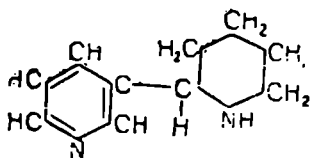
როგორც გამოკვლევებმა აჩვენა, თამბაქოს ფოთლებში ნიკოტინის წარმოქმნამდე ლიჯაპეიანი აზოტშემცველი ნაერთებიდან ცალ-ცალკე ჩნდება პირაიდინისა და პიროლიდინის ბირთვის შემცველი ნაერთები, რომლებიც უერთდებიან ერთმანეთს და მიიღება ნიკოტინი.

ნიკოტინს სინთეზურად ლებულობენ 3-ციანოპირიდინის მრავალსაფეხუროვანი გარდაქმნით. მისი აგებულება დადგინდა დაქანგვითი დესტრუქციითა და სინთეზით.

ნიკოტინი წარმოადგენს წყალში ხსნად, თამბაქოს სუნის. ზეთისებურ სითხეს (დუღ. ტემპ. 247°C), რომელიც ჰაერზე იყვანება და ლებულობს მუქ ფერს. იგი პოლარიზებულ სიბრტყეს აბრუნებს მარცხნივ. ნიკოტინი ძლიერი შხამია (ადამიანისათვის სასიკვდილო დოზაა 30-60 მგ). ნიკოტინი იწვევს სასბლქარღეთა სისტემის შევიწროებას, რასაც თან ახლავს ჰიპერტონული დაავადება. ტოქსიკურად მოქმედებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე. მომეტებული დოზით მისი მიღება იწვევს გულის დამბლას. თამბაქოს კვამლი შეიცავს კანცეროგენებს. ნიკოტინი, როგორც შხამი გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში მავნე მწერების განადგურებისათვის.

ანაბაზინი(β-(α-პიპერიდილ)-პირიდინი). ანაბაზინი აღმოჩენილ იქნა ა. პ. ორეხოვის მიერ 1929 წ. შუაზიის მცენარე ღურღენში (Anabasis aphylla). იგი ნაპოვნია აგრეთვე, თამბაქოს ფოთლებში.

ანაბაზინის აგებულება დადგენილ იქნა მისი ს-ნთეზით. რომელიც განხორციელებულ იქნა გ. მენშიკოვისა და ა. გრაგოროვიჩის მიერ, ანაბაზინი სინთეზირებულ იქნა აგრეთვე შვეტ-ა მიერ. ანაბაზინის მოლეკულაში ერთმანეთთან გადაბმულია პარიდინისა და პიპერიდინის ბირთვის ნაშთები:

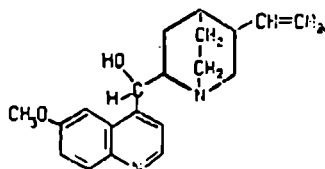


ანაბაზინი

ანაბაზინი წარმოადგენს უფერო ზეთისებურ სითხეს (დუღ. ტემპ. 276°C). მას ფართოდ იყენებენ სოფლის მეურნეობაში, როგორც ინსექტოციდს.

### კინოლინის ჯგუფის ალკალოიდები

კინაქინი. კინაქინი იმყოფება კინაქინის ხის (Cinchona) ქერქში. კინაქინის ხის ქერქიდან იგი გამოყოფილ იქნა 1820 წ. დღეისათვის ცნობილია კინაქინის ხის 30-დე ალკალოიდი. კინაქინის მოლეკულაში ერთმანეთთან გადაბმულია კინოლინისა და კინნუკლიდინის ბირთვი:

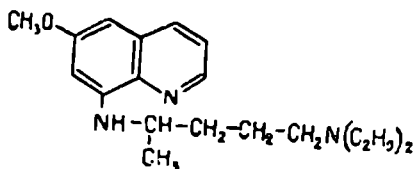


კინაქინი

რ. ვუდვორდისა და ვ. დერინგის მიერ 1944 წ. სინთეზირებულ იქნა კინაქინი. კინაქინის აგებულება დადგენილია მისი მოლეკულის ქიმიური დესტრუქციით.

კინაქინა არის უფერო, წყალში ინელადსნაღი, მწარე გემოს მქონე ოპტიკურად მოქმედი, კრისტალური ნივთიერება, რომელიც ღლეება 177°C-ზე. იგი პოლარიზებულ სიბრტყეს აბრუნებს მარცხნივ. დიდი ღოზით კინაქინის შილება იწვევს შაშხალას. 1926 წლამდე კინაქინი იყო ერთადერთი პრეპარატი, რომელიც გამოყენებულ იყო მალარიის საწინააღმდეგოდ. 1926 წლიდან საქველიცინო პრაქტიკაში

მალარიის საწინააღმდეგოდ დანერგულ იქნა სინთეზურად მიღებული პრეპარატი პლაზმოქინი:



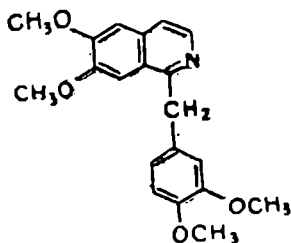
პლაზმოქინი

ქინაქინის ხის ქერქში ქინაქინთან ერთად იმყოფება ცინქონინი, რომლის მოლეკულა ქინაქინის მოლეკულისაგან განსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ არ შეიცავს მეთოქსის (CH<sub>3</sub>O) ჯგუფს.

### იზოქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდები

იზოქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდები, რომლებიც დღეისათვის ორ ათეულზე მეტი რაოდენობითაა ცნობილი, იმყოფება ოპიუმში (ლათ. Opium ბერძ. Opion ყაყაჩოს წვენი). ოპიუმი არის ყაყაჩოს მოუჭწიფებელი ნაყოფის შედედებული წვენი. მედიცინაში იგი გამოყენებულია, როგორც ტკივილების გამაყუჩებელი საშუალება. ოპიუმის, ანუ იზოქინოლინის ჯგუფის ალკალოიდებიდან ყურადღებას იპყრობს პაპავერინი, ნარკოტინი, შორფინი და კოდეინი.

**პაპავერინი.** პაპავერინი ოპიუმიდან გამოყოფილ იქნა 1848 წ. იგი ოპიუმში იმყოფება დაახლოებით 1%-ის ოდენობით. პაპავერინის მოლეკულაში ერთმანეთთან გადაბმულია იზოქინოლინის ნაშთი და ბენზოლის ჯგუფი, თანაც პაპავერინის მოლეკულის ბენზოლის ორივე ბირთვი შეიცავს ორ-ორ მეთოქსის ჯგუფს:



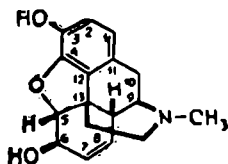
პაპავერინი

პაპავერინი წარმოადგენს წყალში მცირე ოდენობით ხსნად კრისტალურ ნივთიერებას, რომელიც ღვება 147°C-ზე. იგი მედიცინაში

ფართოდ არის გამოყენებული, როგორც სპაზმოლიტური მედიკამენტი ჰიპერტენიის, სტენოკარდიისა და სხვა დაავადებათა საწინააღმდეგოდ.

**ნარკოტინი.** ნარკოტინი 9-10%-მდე იმყოფება ოპიუმში. იგი წარმოადგენს წყალში უხსნად კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 176°C). ნარკოტინს იყენებენ როგორც სისხლის დენის შემაჯაებელ საშუალებას.

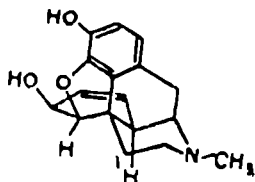
**მორფინი (მორფი).** მორფინი 8—12%-ის ოდენობით იმყოფება ოპიუმში. იგი სუფთა სახით გამოყოფილ იქნა 1806 წ. მორფინის მოლეკულა მოიცავს იზოქინოლინისა და ფენანთრენის ბირთვის ჩონჩხს, ორ ჰიდროქსილს, ერთ მეთილის ჯგუფსა და ენგბადატომს:



მორფინი

მორფინის მოლეკულის სტრუქტურა მრავალი ექსპერიმენტული მონაცემის საფუძველზე დადგინდა მისი სუფთა სახით გამოყოფიდან 119 წლის შემდეგ, რობინსონის მიერ. მორფინი სინთეზურად მიიღეს 1952 წ.

თანამედროვე ქიმიური და ფიზიკური მეთოდების მეშვეობით დადგენილია მორფინის სივრცობრივი აგებულება:



მორფინის სივრცობრივი აგებულება

მორფინი წარმოადგენს წყალში ხსნად თეთრ ნემსისებურ კრისტალურ ნივთიერებას (ლ. ტემპ. 254°C). მორფინი არის ტკივილების გამაყუჩებელ ნივთიერებათა ძირითადი წარმომადგენელი. მორფინის განმეორებითი მიღება იწვევს ნარკომანიას (მორფინიზმი), რასაც აღამიანი მიჰყავს ქრონიკულ მოწამვლასა და ნაადრევ სიკვდილამდე.

მორფინის მე-3 C-ატომთან მდგომარეობაში ჰიდროქსილის ჯგუფის H-ატომის მტოილის ჯგუფით შეცვლისას წარმოიქმნება მარტოვე ეთერი (მორფინის 3-მეთილეთერი), რომელიც ცნობილია კოდეინის სახელწოდებით. კოდეინი მორფინთან შედარებით ნაკლებად საწამლაია. იგი გამოყენებულია ხველების საწინააღმდეგო საშუალებად. კოდეინის მოქმედებით ქვეითდება ხველების ცენტრის მგრძობიარობა.

მორფინის აცეტლირებით მიიღება დიაცეტილმორფინი — ჰეროინი, რომელიც წარმოადგენს უალრესად საშიშ ნარკოტიკულ ნივთიერებას.

იზოქინოლინის ჯგუფის სხვა ძლიერ შხამიან ალკალოიდებს შეიცავს სამხრეთ ამერიკის ზოგიერთი მცენარე. ასეთ შხამიან მცენარეებს იცნობდნენ სამხრეთ ამერიკის აბორიგენები (ადგილობრივი მცხოვრებლები) და მათ წვენს იყენებდნენ საბრძოლო ისრებზე წასამელად. ამჟამად ეს ნაერთები შესწავლილია სხვადასხვა მკვლევარის მიერ და გამოყენებულია მედიცინაში.



## ს ა რ ჩ ი ვ ი

ქარბოციკლური ნაერთები	3
თ ა ე ი I. ალიციკლური ნაერთები	3
ნომენკლატურა	4
იზომერია	7
ბაიერის ძაბვის თეორია	10
ციკლოქსანის კონფორმაცია	11
დიჰანაცელებული ციკლოქსანის იზომერია	13
ციკლოპროპანის ელექტრონული აგებულება	17
საშუალო წვერების განსაჯეთრებელი თვისებები. ტრანსანულარული ეფექტი	30
უნაჩერი ალიციკლური ნაერთები	31
პოლიდრული ალიციკლები	35
თ ა ე ი II. ტერპენები	37
ალიკლური ანუ ალიფატური ტერპენები და ტერპენოიდები	38
მონოციკლური მონოტერპენები	39
მენტანის რიგის ტერპენოიდები	40
ბიციკლური მონოტერპენები და ტერპენოიდები	42
თ ა ე ი III. კაროტენოიდები	44
თ ა ე ი IV. ხტეროიდები	46
არომატული რიგის ნაერთები	50
თ ა ე ი V. ბენზოლის (ბენზოიდური) რიგის მონობირთვიანი ნახშირწყალბადები (არენები)	50
ბენზოლის აგებულება	51
ბენზოლის ვალენტური იზომერები	55
ბენზოლის ელექტრონული აგებულება	56
ციკლოქტატეტრაენი, როგორც არაარმატული ნაერთი	62
ბენზოლის ნაწარმთა იზომერია და ნომენკლატურა	62
ბენზოლის რიგის ნახშირწყალბადრადიკლების ნომენკლატურა	65
თ ა ე ი VI. ბენზოლი და მისი უშუალო ჰომოლოგები	66
არმატული ნაერთების ნედლეული	67
ჩამსაცელებელთა გველენა ელექტროფილურ რეაქციებზე	79
თ ა ე ი VII. არომატული რიგის ჰალოგენნაწარმები	86
თ ა ე ი VIII. არომატული სულფომუჟავები	100
თ ა ე ი IX. არომატული ნიტრონაერთები	105
ნიტრონაერთები ნიტროჟგუფით ბირთვში	105
ნიტრონაერთები ნიტროჟგუფით გვერდითს ჯაჭვში	116
	443

თავე X. არომატული ამინები	118
ამინები ამ-ნოქგუფით ბირთვში	118
ამინები ამ-ნოქგუფით გვერდითს ქაქვში	133
თავე XI. არომატული დიაზო- და აზონაერთები	145
დიაზოტირების რეაქციის შექანიში	147
აზონაერთები	157
თავე XII. ფენოლები და არომატული სპირტები (არომატული ოქსი- ნაერთები)	162
ერთატომიანი ფენოლები	162
ორატომიანი და სამატომიანი ფენოლები	178
ორატომიანი ფენოლები	178
სამატომიანი ფენოლები	184
არომატული სპირტები	187
ფენოლსპირტები	190
თავე XIII. ქინონები	191
თავე XIV. ბენზოლის რიგის ალდეჰიდები და კეტონები	196
არომატული ალდეჰიდები	197
არომატული კეტონები	211
თავე XV. ბენზოლის რიგის კარბონშეკვები	221
ერთფუძიანი არომატული შეკვები	222
ჩამნაცვლებელთა გველენა შეკვიანობაზე	231
არომატული ოქსიშეკვები	235
მონოოქსიკარბონშეკვები	235
დიოქსიბენზოლის შეკვები	238
ტრიოქსიკარბონშეკვები	239
მთრამლავი ნივთიერებები	241
არომატული ამინოშეკვები	246
ორფუძიანი არომატული კარბონშეკვები	249
თავე XVI. არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები	254
ბიფენილის ჯგუფი	254
დიფენილმეთანის ჯგუფი	256
ტრიფენილმეთანის ჯგუფი	258
ტრიფენილმეთილის ელექტრონული აგებულება და მისი კატიონისა და ანიონის შეფერილობა	262
ტრიფენილმეთანის რიგის საღებარები	264
არაკონდენსირებული მრავალბირთვიანი უნაჭერი ნაერთები	272
თავე XVII. კონდენსირებული მრავალბირთვიანი არომატული ნაერთები	275
ნაფტალინის ჯგუფი	275
ნაფტალინის სტრუქტურა	275
ნაფტალინის ნაწარმები	286
ანთრაცენის ჯგუფი	296
ფენანთრენის ჯგუფი	305
კონდენსირებულბირთვიანი არომატული ნაერთების მაღალი წვერები	308
თავე XVIII. ბენზოლისა და ხუთწევრიანი შერწყმული არომატული ნაერთები	311
თავე XIX. არაბენზოიდური არომატული სისტემები	313

არმატული იონი სამწვერიანი რგოლთ	314
არმატული ხუთწვერიანი ციკლური სისტემები	316
არმატული შეიღწვერიანი ციკლური სისტემები	320
<b>ჰეტეროციკლური ნაერთები</b>	<b>326</b>
თ ა ე ი X X. ხუთწვერიანი. ჰეტეროციკლური ნაერთები	331
ხუთწვერიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ერთი ჰეტეროატომით	331
ფურანი და მისი ნაწარმები	331
თიოფენი და მისი ნაწარმები	338
პიროლი და მისი ნაწარმები	345
ინდოლი და მისი ნაწარმები	357
ხუთწვერიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ორი ჰეტეროატომით	360
ოქსაზოლი და მისი ნაწარმები	368
თიაზოლი და მისი ნაწარმები	369
სიაზოლი და მისი ნაწარმები	370
პირაზოლი და მისი ნაწარმები	372
იმიდაზოლი და მისი ნაწარმები	378
სტრიბოლიტები	382
თ ა ე ი X X I. ექვსწვერიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები	385
პირანი და მისი ნაწარმები	385
პირიდინი და მისი ნაწარმები	388
ქინოლინი და მისი ნაწარმები	399
ექვსწვერიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები რამდენიმე ჰეტეროატომით	405
ექვსწვერიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები ორი სხვადასხვა ჰეტეროატომით	413
ექვსწვერიანი ჰეტეროციკლური ნაერთები სხვა სხვა ჰეტეროატომით	415
თ ა ე ი X X I I. პურინი და მისი ნაწარმები	417
თ ა ე ი X X I I I. ცილები	423
თ ა ე ი X X I V. ნუკლეინის მჟავები	429
თ ა ე ი X X V. ალკალოიდები	436
პირიდინისა და პიპერიდინის ჭკუფის ალკალოიდები	437
ქინოლინის ჭკუფის ალკალოიდები	439
იზოქინოლინის ჭკუფის ალკალოიდები	440

გამომც. რედაქტორი ნ. ნაღარაია  
მხატვრული რედაქტორი ნ. ლათაჩი  
ტექნიკური რედაქტორი ნ. ძნელაძე  
უფრ. კორექტორი ლ. კობახიძე  
კორექტორი ე. გაფრინდაშვილი

გადაეცა ისაწყობად 14.07.87. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.11.87. ქალაქის  
ზომა 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. საბეჭდო ქალაქი №1. გარნიტურა ვენა. ბეჭდვის ხერხი  
მაღალი. ნაბეჭდო თაბახი 28,0, საღებავგატარება 28,13, სააღრიცხვო-საგამომცემლო  
თაბახი 21,76. უე 13016. ტირაჟი 2.000. შეკვ. № 6542.

ფასი 90 კაბ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი. ორჯონიძის ქ. № 50.  
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Орджоникидзе, № 50.  
1987

საქართველოს სსრ გამომცემლობათა, პოლიგრაფიისა და წიგნის ვაჭრობის საქმეთ.  
სახელმწიფო კომიტეტის ქუთაისის პოლიგრაფიული საწარმოო გაერთიანება.  
ქ. ქუთაისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 33.

Кутаисское полиграфическое производственное объединение  
Государственного комитета по делам издательства, полиграфии  
и книжной торговли Грузинской ССР  
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 33.

**Давид Мелитонович Габриадзе**

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
ЧАСТЬ II**

**КАРБОЦИКЛИЧЕСКИЕ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ  
СОЕДИНЕНИЯ**

**(На грузинском языке)**