

ორბანული ქიმია

The image is a composite graphic. On the left, a portion of the periodic table is visible, showing elements from Hydrogen (H) to Radium (Ra). The element Carbon (C) is highlighted with a red rectangular box. In the center and right, there is a Bohr-style atomic model with a central nucleus and three elliptical electron shells. The shells contain spheres of various colors: green, red, orange, yellow, and pink. Surrounding the atomic model are several molecular structures, including a benzene ring, a branched hydrocarbon, and a ball-and-stick model of a molecule with blue, black, red, and grey atoms. The background is a light blue gradient with faint hexagonal patterns.

ორბანული ქიმია

The image is a composite graphic. On the left, a portion of the periodic table is visible, showing elements from Hydrogen (H) to Radium (Ra). In the center, a Bohr-style atomic model is depicted with a central nucleus and three elliptical electron shells. The shells contain spheres of various colors: green, purple, pink, yellow, and orange. To the right, a ball-and-stick molecular model shows a central blue sphere bonded to an orange, a black, and a red sphere, with a larger grey sphere nearby. A red rectangular box highlights the element Carbon (C) on the periodic table. The background is a light blue gradient with faint hexagonal patterns.

თავი 1.

- ✓ ორგანული ქიმია
- ✓ ნახშირბადშემცველი ნაერთები
- ✓ ქიმიური ბმა

1.1. შესავალი

ორგანული ქიმია შეისწავლის ნახშირბადშემცველ ნაერთებს. ნახშირბადშემცველ ნაერთებს ერთ–ერთი ცენტრალური ადგილი უკავიათ სამყაროს ცოცხალ ორგანიზმებში. ნახშირბადშემცველ ნაერთებად – ანუ ორგანული ქიმიის კვლევის ობიექტებად – მოიაზრება სხვადასხვა სირთულის აგებულებისა და შედგენილობის ნაერთები მეთანიდან დებოქსირიბონუკლეინმჟავებამდე. ორგანული მოლეკულების გარეშე წარმოუდგენელია სიცოცხლის არსებობა ჩვენს სამყაროში, ვინაიდან სწორედ ნახშირბადშემცველი ნაერთები არის ცოცხალი სამყაროს საშენი მასალა.

გარდა ამისა, ქვეყნის ეკონომიკის განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ქიმიური და კერძოდ, ორგანულ–ქიმიური ტექნოლოგიური მრეწველობასთან. დღეისათვის ორგანული ქიმია უკვე მოიცავს მრავალ ქვედარგს, რომლებიც, როგორც წესი, დამოუკიდებელი მიმართულებებად შეიძლება მოვიაზროთ. მაგალითის სახით შეიძლება დასახელდეს ნავთობქიმია, სინთეზური საღებრების ქიმია, ფარმაკოქიმია, სამედიცინო ქიმია, კრიმინალისტიკური ქიმია, ფეთქებად და მომწამვლელ ნაერთთა ქიმია, სოფლის მეურნეობის ქიმია, კვების ტექნოლოგია და მისი დანამატების ქიმია და სხვა მრავალი. ცხადია, მათი სრულად ჩამოთვლა შეუძლებელია, ვინაიდან პერმანენტულად, სამეცნიერო–ტექნიკური პროგრესის მოთხოვნებიდან გამომდინარე, ჩნდება სულ ახალი და ახალი მოთხოვნები, რაც განაპირობებს ორგანული ქიმიის რაიმე მცირე მიმართულების დამოუკიდებელ დარგად გამოყოფასა და სწრაფ განვითარებას. მა-

გალითად, სინთეზური საღებრები თუ XX ს–ის 70–80 წლებადე გამოიყენებოდა ღებვითი პროცესებისათვის, დღეისათვის ისინი გამოიყენებიან უკვე კომპიუტერულ ტექნოლოგიაში დამამასსოვრებელ მონაცვობილობებში.

დასასრულს, აუცილებლად უნდა აღინიშნოს, რომ ორგანული ქიმიის კვლევის ობიექტი არ არის მხოლოდ ნახშირბადატომი. ორგანიკოს–ქიმიკოსები სწავლობენ ნაერთებს, რომელთა შედგენილობაშიც შედის ნახშირბადისა და წყალბადის გარდა ჟანგბადის, აზოტის, გოგირდის, ფოსფორის ატომები. უკანასკნელ წლებში მკვლევართა ყურადღებას იპყრობს ისეთი ელემენტებიც, რომელთა კვლევას ძირითადად აწარმოებდნენ არაორგანიკოსები. დღეისათვის ორგანულ ფრაგმენტებთან დაკავშირებულია პერიოდული სისტემის ელემენტთა უმრავლესობა (ტუტე და ტუტე მინათა მეტალები, ჰალოგენები, ამფოტერული ელემენტები, მძიმე მეტალები და სხვა).

და კიდევ ერთი, ორგანული ქიმიას მეტ ემხს, ლაზათსა და იდუმალებას სძენს ისიც, რომ დღეისათვის ცნობილია 21,000,000–ზე მეტი ორგანული და ბიოორგანული ნაერთი. ეს რიცხვი ყოველდღიურად რამოდენიმე ათეულით იზრდება. ახალი, ჯერ არსად მიღებული ორგანული ნაერთის სინთეზი ხელენიფება მსცოვან მეცნიერსაც და კარგ სტუდენტსაც!!!

შეისწავლეთ ორგანული ქიმია, შეიყვარეთ ორგანული ქიმია და ნახავთ, რომ სამყაროს უფრო მეტად შეიცნობთ და შეიყვარებთ. გარწმუნებთ, „ორგანული ქიმიის სათვალისდან“ სამყარო ბევრად ლამაზი ჩანს!!!

1.2. ორგანული ქიმიის, როგორც მსხნიერების მანვითარება

ორგანული ნაერთებისა და მათი ურთიერთგარდაქმნების გამოყენებას კაცობრიობა მისდევდა ანტიკური ხანიდან. ერთ–ერთ პირველ ქიმიურ რეაქციად შეიძლება ჩაითვალოს პირველყოფილი ადამიანის მიერ ცეცხლის აღმოჩენა (წვის რეაქცია). ეგვიპტელები ანტიკურ ხანაში იყენებდნენ ორგანულ ნაერთებს – საღებრებს – ინდიგოსა და ალიზარინს (ქსოვილების შესაღებად). ორგანული ნაერთები – ეთილის სპირტი და ძმარმჟავა მოხსენიებულია ბიბლიაში, რაც იმას მიუთითებს, რომ ამ ნაერთების „სინთეზი“ კაცობრიობამ მანამდის იცოდა.

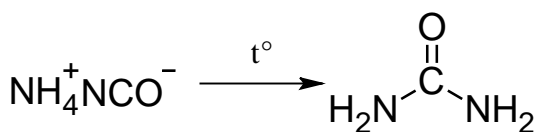
მაგრამ ორგანული ქიმია, როგორც მეცნიერება მხოლოდ 200 წლის წინ ჩამოყალიბდა მას შემდეგ, რაც დაინგრა ვიტალისტური თეორიის ბარიერი, რომელიც საუკუნეების მანძილზე ზღუდავდა ამ უზარმაზარი, დამოუკიდებელი და თვითმყოფადი მეცნიერების დარგის ჩამოყალიბებასა და განვითარებას.

1.2-A. ვიტალიზმი



ფრიდრიხ ვიოლერი
Friedrich Wöhler
1800-1882

1870–იანი წლებიდან მეცნიერებმა შესძლეს ორგანული და არაორგანული ნაერთების განსხვავება. ორგანულად ითვლებოდა ნაერთი, რომელიც მიღებული იყო ცოცხალი ორგანიზმებიდან, ხოლო არაორგანული – არაცოცხალი წყაროებიდან. იმ დროისათვის ჩამოყალიბდა ე.წ. ვიტალისტური თეორია, რომლის თანახმადაც ორგანული ნაერთების სინთეზისათვის საჭირო იყო გებუნებრივი, ე.წ. „ვიტალისტური“ ძალები და შეუძლებლად ითვლებოდა არაორგანული ნაერთებიდან ორგანული ნაერთების მიღება. მაგრამ 1828 წელს ფრიდრიხ ვიოლერმა „წმინდა ორგანული ნაერთი“ შარდოვანა მიიღო „წმინდა არაორგანული ნაერთის“ ამონიუმის ციანატის გახურებით. მანამდე შარდოვანას მიღება წარმოებდა შარდის აორთქლებით მყარ ნარჩენამდე.



ამონიუმის ციანატი

შარდოვანა



ანტუან-ლორენტ
ლავეუაზიე
Antoine-Laurent
Lavoisier
1743-1794

მიუხედავად იმისა, რომ ვიტალიზმი უგულველყოფილ იქნა, ტერმინი „ორგანული“ დღემდის შემორჩა და ზოგჯერ კიდევ გამოიყენება „ცოცხალ ორგანიზმებთან“ კავშირის აღსანიშნავად. მაგალითად ტერმინი „ორგანული ვიტამინი“ ნიშნავს რომ ვიტამინი მიღებულია არა სინთეზურად, არამედ გამოყოფილია მცენარეებიდან – ბუნებრივი წყაროდან. ასევე ფართოდ არის გავრცელებული ტერმინი „ორგანული სასუქი“ და სხვა მრავალი მისთანა.

1.2-B. ემპირიული და მოლეკულური ფორმულები

XVIII-XIX საუკუნეებში უდიდესი წინსვლა განიცადა ნაერთების რაოდენობითი და თვისებითი ანალიზის მეთოდებმა. 1784 წელს ანტუან ლავეუაზიემ პირველად აჩვენა, რომ ორგანული ნაერთები მოიცავენ ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადის ატომებს. მოგვიანებით იუსტუს ლიეზიგის, ჯონს ბერცელიუსისა და ჟან დიუმას მიერ შემუშავებული იქნა მეთოდი, რომლის თანახმადაც ორგანული ნაერთების შედგენილობის დადგენა გახდა შესაძლებელი (ელემენტური ანალიზი). 1860 წელს სტანისლავო კანიცაროს მიერ განსხვავებულ იქნა „ემპირიული“ და „მოლეკულური“ ფორმულები, რომლის შესახებაც ჰიპოთეზა გაკეთებული იყო ნახევარი საუკუნის წინ ამედეო ავოგადროს მიერ (1811წ). მაგალითად, მართალია, ეთენს, ციკლოპროპანს, ციკლოპენტანსა და სხვა მრავალ მსგავს ნაერთს აქვს ერთნაირი ემპირიული ფორმულა –CH₂-, მაგრამ მათი მოლეკულური ფორმულები განსხვავდება: C₂H₄, C₃H₆, C₅H₁₀.



იუსტუს ვონ ლიეზიგი
Justus von Liebig
1803-1873



ჯონ იაკობ ბერცელიუსი
Jöns Jakob Berzelius
1779-1848

1.3. ორბანული ქიმიის სტრუქტურული თეორია

1858-1861 წლებში ავგუსტ კეკულეს, არჩიბალდ სკოტ კუპერისა და ალექსანდრ ბუტლეროვის მიერ საფუძველი ჩაეყარა ორბანული ქიმიის ერთ-ერთ ყველაზე ფუნდამენტურ თეორიას – **სტრუქტურულ თეორიას** – რომელიც ორი ძირითადი პოსტულატისაგან შედგება.



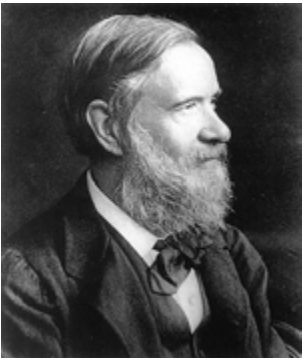
ჟან დიუმა
Jean Baptiste André
Dumas
1800 -1884

1. ორბანულ ნაერთებში ატომებს შეუძლიათ წარმოქმნან ფიქსირებული რაოდენობის ბმები. ელემენტის ამ უნარს ეწოდება **ვალენტობა**. ნახშირბადი არის ოთხვალენტიანი (ტეტრავალენტური), ჟანგბადი – ორვალენტიანი (დივალენტური), წყალბადი და ჰალოგენები – ერთვალენტიანი (მონოვალენტური). აქედან გამომდინარე, ნახშირბადი წარმოქმნის ოთხ ბმას, ჟანგბადი – ორს, წყალბადი და ჰალოგენები კი – ერთ ბმას.

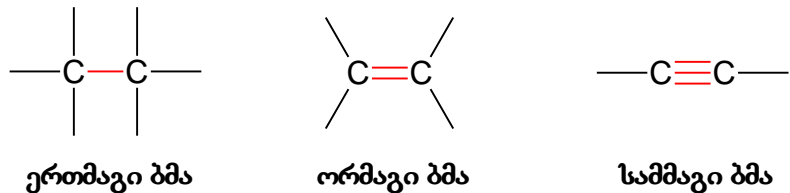


ნახშირბადის ატომი ოთხვალენტიანი ჟანგბადის ატომი ორვალენტიანი წყალბადის ატომი ერთვალენტიანი ქლორის ატომი ერთვალენტიანი

2. ნახშირბადის ატომს აქვს უნარი, თავისი ოთხი ვალენტობიდან ერთი ან რამოდენიმე ვალენტობა გამოიყენოს სხვა ნახშირბადატომებთან ბმების წარმოქმნაზე – ანუ წარმოქმნას ნახშირბადოვანი ჩონჩხი, რომელშიც ნახშირბადატომების რაოდენობა პრაქტიკულად შეუზღუდავია. ამასთანავე ნახშირბადატომის ერთ-ერთი თავისებურებაა ისიც, რომ იგი წარმოქმნის არა მატრო ერთმაგ ბმებს, არამედ ჯერად (ორმაგ, სამმაგ) ბმებსაც.



სტანისლაო კანიცარო
Stanislao Cannizzaro
1826-1910



თუ ალექსანდრ ბუტლეროვს დავესვსხებით, ორბანული ნაერთის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები დამოკიდებულია არა მარტო ნაერთის შედგენილობაზე, არამედ მის აღნაგობაზეც. მაგალითის სახით შეიძლება მოვიყვანოთ ორი არამარტო ქიმიკოსებისათვის კარგად ცნობილი ნაერთი ეთილის სპირტი და დიმეთილეთერი (იხ. ცხრილი I-1).



ამედეო ავოგადრო
Amedeo Avogadro
1776-1856

ეთილის სპირტი არის თხევადი, ხოლო დიმეთილეთერი კი – აირადი ნივთიერება. პირველი აქტიურად შედის რეაქციაში მეტალურ ნატრიუმთან, მაშინ, როდესაც, მეორე უმოქმედოა.

ცხრილი 1. ეთილის სპირტისა და დიმეთილეთერის თვისებები

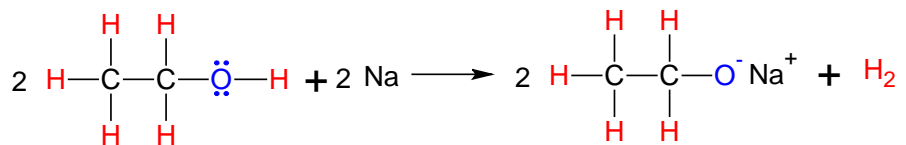
	ეთილის სპირტი C ₂ H ₆ O	დიმეთილეთერი C ₂ H ₆ O
დუღილის ტემპერატურა, °C	78.5	-24.9
ლღობის ტემპერატურა °C	-117.3	-138
ნატრიუმთან რეაქცია	გამოიყოფა წყალბადი	არ ურთიერთქმედებს



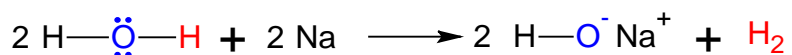
ფრიდრიხ კეკულე
Friedrich Auguste Kekulé
1829-1896

ცხადია, მოლეკულური ფორმულა, რომელიც ამ ორ ნაერთს ერთი აქვს, მხოლოდ და მხოლოდ მინიმალურ ინფორმაციას იძლევა. უფრო მეტიც, არ აჩვენებს, რომ საქმე გვაქვს ორ რადიკალურად განსხვავებული ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მქონე ნაერთთან. მაგრამ საკმარისია თვალის მხოლოდ ერთი შევლება მათ **სტრუქტურულ ფორმულებთან**, ნათელი გახდება, რომ საქმე გვაქვს ორ სხვადასხვა ნივთიერებასთან. მაგრამ რით განსხვავდებიან ეს ნაერთები? მათი სტრუქტურების ვიზუალური ანალიზით ადვილად მივაღწეოთ დასკვნამდე, რომ თითოეულში ატომების შეერთება არის განსხვავებული. დიმეთილეთერში ჩონჩხი წარმოქმნილია ატომების შემდეგი თანმიმდევრობით C-O-C, ხოლო ეთილის სპირტში კი სულ სხვა თანმიმდევრობით: C-C-O (იხ. ნახაზი I-1).

ამ ორი სტრუქტურის აღნაგობაში ერთ-ერთი ძირითადი სხვაობა არის ის, რომ ეთილის სპირტში ჟანგბადის ატომთან არის დაკავშირებული წყალბადის ატომი, რასაც ადგილი არ აქვს დიმეთილეთერში. სწორედ ეს წყალბადის ატომი განაპირობებს სპირტის ქიმიურ თვისებას – შევიდეს რეაქციაში ნატრიუმთან.

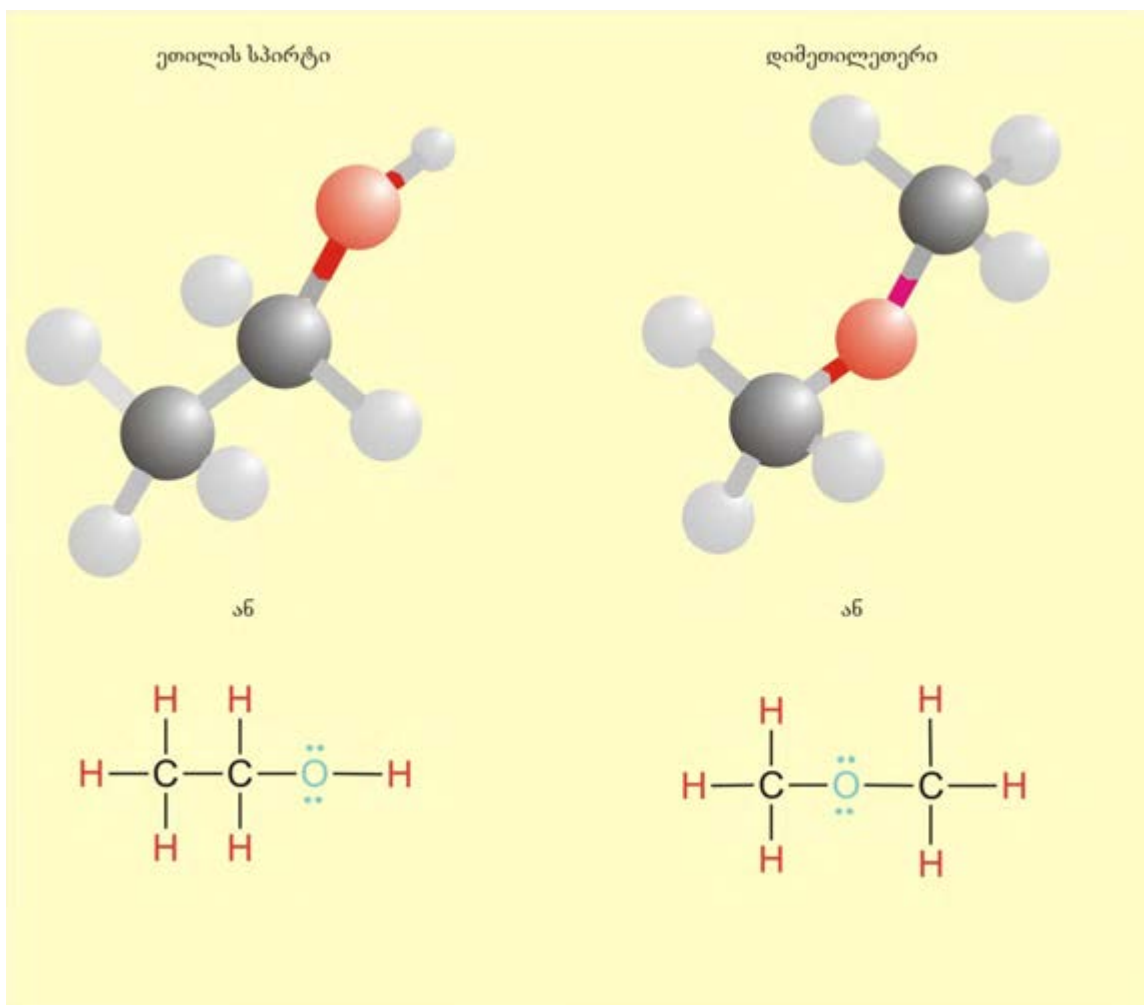


თუ გავავლებთ პარალელს ნატრიუმის წყალთან ურთიერთქმედებასთან, მაშინ კიდევ უფრო ცხადი გახდება სპირტის ნატრიუმთან ურთიერთქმედების უნარი.



ალექსანდრე ბუტლეროვი
Aleksandr Mikhailovich
Butlerov
1828 -1886

ჟანგბადთან დაკავშირებული წყალბადის დამსახურებაა ისიც, რომ ეთილის სპირტი თხევადი ნაერთია (ანუ იგი გავლენას არხდენს არა მარტო ქიმიურ, არამედ ფიზიკურ თვისებაზეც), მაგრამ ამას დაწვრილებით სპირტების შესწავლისას გავეცნობით.



ნახაზი 1. ეთილის სპირტისა და დიმეთილეთერის ბურთულ-ღეროვანი მოდელები და სტრუქტურული ფორმულები

1.3-A. იზომერიზმი

წინა პარაგრაფში აღწერილ მოვლენას (ერთი და იგივე შედგენილობის ნაერთების მიერ სხვადასხვა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გამოვლენას) ქიმიაში ეწოდება **იზომერიზმი**. დიმეთილის ეთერი ეთილის სპირტის იზომერია და პირიქით.

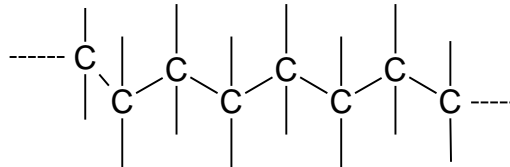
<p>იზომერები ეწოდებათ ნაერთებს, რომელთაც აქვთ ერთნაირი შედგენილობა, მაგრამ განსხვავებული აღნაგობა და შესაბამისად განსხვავებული ქიმიური და ფიზიკური თვისებები.</p>	
--	--

ორგანულ ქიმიაში იზომერიის რამდენიმე სახე არსებობს. ისეთ იზომერებს, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ატომების შეერთების მიხედვით ეწოდებათ **ჩონჩხის** (იგივე **კონსტიტუციური**) იზომერები.

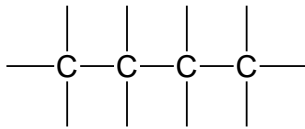
1.3-B. ნახშირბადატომის თავისებურებები

ორგანული ნაერთების ასეთი დიდი სიუხვე პირდაპირ კავშირშია ნახშირბადატომის თავისებურებებთან. იგი ერთადერთი ელემენტია პერიოდულ სისტემაში, რომელიც ასეთი მდიდარი თვისებებით ხასიათდება:

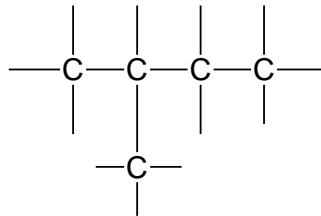
1. ნახშირბადის ატომი წარმოქმნის ნახშირბადოვან ჩონჩხს, რომელშიც ნახშირბადატომების რაოდენობა რამდენიმე ათასეულს აღწევს (პოლიმერები, ნუკლეინმჟავები).



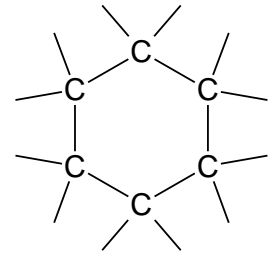
2. ნახშირბადოვანი ჩონჩხი შეიძლება იყოს როგორც სწორხაზოვანი, ისე განშტოებული და ციკლური:



სწორხაზოვანი ჩონჩხი

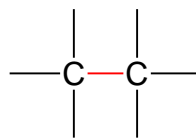


განშტოებული ჩონჩხი

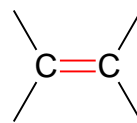


ციკლური ჩონჩხი

3. ნახშირბადატომი ნახშირბადოვან ჩონჩხში წარმოქმნის როგორც ერთმაგ, ისე ჯერად (ორმაგ და სამმაგ) ბმებს, რომელთა რაოდენობა შეიძლება იყოს ერთი ან რამოდენიმე:



ერთმაგი ბმა

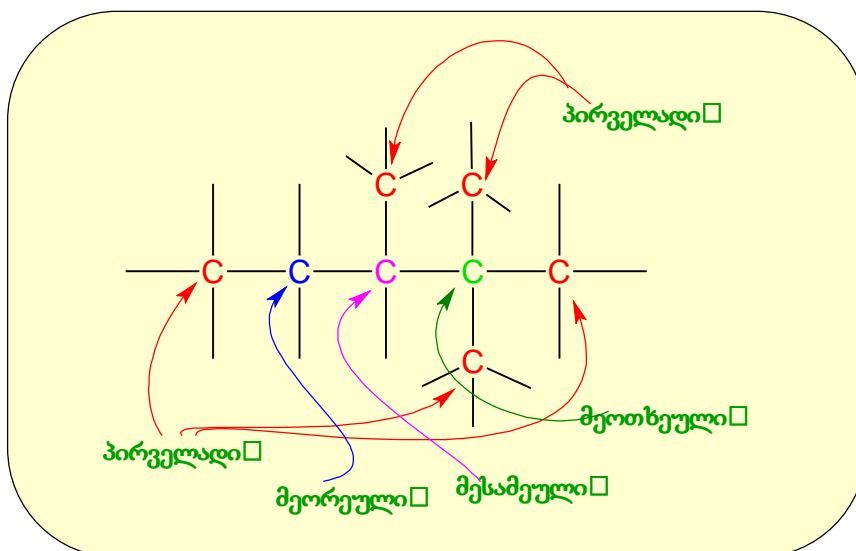


ორმაგი ბმა



სამმაგი ბმა

მიუხედავად იმისა, რომ ჩონჩხში ყველა ნახშირბადი ოთხვალენტია, იმისდა მიხედვით, თუ რამდენ ნახშირბადთან არის დაკავშირებული, არჩევენ ნახშირბადის სხვადასხვა ტიპს: პირველად (1°), მეორეულ (2°), მესამეულ (3°) და მეოთხეულ (4°) ნახშირბადატომებს. პირველადია ნახშირბადატომი, რომელიც ნახშირბადოვან ჩონჩხში უკავშირდება მხოლოდ ერთ ნახშირბადატომს. შესაბამისად, მეორეული ნახშირბადატომი უკავშირდება ორ ნახშირბადატომს, მესამეული – სამს და მეოთხეული – ოთხს. ნახშირბადატომის რიგის გარკვევისას მხედველობაში არ მიიღება სხვა ელემენტებთან კავშირი.



1.4. ქიმიური ბმები. ოქტეტის წესი

ქიმიური ბმის ბუნების შესახებ ერთ-ერთი პირველი ფუნდამენტური შრომები ეკუთვნით გილბერტ ნიუტონ ლუისსა და ვალტერ კოზელს, რომელიც გამოქვეყნებული იქნა 1916 წელს. მათ მიერ შემოთავაზებული იქნა ქიმიური ბმის ორი ტიპი:



გილბერტ ნიუტონ
ლუისი
Gilbert Newton Lewis
1875-1946


1. **იონური (ელექტროვალენტური) ბმა** – იგი წარმოიქმნება ერთი ატომიდან მეორე ატომზე ერთი ან რამდენიმე ელექტრონის გადატანით.
2. **კოვალენტური ბმა** – წარმოიქმნება ორ ატომს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილის წარმოქმნით.

დღეისათვის ლუისისა და კოზელის დებულებებმა თუმცა ფორმირება განიცადა, თანამედროვე თეორიების საფუძვლად მაინც რჩება. ამიტომ იონური და კოვალენტური ბმის ტიპები განვიხილოთ შედარებით უფრო ახალი მიდგომების მოშველიებით.

1.4-A. იონური ბმა

ატომებმა შეიძლება დაკარგონ ან შეიძინონ ელექტრონები და გარდაიქმნან დამუხტულ ნაწილაკებად – **იონებად**. იონური ბმა არის მიზიდულობის ძალა, რომელიც აღიძვრება ორ საწინააღმდეგო მუხტის მქონე იონს – კატიონსა და ანიონს – შორის. ელექტრონების ერთი ატომიდან მეორე ატომზე მიგრაციას საფუძვლად უდევს ელემენტების განსხვავებული ელექტრონის მიზიდვის უნარი (იხ.ცხრილი 1-2).

ელემენტების მიერ ელექტრონის მიზიდულობის
უნარს ეწოდება ელექტროუარყოფითობა.



ელექტროუარყოფითობა იზრდება პერიოდებში მარცხნიდან მარჯვნივ

Li Be B C N O F



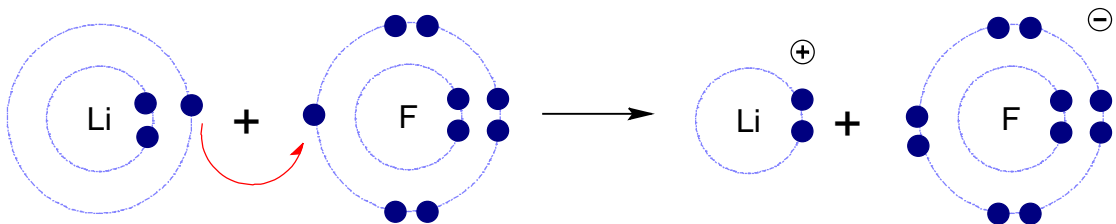
ხოლო ჯგუფში ზევიდან ქვევით მცირდება:



ცხრილი 1-2. ზოგიერთი ელემენტის ელექტროუარყოფითობა

			H				
			2.1				
Li	Be	B	C	N	O	F	
1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	
K							Br
0.8							2.8

იონური ბმა წარმოიქმნება ლითიუმისა და ფთორის ურთიერქმედების შედეგად. ლითიუმის ფთორიდის წარმოქმნა სქემატურად შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

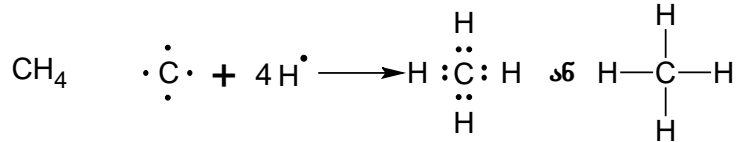
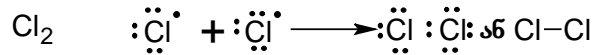
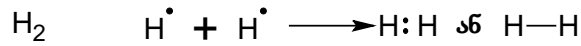


ლითიუმი არის ტიპური მეტალი უმცირესი ელექტროუარყოფითობით. ფთორი კი წარმოადგენს არამეტალს ყველაზე დიდი ელექტროუარყოფითობით. აღნიშნული ელემენტების ურთიერქმედებისას ლითიუმი გასცემს ერთ ელექტრონს და გარდაიქმნება ლითიუმის კატიონში Li^+ , ფთორი კი იერთებს ერთ ელექტრონს და წარმოქმნის ფთორის ანიონს F^- **რა აიძულებს ელექტრონს დატოვოს ლითიუმის ორბიტალი და გადავიდეს ფთორის ორბიტალზე?** თუ დავესვს ხებით ლუის-კოზელის თეორიას, ლითიუმისა და ფთორის ცდილობენ დაემსგავსონ კეთილშობილ აირებს (ლითიუმი ემსგავსება ჰელიუმს, ხოლო ფთორი – ნეონს). ანუ სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ცდილობენ დაისრულონ გარე სავალენტო შრე. ელემენტს, რომელსაც გარე სავალენტო შრე დასრულებული აქვს, შედარებით უფრო მდგრადია და გააჩნია ნაკლები შინაგანი ენერჯია. მაგრამ ლითიუმის იონი რატომ არის უფრო სტაბილური, ვიდრე თვით ელემენტი? რა ინვესტს მის „სტაბილიზაციას“? ლითიუმის ფთორიდის კრისტალური აღნაგობა! კრისტალის ერთ წვეროში მოთასებული ლითიუმის კატიონი იზიდავს მეორე წვეროში მოთავსებულ ფთორის ანიონს და აღიძვრება იონთშორისი მიზიდულობა, რომელსაც **იონური ბმა** ეწოდება.

1.4-B. კოვალენტური ბმა

როგორც წინა პარაგრაფში იყო ნაჩვენები, იონური ბმა წარმოიქმნება უკიდურესად განსხვავებული ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომების ურთიერქმედებით. რა მოხდება როდესაც ერთმანეთთან ურთიერქმედებაში მოვლენ ერთნაირი ან მსგავსი ელექტროუარყოფითობის მქონე ატომები? როგორ მოახერხებს ელექტრონი დატოვოს ერთი ატომი და გადავიდეს მეორეზე?

ერთიდაიგივე ან ელექტროუარყოფითობით მცირედ განსხვავებული ატომების ურთიერთქმედებისას ადგილი არ აქვს ელექტრონების მიგრაციას ერთი ატომიდან მეორეზე. ასეთი ატომები „კონსესუსის“ გზით ახერხებენ ელექტრონების გადანაწილებას. თუ ისევ დავესვს ხებით ლუის-კოზელს, ასეთი ტიპის ატომები კეთილშობილი აირების დამგავსებას ახერხებენ *ელექტრონების განყვითლებით*. რას ნიშნავს ეს ახალი ტერმინი? განვიხილოთ ორი ატომური წყალბადიდან მოლეკულური წყალბადის წარმოქმნის კონკრეტული მაგალითი. წყალბადის ატომს გარე სავალენტო შრეზე გააჩნია მხოლოდ ერთი ელექტრონი. იგი წყალბადის მეორე ატომთან ურთიერთქმედებისას ცდილობს წარმოქმნას ნაერთი მოლეკულური წყალბადი ფორმულით H_2 , რომელშიც თითოეულ წყალბადის ატომს ექნება დასრულებული გარე სავალენტო შრე. ატომის „სურვილი“ ჰქონდეს დასრულებული გარე სავალენტო შრე, იძულებულს ხდის მას „ჩაეჭიდოს“ ელემენტის სხვა ატომს, რომელთანაც წარმოქმნის საზიარო ელექტრონულ წყვილს. ატომთა შეკავშირების ასეთი სახეს ეწოდება *კოვალენტური ბმა*. კოვალენტური ბმის მქონე ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები შეიძლება გამოსახოს *ნერტილოვანი* ან *პუნქტირული* ფორმებით:

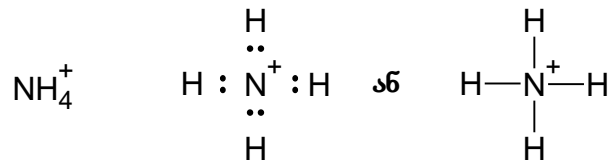


წარმოდგენილ სტრუქტურებს ხშირად უწოდებენ **ლუისის სტრუქტურებს**. მათში, როგორც წესი, ძირითადად აღინიშნება მხოლოდ სავალენტო ელექტრონები.

ჯერადი კოვალენტური ბმების აღნიშვნისას თითოეული კოვალენტური ბმა უნდა იქნას აღნიშნული შესაბამისი რაოდენობის ელექტრონული წყვილით ან პუნქტირით.



ცხადია, იონებიც შეიძლება შეიცავდნენ კოვალენტურ ბმებს:



1.5. ლუისის სტრუქტურების შედგენა

როდესაც ვწერთ ლუისის სტრუქტურებს (ელექტრონ-წერტილოვან სტრუქტურებს), ძირითადად გამოისახება მხოლოდ ის ელექტრონები, რომლებიც მონაწილეობენ ბმების წარმოქმნაში. მაგრამ სრული ელექტრონული სტრუქტურების გამოსახვისას უნდა აღინიშნოს ის ელექტრონებიც, რომლებიც იმყოფებიან მოლეკულაში შემავალი ელემენტების ატომების გარე სავალენტო შრეზე. ამდენად, სრული სტრუქტურის დაწერისას უნდა გვახსოვდეს, რომ წყალბადის გარშემო უნდა იყოს ორი ელექტრონი, ხოლო ნახშირბადის, აზოტისა და ჟანგბადის გარშემო კი – 8-8 ელექტრონი, ვინაიდან ამ ელემენტების შეესებული გარე სავალენტო შრე იტევს სწორედ ამდენ ელექტრონს.

რადგან ორგანულ მოლეკულებში შემავალი ძირითადი ელემენტების ატომების გარე სავალენტო შრეზე 8 ელექტრონი იყრის თავს, ამიტომ ამ წესს ეწოდა **ოქტეტის წესი**.

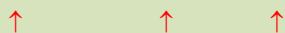
სანიმუშო ამოცანა

დავწეროთ CH₃F-ის ლუისის სტრუქტურა.

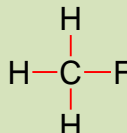
პასუხი:

1. ვიპოვოთ მოლეკულაში შემავალი სავალენტო ელემენტების საერთო რაოდენობა:

$$4 + 3(1) + 7 = 14$$

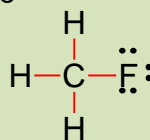


2. გამოვსახოთ კოვალენტური ბმები:



გავითვალისწინოთ, რომ თითოეული კოვალენტური ბმა წარმოადგენს ორ ელექტრონს. მაშინ კოვალენტური ბმების წარმოქმნაზე დახარჯულა 8 ელექტრონი, ხოლო გამოუყენებელი დავტოვათ 14-8=6 ელექტრონი.

3. დარჩენილი 6 ელექტრონი გავანაწილოთ ისე, რომ წყალბადის გარშემო იყოს 2 ელექტრონი, ხოლო ნახშირბადისა და ფთორის გარშემო კი – რვა-რვა ელექტრონი.



იონების სტრუქტურის დაწერისას გათვალისწინებული უნდა იქნას ის ელექტრონები, რომელთა გამოც ნაწილაკი არის დამუხტული. დადებითი მუხტის შემთხვევაში ელექტრონების საერთო რაოდენობას უნდა გამოაკლდეს მუხტის შესაბამისი რაოდენობის ელექტრონები, ხოლო უარყოფითი მუხტის მატარებელი ნაწილაკისათვის კი პირიქით, უნდა დავამატოთ.

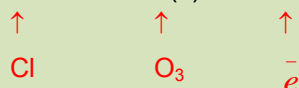
სანიმუშო ამოცანა

დავწეროთ ქლორატ ანიონის (ClO₃⁻) ლუისის სტრუქტურა.

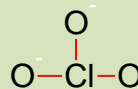
პასუხი:

1. ვიპოვოთ მოლეკულაში შემავალი სავალენტო ელემენტების საერთო რაოდენობა:

$$7 + 3(6) + 1 = 26$$



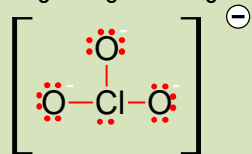
2. გამოვსახოთ კოვალენტური ბმები:



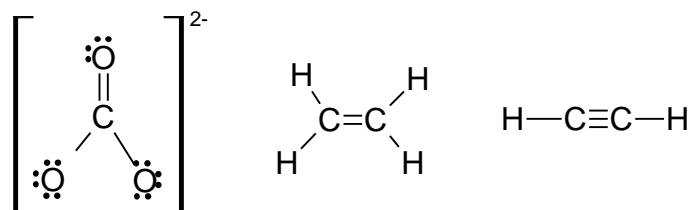
გავითვალისწინოთ, რომ თითოეული კოვალენტური ბმა წარმოადგენს

ორ ელექტრონს. მაშინ კოვალენტური ბმების წარმოქმნაზე დახარჯულა 6 ელექტრონი, ხოლო გამოუყენებელი დაგვრჩა $26-6=20$ ელექტრონი.

3. დარჩენილი 20 ელექტრონი გავანაწილოთ ისე, რომ ელემენტების გარშემო იყოს – რვა–რვა ელექტრონი.

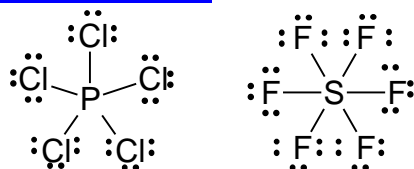


ლუისის სტრუქტურების შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნას, რომ ზოგჯერ აუცილებელია ჯერადი ბმების გამოყენება:



1.6. ოქტეტის წესის გამოწესება

ზოგჯერ სტრუქტურებში ატომებს შორის ელექტრონების განყვილებას აქვს ადგილი არა იმიტომ, რომ ატომებმა შეივსონ გარე სავალენტო შრე, არამედ მოახდინონ გაზრდილი ელექტრონული სიმკვრივის ლოკალიზება დადებითად დამუხტული ბირთვის გარშემო. ამის შედეგად ატომბირთვებსა და ელექტრონებს შორის არსებული მიზიდულობის ძალა წარმოქმნის კავშირებს, რომლის წყალობითაც ატომბირთვები ერთმანეთს „ეკვრიან“. პერიოდული სისტემის მეორე პერიოდის ელემენტები წარმოქმნიან მხოლოდ ოთხ ბმას (8 ელექტრონი გარე სავალენტო შრეზე). ოქტეტის წესი სწორედ ამ ელემენტებისათვის არის სამართლიანი. ელემენტები, რომლებიც განთავსებულნი არიან პერიოდული სისტემის მესამე ან უფრო მაღალ პერიოდში, მოიცავენ d და f ელექტრონებსაც, რომლებიც ასევე მონაწილეობენ ქიმიური კავშირების წარმოქმნაში. ცხადია ასეთი ელემენტების გარე სავალენტო შრეზე განთავსდება 8–ზე მეტი ელექტრონი და შესაბამისად წარმოქმნიან 4–ზე მეტ კოვალენტურ ბმას. ზემოთქმულის ნიმუშად შეიძლება დასახელდეს ფოსფორის პენტაქლორიდი, გოგირდის ჰექსაფთორიდი და სხვა მრავალი მსგავსი ნაერთი. ამ ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები იქნება:



სანიშნო ამოცანა

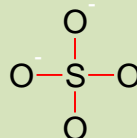
დავწეროთ სულფატ იონის (SO_4^{2-}) ლუისის სტრუქტურა.

პასუხი:

1. ვიპოვოთ მოლეკულაში შემავალი სავალენტო ელექტრონების საერთო რაოდენობა. გავითვალისწინოთ, რომ დამატებული უნდა იქნას ორი ელექტრონი, რომელიც იონს უარყოფით მუხტს ანიჭებს:

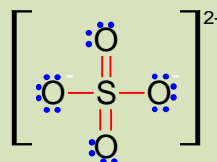
$$\begin{array}{ccccccc}
 6 & + & 4(6) & + & 2 & = & 32 \\
 \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \\
 \text{S} & & \text{O}_4 & & e^- & &
 \end{array}$$

2. გამოვსახოთ კოვალენტური ბმები:

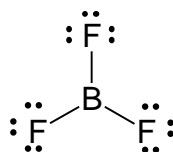


გავითვალისწინოთ, რომ თითოეული კოვალენტური ბმა წარმოადგენს ორ ელექტრონს. მაშინ კოვალენტური ბმების წარმოქმნაზე დახარჯულა 8 ელექტრონი, ხოლო გამოუყენებელი დავგრჩა $32-8=24$ ელექტრონი.

3. დარჩენილი 24 ელექტრონი გავანაწილოთ ისე, რომ უანგბადის გარშემო იყოს – რვა–რვა ელექტრონი, ხოლო გოგირდთან კი – 12 ელექტრონი. ასევე გავითვალისწინოთ, რომ სულფატ იონში ორი უანგბადის ატომი დაკავშირებულია ორმაგი ბმით.



ოქტეტის წესიდან არსებობს ზემომოყვანილი მაგალითის საწინააღმდეგო გამონაკლისიც. ზოგიერთი მალალრეაქციის-უნარიანი ნაერთების ან იონების გარე სავალენტო შრეზე თავსდება 8-ზე ნაკლები ელექტრონი. ბორის ტრიფთორიდში ბორის ატომის გარე სავალენტო შრეზე 8 ელექტრონის ნაცალად დასახლებულია მხოლოდ 6 ელექტრონი.



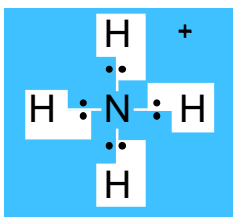
ამდენად, ლუისის სტრუქტურების დაწერისას ყურადღება უნდა იქნას გამახვილებული, რამდენიმე ფაქტორზე. პირველ რიგში დადგენილი უნდა იქნას მოლეკულაში ატომბირთვების ურთიერთშეერთების თანმიმდევრობა. მაგალითად, ჩვენ ძალიან ხშირად აზოტ-მჟავას ვწერთ შემდეგი ფორმით: HNO_3 . თუ გავითვალისწინებთ მასში ატომების შეერთების თანმიმდევრობას, იგი უნდა ჩაიწეროს შემდეგი ფორმით: HONO_2 . წინააღმდეგ შემთხვევაში ლუისის სტრუქტურა ვერ ჩაიწერება.



1.7. ფორმალური მუხტი

ლუისის სტრუქტურების დაწერისას ზოგჯერ ძლიერ მოსახერხებელია ატომებზე დადებითი ან უარყოფითი მუხტის – ე.წ. **ფორმალური მუხტის** მითითება. ფორმალური მუხტი თითოეულ ატომზე გამოითვლება სხვაობის $\delta = \text{M} - \text{N}$ საშუალებით, სადაც δ არის ფორმალური მუხტის მნიშვნელობა, M არის თავისუფალ მდგომარეობაში ატომზე გარე სავალენტო შრეზე ლოკალიზებული ელექტრონების რაოდენობა (*გაგახსნებეთ, რომ იგი ემთხვევა პერიოდული სისტემის ჯგუფის ნომერს*). N არის მოლეკულაში ბმული ატომის გარე სავალენტო შრეზე განთავსებული ელექტრონების რაოდენობა. იგი გამოითვლება ატომის საზიარო ელექტრონული წყვილების (კოვალენტური ბმების) 2-ზე გაყოფით. თუ ატომი ასევე მოიცავს თავისუფალ ელექტრონულ წყვილებს, მაშინ მათი რაოდენობა უნდა იქნას დამატებული განაყოფს.

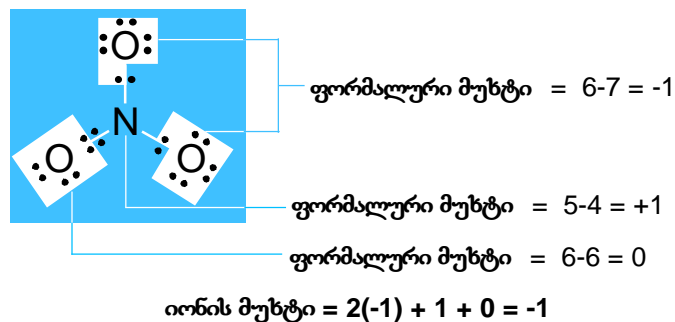
პირველი მაგალითის სახით განვიხილოთ ამონიუმის იონი. მას არ გააჩნია თავისუფალი ელექტრონული წყვილი. ყველა საზიარო ელექტრონული წყვილი გავყოთ ორზე. წყალბადის ატომებს მიეკუთვნებათ მხოლოდ ერთი ელექტრონი, ხოლო აზოტის ატომს 4 ელექტრონი. ფორმალური მუხტის გამოთვლა ნაჩვენებია სქემატურად:



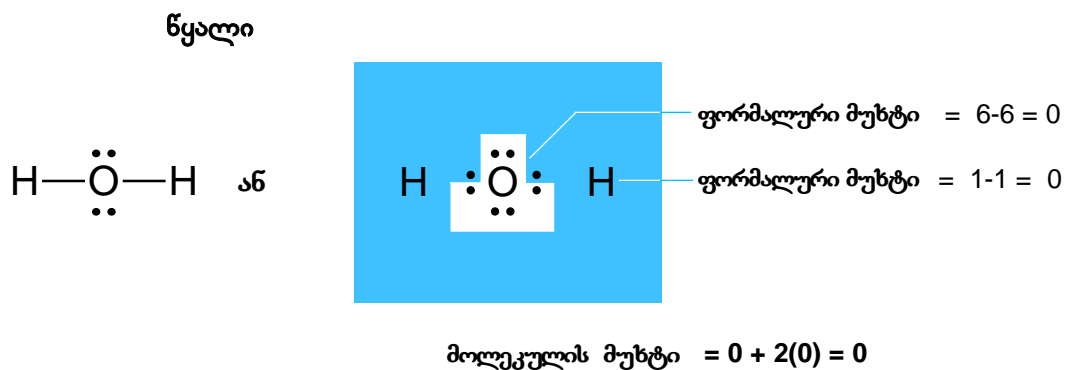
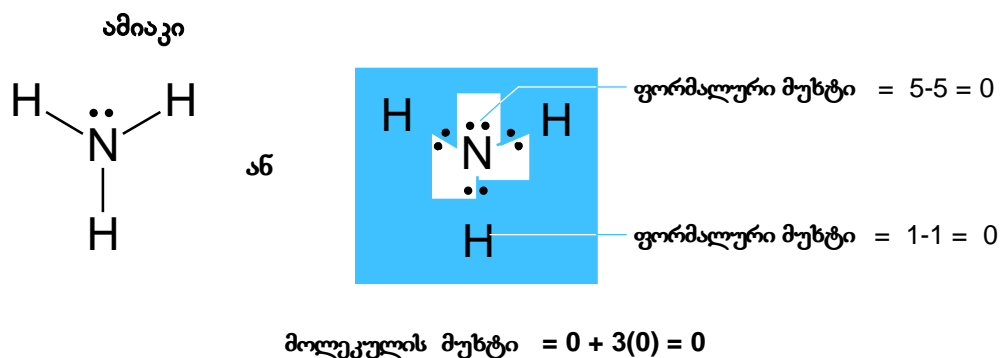
წყალბადი:	სავალენტო ელექტრონები ატომის თავისუფალ მდგომარეობაში = 1	
	მიკუთვნილი ელექტრონების გამოკლება = -1	ფორმალური მუხტი = 0
აზოტი:	სავალენტო ელექტრონები ატომის თავისუფალ მდგომარეობაში = 5	
	მიკუთვნილი ელექტრონების გამოკლება = -4	ფორმალური მუხტი = +1

იონის მუხტი = (4)(0) + 1 = +1

ახლა განვიხილოთ ნიტრატ იონი (NO_3^-). იგი მოიცავს უანგბადის ატომს თავისუფალი ელექტრონული წყვილით. ფორმალური მუხტის გაანგარიშება ნაჩვენებია სქემაზე, საიდანაც ჩანს, რომ აზოტის ატომი ატარებს +1 მუხტს, ორი უანგბადის ატომი -1 მუხტს და ერთი უანგბადის ატომი კი ნულოვან მუხტს:



რაც შეეხება მოლეკულებს, ცნობილია, რომ მათ არ გააჩნიათ მუხტი. უფრო სწორად, მასში შემავალი ატომების ფორმალური მუხტის სიდიდეების ჯამი უნდა იყოს 0-ის ტოლი. განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი:



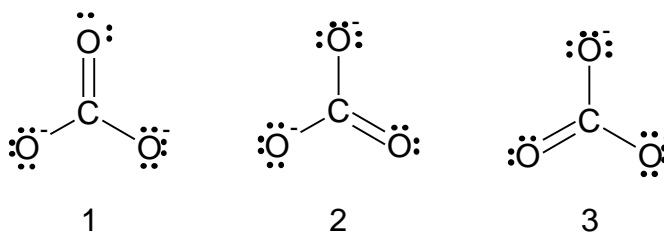
დასასრულს ფორმალური მუხტის გამოსათვლელად შეიძლება ვი-სარგებლოთ სპეციალური ცხრილით (იხ. ცხრილი 1-3).

ცხრილი 1-3. ფორმალური მუხტები

ჯგუფი	ფორმალური მუხტი +1			ფორმალური მუხტი 0			ფორმალური მუხტი -1		
3				—B—			—B^-		
4	C^+	=C^+	≡C^+	—C—	=C—	≡C—	—C^-	=C^-	≡C^-
5	—N^+	=N^+	≡N^+	—N—	=N	≡N:	—N^-	=N^-	
6	—O^+	=O^+		—O—	=O:		—O^-		
7	—X^+			—X:	X=F,Cl,Br,I		:X^-		

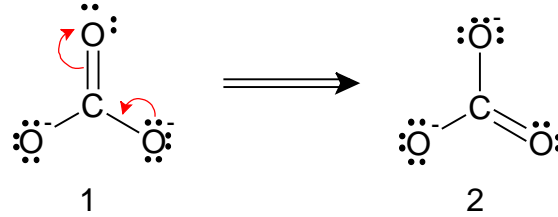
1.8. რეზონანსი

ლუისის თეორიის ერთ-ერთი ნაკლი ის არის, რომ იგი მოლეკულაში ელექტრონებს განიხილავს „უძრავ“ მდგომარეობაში. რეალურად ელექტრონები არ არიან ატომებზე ფიქსირებულნი და გარკვეულ მდგომარეობაში შესწევთ უნარი ერთი ატომიდან გადაინაცვლონ მეორე ატომზე. ასეთ შემთხვევებში ერთი და იგივე სტრუქტურისათვის (ელექტრონების სხვადასხვა განაწილებით) შესაძლებელია რამდენიმე ლუისის სტრუქტურის დაწერა. მეტი სიცხადისათვის მოვიყვანოთ კარბონატ იონის მაგალითი. ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ სამი *განსხვავებული*, მაგრამ *ეკვივალენტური* სტრუქტურა (1-3):



ყურადღება მივაქციოთ ორ მნიშვნელოვან გარემოებას. პირველი, ყოველ ატომს გარე სავალენტო შრე შევსებული აქვს. მეორე, და უაღრესად მნიშვნელოვანი, ერთი სტრუქტურის მეორეში გარდაქმნა შესაძლებელია მხოლოდ *ელექტრონების გადაადგილებით* და არ არის საჭირო, ატომბირთვების გადანაცვლება. ასეთ შემთხვევებში ელექტრონების გადაადგილებას აღწერენ მოხრილი ისრების საშუალებით. ისარი უნდა იწყებოდეს გადასაადგილებელ ელექტრონებთან და უნდა მთავრდებოდეს მის ახალ პოზიციასთან. ქვემოთ მოყ-

ვანილ სქემაზე ჩანს, რომ ისრებით ნაჩვენები ელექტრონების გადა-
ნაცვლებით (ატომბირთვების დაუძრავად) 1 სტრუქტურა გარდაიქ-
მნება 2 სტრუქტურაში:



1 და 2 სტრუქტურები მართალია არ არიან **იდენტურები**, მაგრამ არიან **ეკვივალენტურიები**.

კიდევ ერთი საინტერესო მომენტი. კარბონატ იონის რენტგენოსტრუქტურულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ნახშირბადასა და ჟანგბად ატომებს შორის ბმა უფრო გრძელია, ვიდრე ორმაგი ბმა. ზემოთ მოყვანილი 1–3 ლუისის სტრუქტურებისათვის ლოგიკური იქნებოდა, თუ რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი აჩვენებდა, რომ კარბონატ იონში ორი C-O ბმის სიგრძე იქნებოდა „კლასიკური“ ორმაგი ბმის სიგრძის, ხოლო ერთი C-O ბმა კი „კლასიკური“ ერთმაგი ბმის სიგრძის.

რა განაპირობებს ექსპერიმენტული შედეგებისა და თეორიული მოსაზრების განსხვავებას? რომელი არის ჭეშმარიტებასთან უფრო ახლოს? თუ დავეყრდნობით ექსპერიმენტალურ მონაცემებს, რომ კარბონატ იონში ყველა ბმა არის თანაბარი სიგრძის, მაგრამ განსხვავებული „კლასიკური“ ერთმაგი და ორმაგი ბმის სიგრძის, როგორ მივუსადაგოდ იგი ლუისის სტრუქტურას?

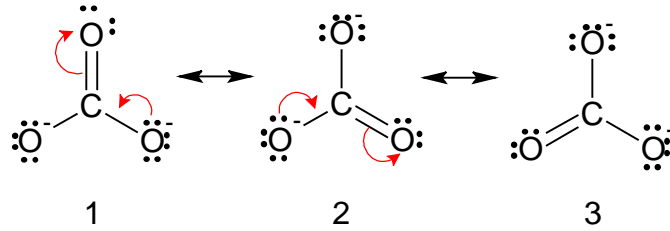
ამ პრობლემის გადაწყვეტის ერთ-ერთი გზა არის ე.წ. **რეზონანსის თეორია**. აღნიშნული თეორიის თანახმად, თუ მოლეკულა ან იონი გამოისახება ორი ან მეტი ელექტრონის განაწილებით განსხვავებული, მაგრამ ეკვივალენტური სტრუქტურების სახით, სამართლიანია შემდეგი ორი პოსტულატი:

1. აღნიშნული სტრუქტურებიდან (რომელთაც ეწოდებათ **რეზონანსული სტრუქტურები**) არც ერთი შეესაბამება რეალურ სტრუქტურას. არც ერთი მათგანი იქნება სრულ თანხვედრაში მოლეკულის ან იონის რეალურ ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებთან.
2. რეალური მოლეკულა ან იონი უნდა გამოისახოს თითოეული რეზონანსული სტრუქტურის **ჰიბრიდის** სახით.

აქედან გამომდინარე, თუ მოლეკულისათვის შესაძლებელია დაინეროს რეზონანსული სტრუქტურები, ეს ნიშნავს რომ ისინი რეალური მოლეკულის მხოლოდ ჰიპოთეზური სტრუქტურებია და არსებობენ მარტო ფურცელზე. მათი გამოყოფა ინდივიდუალური სახით შეუძლებელია.

როგორ გამოვსახოთ 1–3 რეზონანსული სტრუქტურების ჰიბრიდული სტრუქტურა? ამისათვის არსებობს ორი მეთოდი.

პირველი მეთოდის თანახმად, უნდა დაინეროს ყველა რეზონანსული სტრუქტურა და მათ შორის განთავსდეს ორთავიანი (\leftrightarrow) ისარი, რომელსაც ეწოდება „**რეზონანსული ისარი**“.

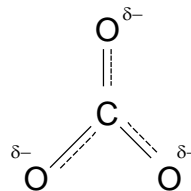


შექცევადი ისარი \longleftrightarrow აღნიშნავს წონასწორობას, ამიტომ მისი გამოყენება რეზონანსულ სტრუქტურებში არ შეიძლება.



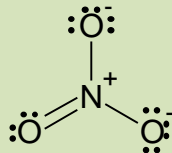
ასეთი სახით სტრუქტურების ჩანერისას უნდა გვახსოვდეს, რომ ეს სტრუქტურები არსებობენ მხოლოდ ფურცელზე. რეალური სტრუქტურა კი სადღაც მათ მიღმაა, მიღებული მათი **ჰიბრიდიზაციით**.

მეორე მეთოდის საშუალებით ბმები უნდა გამოისახოს უწყვეტი და წერტილოვანი ხაზებით (—•••). ასეთი ბმა მიუთითებს, რომ იგი არ არის არც ორმაგი და არც ერთმაგი, არამედ მათი გასაშუალებული ბმაა.



სანიშნო ამოცანა

ნიტრატ იონის ჩანერის ერთ-ერთი ფორმა არის:



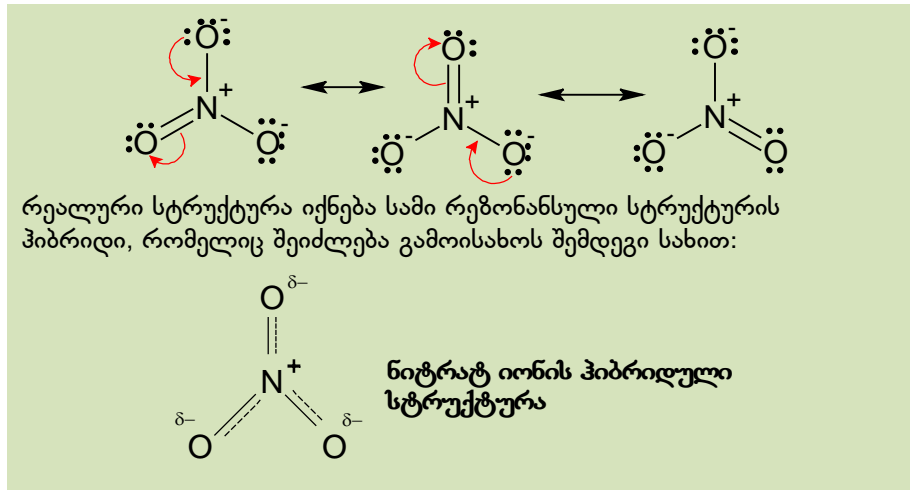
მაგრამ რენტგოსტრუქტურული ანალიზისა და ქიმიური ექსპერიმენტით დადგენილია, რომ სამივე უანგბადის ატომი არის იდენტური. რა განაპირობებს მათ იდენტურობას? ახსენით რეზონანსის თეორიის საშუალებით.

პასუხი:

სტრუქტურიდან ჩანს, რომ შესაძლებელია ელექტრონების განაწილების ვარირებით დაინეროს სამი განსხვავებული, მაგრამ იდენტური რეზონანსული სტრუქტურა.



მაქს ბორი
Max Born
1882–1970



1.9. ატომური ორბიტალები



ირვინ შრედინგერი
Erwin Rudolf Josef
Alexander Schrödinger
1887–1961

შრედინგერის მიერ 1926 წელს შემოთავაზებულ იქნა ელექტრონის ტალღური ფუნქცია ψ . სულ მალე, მაქს ბორის მიერ ნაჩვენები იყო, რომ ტალღური ფუნქციის კვადრატს ψ^2 გააჩნდა ფიზიკური არსი. კერძოდ, ψ^2 ფუნქცია აღწერდა სივრცეში ელექტრონის არსებობის ალბათობას. ψ^2 სიდიდე მიიღება ინტეგრირებით და მისი მნიშვნელობა ვარირებს 0-დან +1-მდე. თუ ψ^2 -ის სიდიდე 1-თან ახლოსაა, მაშინ დიდია ელექტრონის ალბათური სიმკვრივე. შესაბამისად, თუ ψ^2 მცირე სიდიდეა, მაშინ ელექტრონის ალბათური სიმკვრივე მინიმალურია. ψ^2 ფუნქციას გააჩნია შესაბამისი გეომეტრიული ზედაპირიც, რომელსაც ეწოდება ორბიტალი.

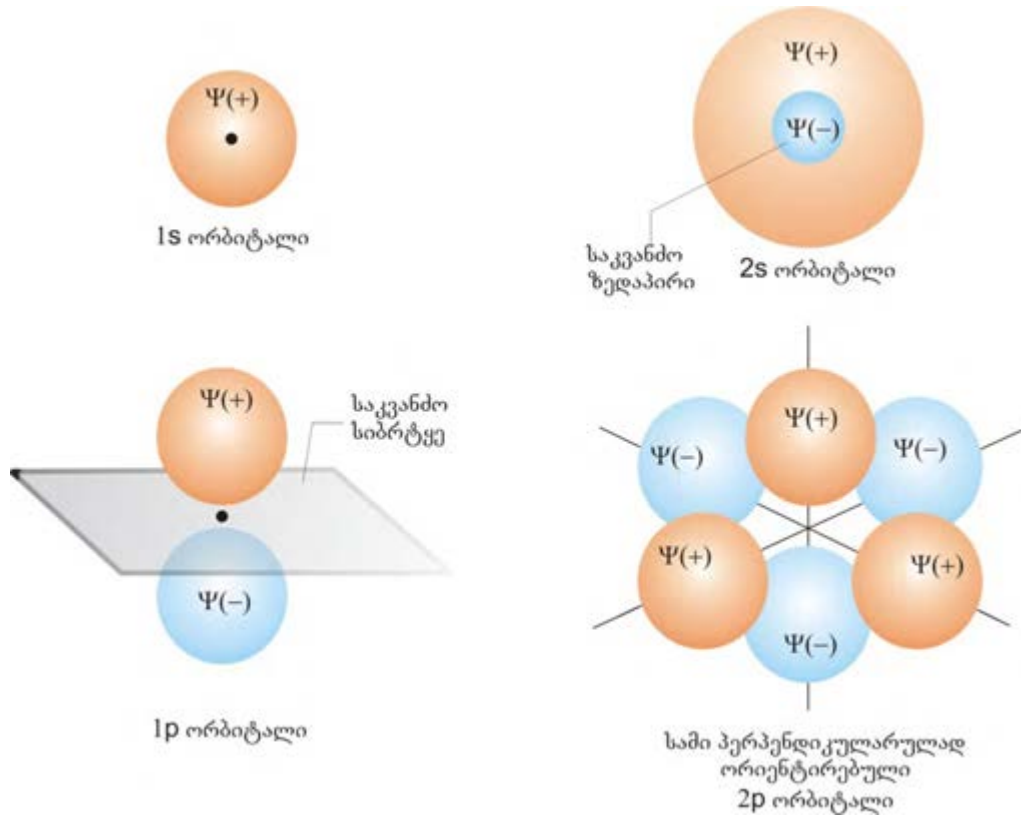
<p>ელექტრონული ორბიტალი არის სივრცის ის ნაწილი, სადაც ელექტრონის ალბათური სიმკვრივე მაქსიმალურია.</p>	
--	--

ვინაიდან ორგანულ ქიმიამი d და f ელექტრონებს არ ვხვდებით, ამიტომ წინამდებარე სალექციო კურსში მათ განხილვას არ შევუდგებით. განვიხილოთ მხოლოდ s და p ელექტრონები.

1s და 2s ელექტრონების ორბიტალი არის სფეროსებრი. ტალღური ფუნქციის ψ_{1s} მნიშვნელობა მთელი 1s ორბიტალის ზედაპირზე არის დადებითი $\psi_{1s}=+$. 2s ორბიტალი, 1s ორბიტალისაგან განსხვავებით, მოიცავს საკვანძო ზედაპირს, სადაც $\psi=0$. აღნიშნული ზედაპირის შიგნით კი ψ_{2s} ფუნქცია უარყოფითია.

2p ელექტრონებისათვის ორბიტალი წარმოადგენს ერთმანეთთან შეერთებულ ორ სფეროს (ანუ აქვს „8“-ის ფორმა). ψ_{2p} ფუნქცია ერთ-ერთ სფეროში არის დადებითი, ხოლო მეორე სფეროში უარყოფითი. მოცემული სფეროები ერთმანეთისაგან გამოყოფილია საკვანძო სიბრტყით (იხ. ნახაზი 1-2.).

აქვე დავძენთ, რომ ტალღური ფუნქციის მნიშვნელობები (+) და (-) არავითარ კავშირში არ არის მუხტის სიდიდესთან. იგი მხოლოდ აღწერს ψ ფუნქციის არითმეტიკულ მნიშვნელობას სივრცის მოცემულ რეგიონში. ელექტრონის არსებობის ალბათობას აღწერს ψ^2 ფუნქცია და იგი ყოველთვის არის დადებითი (უარყოფითი რიცხვის ახარისხება ყოველთვის იძლევა დადებით რიცხვს). აქედან გამომდინარე, ელექტრონის არსებობის ალბათობა p ორბიტალის ორივე სფეროში ერთნაირია.



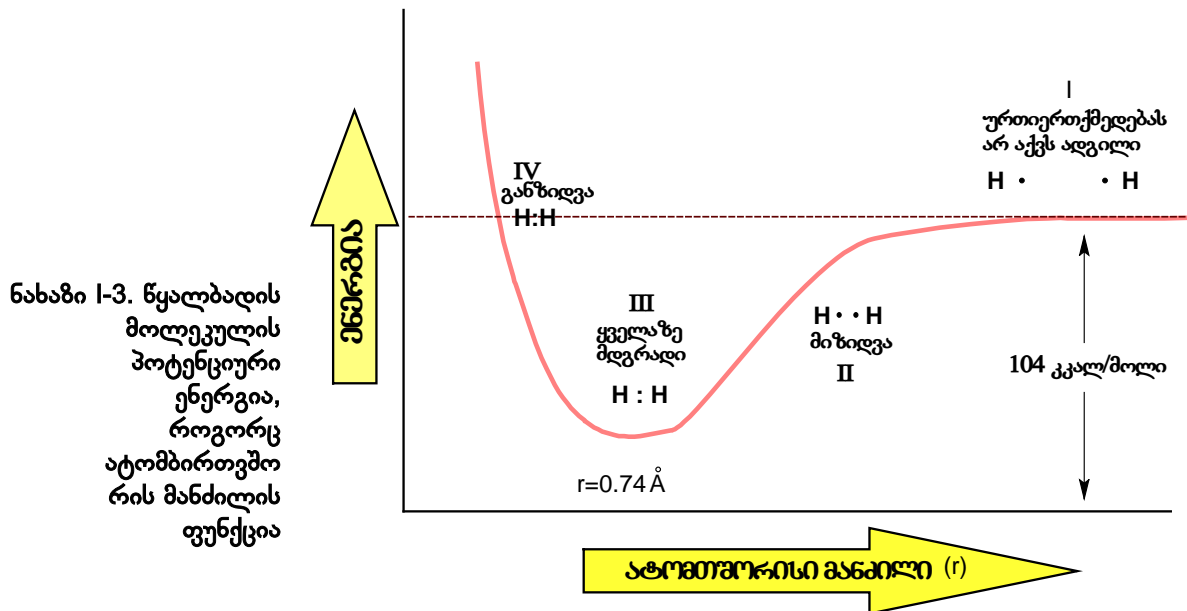
ნახაზი 1-2. ზოგიერთი s და p ორბიტალების ზედაპირები

1.10. მოლეკულური ორბიტალები

ორგანულ ქიმიკატში კოვალენტური ბმების წარმოქმნის ახსნისათვის მძლავრ საშუალებას წარმოადგენენ მოლეკულური ორბიტალები. გავიხსენოთ, რომ კოვალენტური ბმა წარმოიქმნება ორ ატომბირთვს შორის საზიარო ელექტრონული წყვილის გაჩენით ანუ როგორც ხშირად ამბობენ – ელექტრონების განყვილებით.

მოლეკულური ორბიტალი არის ადითიური სიდიდე და წარმოადგენს ატომური ორბიტალების წრფივ კომბინაციას. ანუ იგი მიიღება ატომური ორბიტალების შეკრება–გამოკლებით.

მოლეკულური ორბიტალის წარმოქმნა განვიხილოთ უმარტივესი მოლეკულის მაგალითზე (იხ. ნახაზი I-3). როდესაც წყალბადის ატომბირთვები ერთმანეთთან იმდენად შორს არიან, რომ მათ შორის ურთიერთქმედებას ადგილი არ აქვს (I), მათი ჯამური ენერგია ორი იზოლირებული ატომების ენერგიის ჯამის ტოლია. თუ წყალბადატომებს ერთმანეთთან დავაახლოვებთ, მათ შორის აღიძვრება ურთიერთქმედება (II). ურთიერთქმედება გულისხმობს ერთი ატომის მიერ მეორე ატომის ელექტრონის მიზიდვას და პირიქით. ამავდროულად ადგილი ექნება სისტემის ენერგიის შემცირებას. როდესაც ორი ატომბირთვი ერთმანეთს დაუახლოვდება 0.74 \AA დისტანციაზე (III), სისტემის ენერგია მინიმალური გახდება. ეს მანძილი შეესაბამება H-H ბმის სიგრძეს. თუ კვლავ გავაგრძელებთ ატომების დაახლოვებას (IV), ატომბირთვებს შორის აღიძვრება განზიდვის ძალა და სისტემის ენერგია კვლავ მოიმატებს.



ასეთი სახით ბმის წარმოქმნის ახსნისას ჩვენ ვაწყდებით ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას. ჩვენი მსჯელობისას, თითქოს დავუშვიოთ, რომ ელექტრონები, ბირთვების დაახლოვებისას ქიმიური კავშირის აღძვრის დისტანციამდე, გადაადგილდებიან ატომბირთვებთან ერთ-

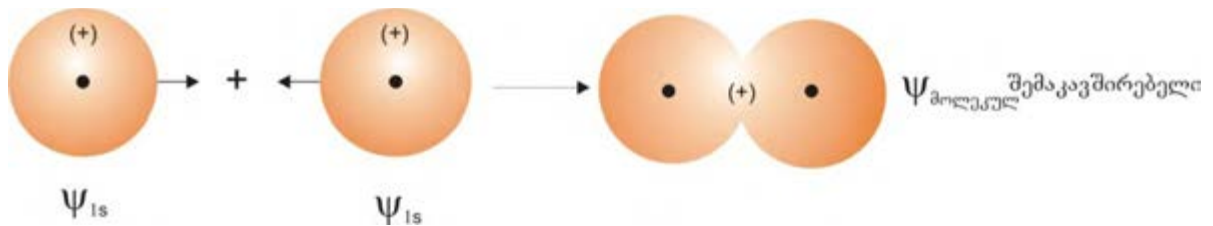
თად და ქიმიური კავშირის აღძვრის შემდეგ განთავსდებიან „უძრავად“ ატომებს შორის. მაგრამ ასეთი მსჯელობა (დაშვება) არღვევს ჰეინზენბერგის განუზღვრელობის პრინციპს. **ჩვენ არ შეგვიძლია ერთდროულად განვსაზღვროთ დრო და ელექტრონის მდებარეობა.**

აღნიშნული პრობლემისადმი თავის დაღწევა შესაძლებელია ორბიტალების მცნების შემოღებით, ვინაიდან ამ დროს ჩვენ განვიხილავთ ელექტრონის არა კონკრეტულ მდებარეობას, არამედ ელექტრონის ალბათობის სიმკრეფივს ψ . ასეთი მიდგომით აღარ ირღვევა ჰეინზენბერგის განუზღვრელობის პრინციპი, რადგან არ მივუთითებთ ელექტრონის კონკრეტულ მდებარეობას. ჩვენ მხოლოდ ვსაუბრობთ ელექტრონის ალბათობის სიმკვრივეზე, რომელიც შეიძლება იყოს დიდი ან მცირე.

აქედან გამომდინარე, კოვალენტური ბმის წარმოქმნა შეიძლება ჩამოყალიბებულ იქნას შემდეგნაირად: როდესაც ერთმანეთს უახლოვდება ორი ატომი, მათი s ორბიტალები იწყებენ ერთმანეთის გადაფარვას. 0.74\AA დისტანციაზე ორი **ატომური ორბიტალიდან** წარმოიქმნება **მოლეკულური ორბიტალი**. მოლეკულურ ორბიტალზე არსებული ელექტრონები თანაბრად ეკუთვნიან ორივე ატომბირთვს და მათი ალბათური სიმკვრივე ორივე ატომის მიმართ თანაბარია. ანუ ეს ნიშნავს, რომ ისინი იწყებენ ორივე ატომბირთვის გარშემო არსებულ მოლეკულურ ორბიტალზე ბრუნვას.

როდესაც ორი ატომური ორბიტალი ერთიანდება და წარმოიქმნება მოლეკულური ორბიტალი, **მოლეკულური ორბიტალების რაოდენობა იქნება ატომური ორბიტალების რაოდენობის ტოლი**. ასე რომ წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნისას მიიღება ორი მოლეკულური ორბიტალი. ორი ორბიტალის წარმოქმნა განპირობებულია ტალღური ფუნქციის ψ მათემატიკური თვისებიდან. გეომეტრიულად ატომური ორბიტალების გაერთიანება შეიძლება მოხდეს ფაზის შიგნით ან გარეთ.

წარმოქმნილი ორბიტალებიდან ერთს ეწოდება **შემაკავშირებელი** მოლეკულური ორბიტალი ($\psi_{\text{შემაკავშირებელი}}$), და მოიცავს ენერჯის ყველაზე მინიმალურ რაოდენობას (ძირითადი მდგომარეობა). იგი მიიღება, როდესაც ატომური ორბიტალები უკავშირდებიან ნახაზი 1-4-ზე წარმოდგენილი ფორმით. მასზე ატომური ორბიტალები იკრიბება, ანუ ადგილი აქვს ერთიდაიგივე ფაზის ატომური ორბიტალების გადაფარვას.

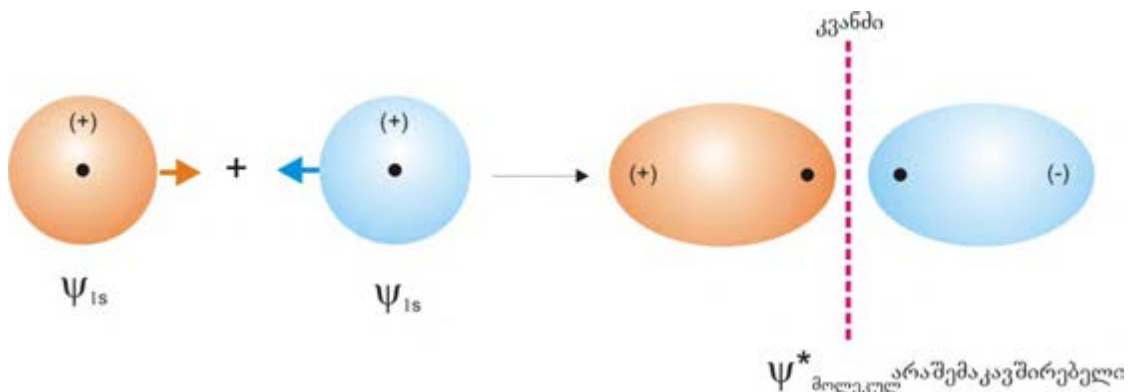


ნახაზი 1-4. წყალბადის ორი 1s ორბიტალის გადაფარვა და შემაკავშირებელი ორბიტალის წარმოქმნა

ასეთი გადაფარვის წყალობით, ψ^2 სიდიდე მაქსიმალურ მიშენელობას აღწევს ატომბირთვებს შორის სივრცეში.

მეორე მოლეკულური ორბიტალი – *გამთიშველი* ანუ *არაშემაკავშირებელი* ორბიტალი (ψ^* არაშემა) ძირითად მდგომარეობაში არც ერთ ელექტრონს არ მოიცავს, იგი მიღებულია ატომური ორბიტალების სხვაობით. ატომური ორბიტალების სხვაობა ნიშნავს, რომ ადგილი აქვს (+) და (-) ფაზის მქონე ატომური ორბიტალების გადაფარვას.

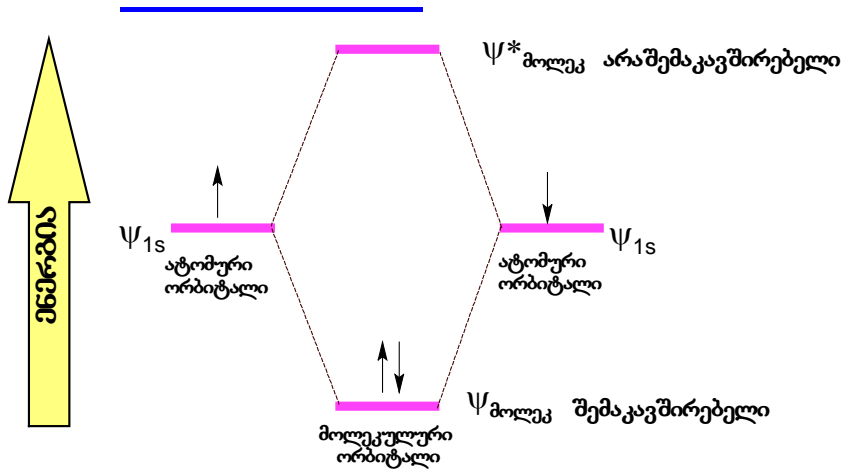
უკანასკნელ შემთხვევაში, ვინაიდან გადაფარვაში მონაწილეობენ სანინაალმდგომარეობის ორბიტალები, გადაფარვის შედეგად გაჩნდება კვანძი. მიღებულ მოლეკულურ ორბიტალში ψ ფუნქციის მნიშვნელობა შეიძლება იყოს დადებითი (+), უარყოფითი (-) და ნულის ტოლი (კვანძზე) (იხ. ნახაზი I-5). აქედან გამომდინარე, ψ^2 სიდიდე შედარებით უფრო მცირე იქნება ატომბირთვებს შორის სივრცეში. თუ ელექტრონები დაიკავებენ არაშემაკავშირებელ ორბიტალს, მაშინ მათ თავი უნდა აარიდონ ატომთშორის სივრცეს. ამდენად ატომთა მიზიდულობის ძალა უფრო მცირე იქნება, ვიდრე განზიდვის. ელექტრონების განთავსება არაშემაკავშირებელ ორბიტალზე ხელს შეუწყობს არა ატომთა შეკავშირებას, არამედ მათ თავისუფალ გადაადგილებას სივრცეში.



ნახაზი I-5. წყალბადის ორი 1s ორბიტალის გადაფარვა და არაშემაკავშირებელი ორბიტალის წარმოქმნა

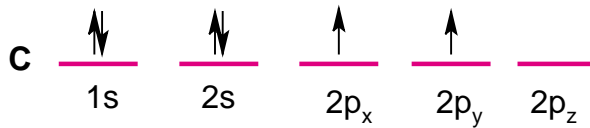
სქემატურად შემაკავშირებელი და არაშემაკავშირებელი ორბიტალების წარმოქმნა და ენერჯიის მნიშვნელობები წყალბადის მოლეკულისათვის შეიძლება გამოისახოს შემდეგი დიაგრამის საშუალებით:

ნახაზი I-6. წყალბადის მოლეკულის ენერჯის დიაგრამა. ორი ატომური ორბიტალის ψ_{1s} კომბინაცია იძლევა ორ მოლეკულურ ორბიტალს $\psi_{\text{მოლეკ}}$ და $\psi^*_{\text{მოლეკ}}$. $\psi_{\text{მოლეკ}}$ მოლეკ ენერჯია უფრო ნაკლებია, ვიდრე ცალკეული ატომური ორბიტალების. ენერჯის ყველაზე მცირე მნიშვნელობის დროს წყალბადის მოლეკულა მოიცავს ორ ელექტრონს



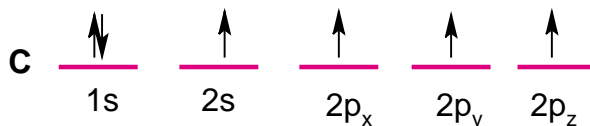
1.11. sp^3 ჰიბრიდიზაცია. მეთანის სტრუქტურა

ნახშირბადის ატომის კონფიგურაცია ძირითად მდგომარეობაში შეიძლება გამოისახოს შემდეგი დიაგრამის საშუალებით:

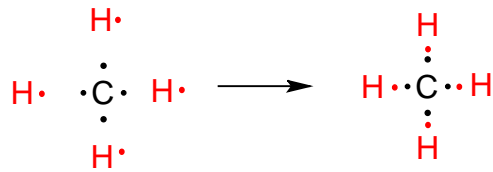


ვინაიდან ნახშირბადატომი იმყოფება IV ჯგუფში, მის გარე სავალენტო შრეზე იმყოფება 4 ელექტრონი. თუ გავიხსენებთ ორბიტალების შევსების პრინციპს, 2s ორბიტალზე დასახლდება 2 ელექტრონი, ხოლო დარჩენილი 2 ელექტრონი კი – შეავსებს 2p ორბიტალებს.

აქედან გამოიძინარე, ნახშირბადი უნდა იყოს ორ ვალენტური ელემენტი, მაგრამ ორგანული ნაერთების აბსოლუტური უმრავლესობა მოიცავს ოთხვალენტურ ნახშირბადის ატომს. როგორ ამუღავნებს ნახშირბადი ოთხვალენტოვნებას? როგორც ექსპერიმენტალური მონაცემები გვიჩვენებს, ნახშირბადისათვის აღგზნებული მდგომარეობა უფრო ხელსაყრელია, ვიდრე ძირითადი (ეს მეტად საინტერესო „ანომალიაა“!!!). ნახშირბადატომში აღგზნებულ მდგომარეობაში 2s ორბიტალიდან ერთი ელექტრონი გადაინაცვლებს 2pz ორბიტალზე.



მოცემული დიაგრამის მიხედვით, ქიმიური კავშირების წარმოქმნაში ნახშირბადატომის მხრიდან მონაწილეობას მიიღებს 1s და 3p ელექტრონი. მაგალითის სახით განვიხილოთ მეთანის წარმოქმნა:



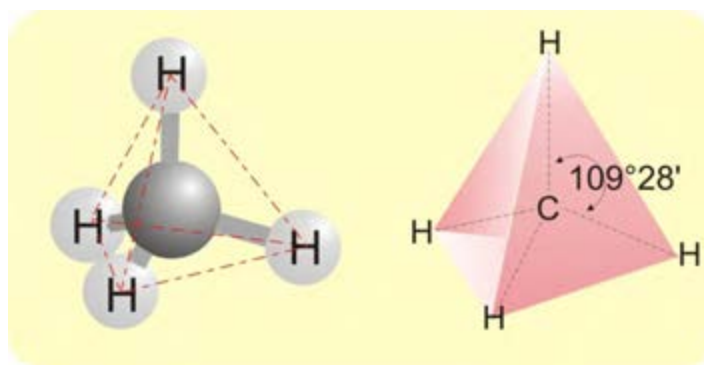
ჯ. ვანტ ჰოფისა და ჯ. ლე ბელის მიერ სტრუქტურული თეორია მნიშვნელოვნად იქნა გაფართოებული. პირველად მათ მიერ იქნა შემოთავაზებული მეთანის ტეტრაედრული სტრუქტურა, რომლის ცენტრში იმყოფება ნახშირბადატომი, ხოლო წვეროებში კი – წყალბადის ატომები (იხ. ნახაზი I-7.).

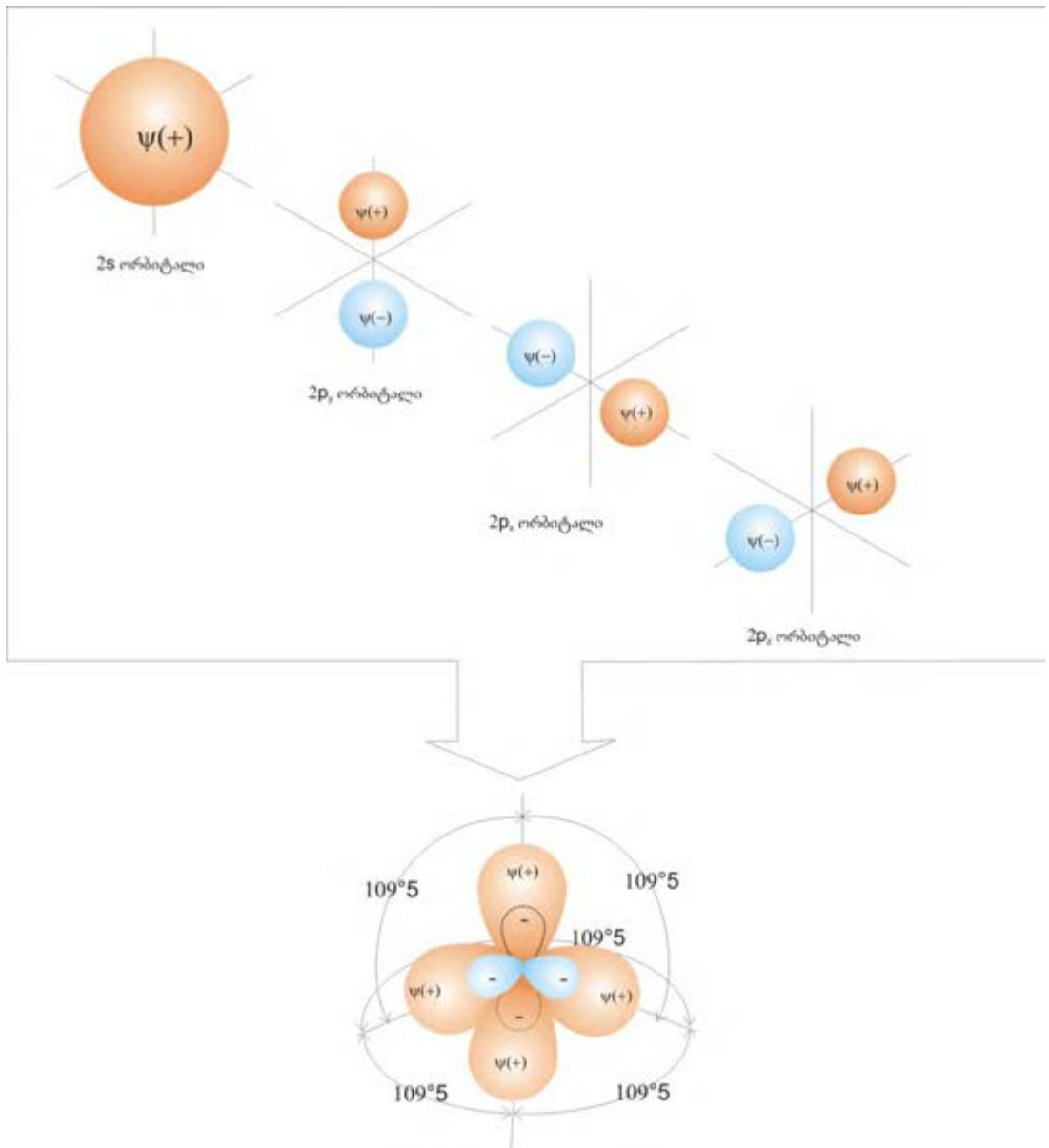
როგორც წარმოდგენილი ნახაზიდან ჩანს, მეთანის მოლეკულა არის სიმეტრიული, რაც თავის მხრივ მიუთითებს C-H ბმების იდენტურობაზე.

როგორ მიიღება ნახშირბადის 1s და 3p ელექტრონიდან ოთხი იდენტური ქიმიური ბმა?

დასმულ კითხვაზე პასუხის გაცემა შეიძლება *ქვანტური მექანიკის* მოშველიებით. აღმოჩნდა, რომ აღგზნებულ მდგომარეობაში ნახშირბადის ატომზე მეთანის მოლეკულაში იმყოფება არა 1s და 3p ელექტრონი, არამედ მათი ჰიბრიდიზაციით მიღებული ოთხი ერთნაირი ორბიტალი, რომელსაც ეწოდება **sp³ ჰიბრიდული ორბიტალი**. sp³ ჰიბრიდული ორბიტალის წარმოქმნა სქემატურად ნაჩვენებია ნახაზი I-8.-ზე.

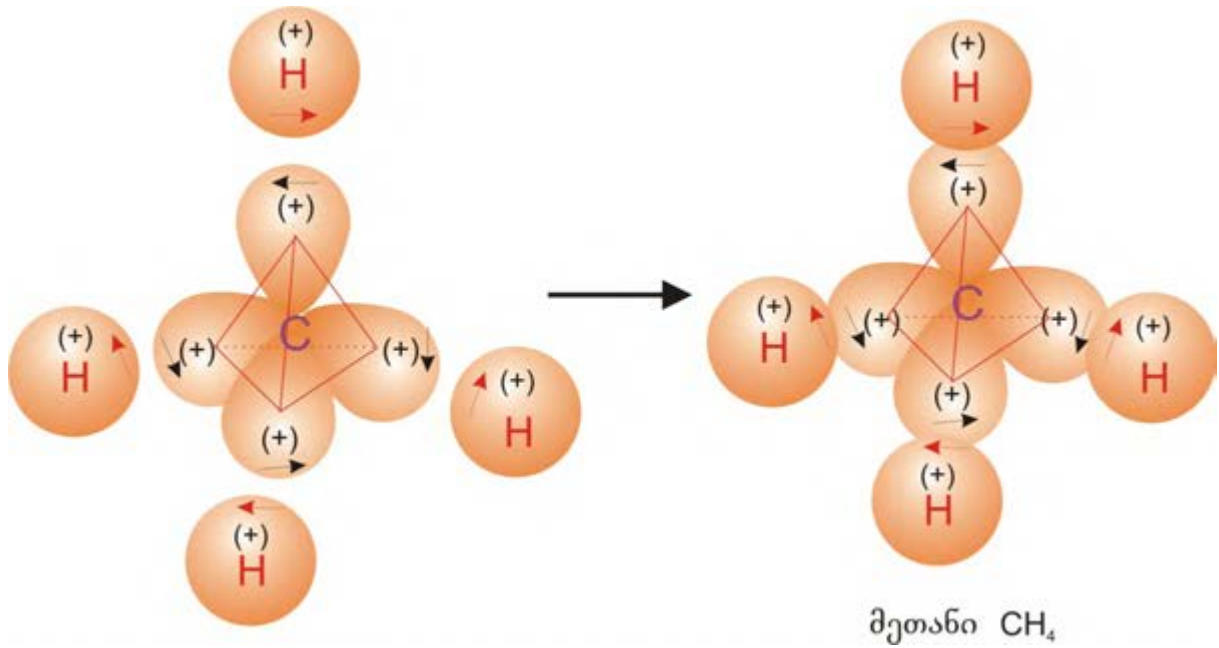
ნახაზი I-7. მეთანის ტეტრაედრული მოდელი





ნახაზი 1-8. sp^3 ჰიბრიდული ღრუბლის წარმოქმნა

როგორც ჩანს, sp^3 ჰიბრიდულ ორბიტალში ღრუბლებს შორის კუთხის მნიშვნელობა შეადგენს 109.5° . ამიტომ მეთანის წარმოქმნის დროს მოლეკულური ორბიტალის წარმოქმნაში მონაწილეობას იღებს ნახშირბადის sp^3 ჰიბრიდული და წყალბადის $1s$ ორბიტალები.



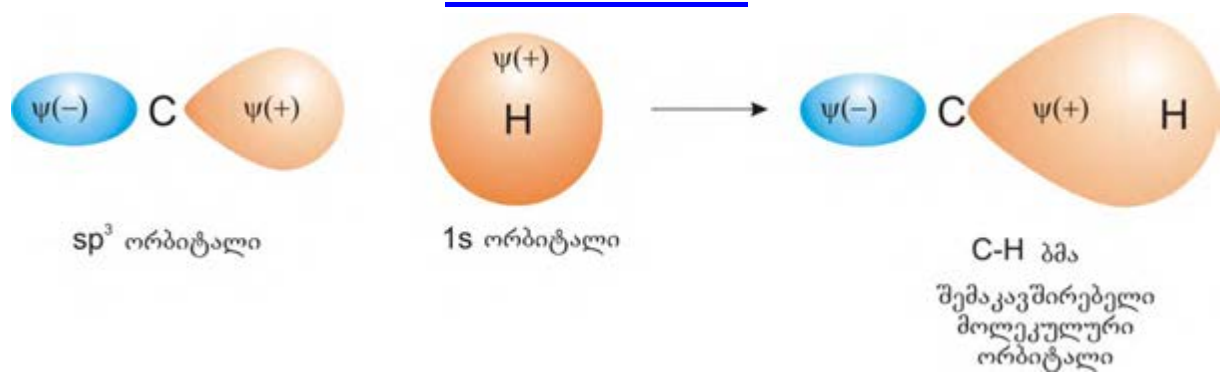
ნახაზი I-9. მეთანის წარმოქმნა sp^3 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადის მონაწილეობით

მეთანის ტეტრაედრული მოდელი (sp^3 ჰიბრიდიზაციის მოვლენა) ასევე იძლევა ახსნას, თუ რატომ არის C-H ბმა ასეთი მტკიცე. C-H ბმის სიმტკიცის უკეთესად ასახსნელად განვიხილოთ ერთი ინდივიდუალური sp^3 ორბიტალი (ნახაზი I-10.).



ნახაზი I-10. sp^3 ჰიბრიდული ორბიტალის კონტური

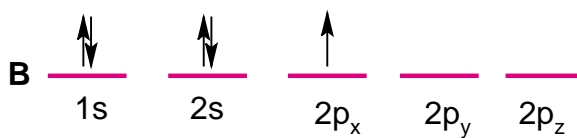
ვინაიდან sp^3 ჰიბრიდულ ღრუბელს აქვს p ორბიტალის ბუნება, დადებითი ნახევარსფერო არის უფრო დიდი და სივრცეში უფრო მეტად „გამოსული“. ბმის წარმოქმნისას (ატომური ორბიტალების გადაფარვისას) სწორედ ეს დადებითი ნახევარსფერო იღებს მონაწილეობას. დიდი ზომის ორბიტალები ბმის წარმოქმნისას უფრო დიდ ფართობზე გადაფარავენ ერთმანეთს და ამდენად წარმოქმნილი კავშირი უფრო მტკიცე იქნება (იხ. ნახაზი I-11.).



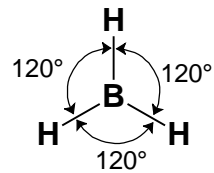
ნახაზი I-11. C-H ბმის წარმოქმნა sp^3 და s ორბიტალების გადაფარვით

1.12. sp^2 ჰიბრიდიზაცია. ბორანის სტრუქტურა

ბორანს (BH_3) აქვს სამკუთხა ბრტყელი აღნაგობა და მოიცავს სამ $B-H$ ბმას. ბორს ძირითად მდგომარეობაში აქვს შემდეგი კონფიგურაცია:

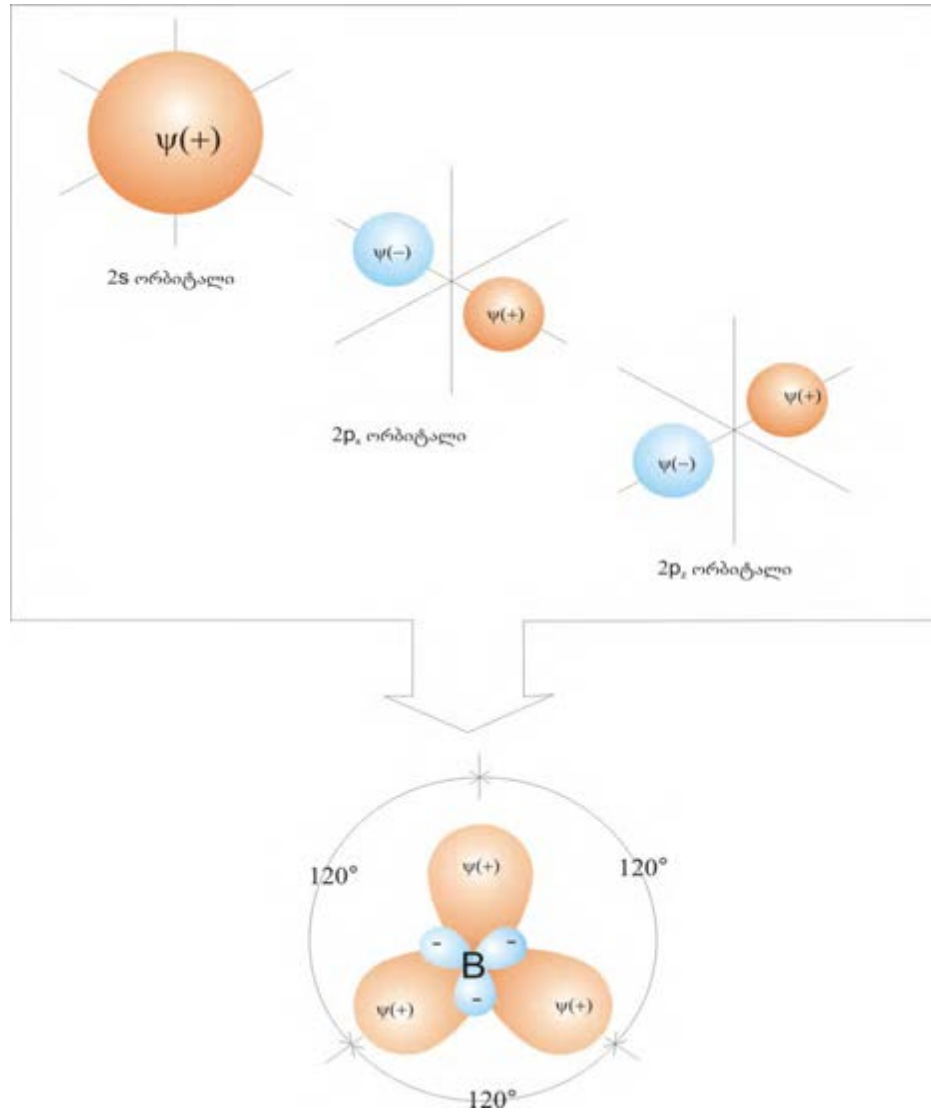


ბორის ატომი ძირითად მდგომარეობაში

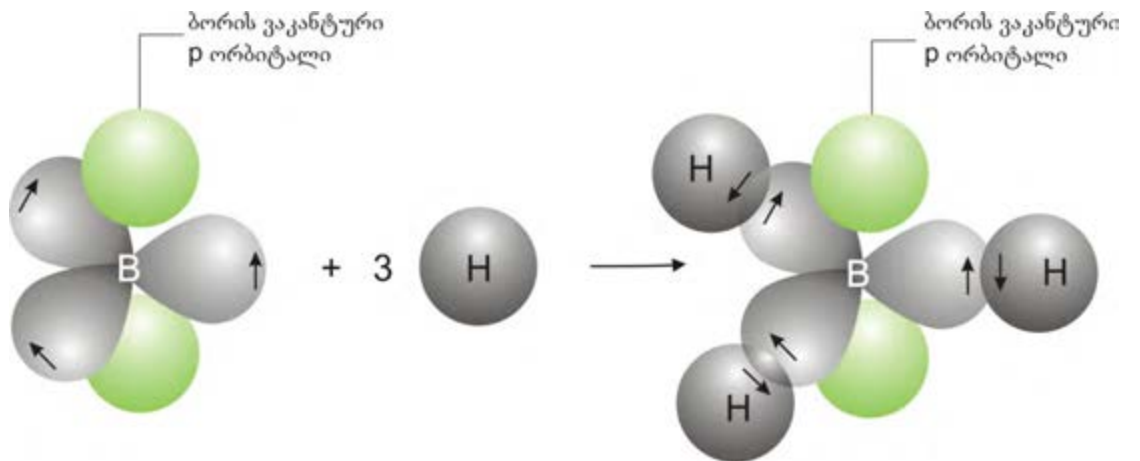


ბორანის სამკუთხა სტრუქტურა

ბორი ძირითად მდგომარეობაში მოიცავს მხოლოდ ერთ გაუწყვილებელ ელექტრონს, რომელსაც შეუძლია ქიმიური ბმა წარმოქმნას ელექტრონული ღრუბლების გადაფარვით. ცხადია, ბორის ატომის ასეთი მდგომარეობისათვის შეუძლებელია ბრტყელი სამკუთხა მოლეკულის წარმოქმნა. თუ კვლავ გამოვიყენებთ ჰიბრიდიზაციის მცნებას, ადვილად მივალთ დასკვნამდე, რომ ბორის ატომისათვისაც ადვილი აქვს საერთო ჰიბრიდული ატომური ორბიტალის წარმოქმნას. ბორის ატომისათვის, ნახშირბადის ატომისაგან განსხვავებით, ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობს ერთი s და ორი p ელექტრონი. შესაბამისად მიღებული ჰიბრიდული ორბიტალი იქნება sp^2 ჰიბრიდული ორბიტალი (იხ. ნახაზი I-12.). მიღებულ ორბიტალს აქვს ერთი ნაწილი s -ორბიტალისა და ორი ნაწილი p -ორბიტალის ბუნება. გაანგარიშებებით დადგენილია, რომ sp^2 -ორბიტალები წარმოქმნიან ტოლგვერდა სამკუთხედს ბმებს შორის 120° -იანი კუთხით. ამიტომ ბორანის მოლეკულის მიღებისას სამი sp^2 -ორბიტალი გადაფარავს სამი ატომი წყალბადის $1s$ ორბიტალს. ხოლო ბორის ატომზე დარჩენილი ერთი ვაკანტური p ორბიტალი კი განთავსდება სიბრტყის მართობულად (იხ. ნახაზი I-13.).



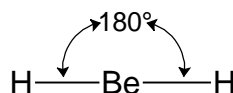
ნახაზი I-12. ერთი 2s და ორი 2p ორბიტალის ჰიბრიდიზაცია და sp^2 ჰიბრიდული ორბიტალის ფორმირება



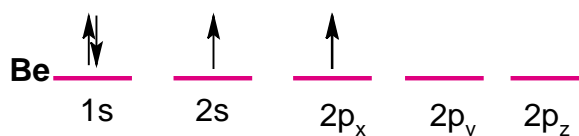
ნახაზი I-13. ბორანში მოლეკულური ორბიტალების წარმოქმნა sp^2 ჰიბრიდული ღრუბლისა და s-ორბიტალების გადაფარვით

1.13. sp ჰიბრიდიზაცია. ბერილიუმის ჰიდრიდის სტრუქტურა

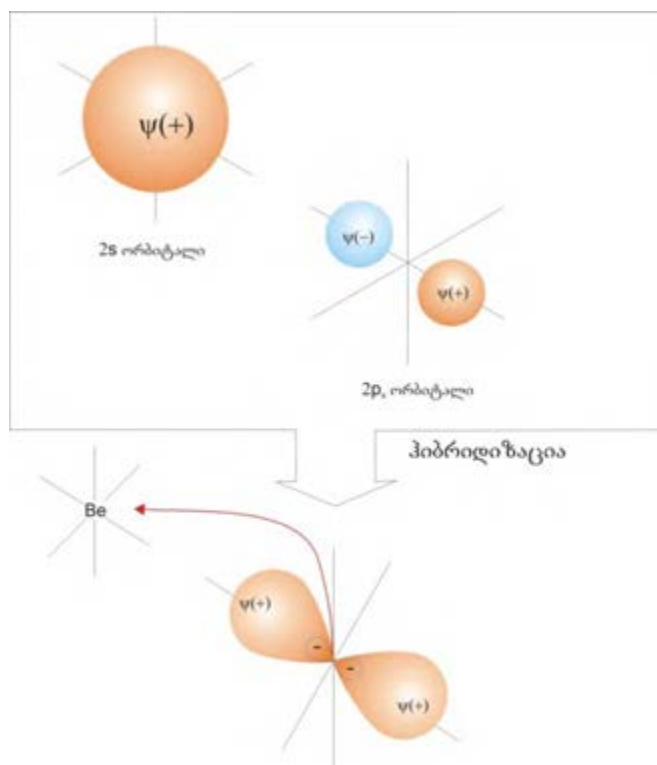
ბერილიუმის ჰიდრიდის მოლეკულის რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი აჩვენებს, რომ მისი მოლეკულა არის წრფივი – ბმებს შორის კუთხის მნიშვნელობაა 180°.



ბერილიუმის ატომის ელექტრონული კონფიგურაცია ძირითად მდგომარეობაში გამოისახება შემდეგი დიაგრამის საშუალებით:



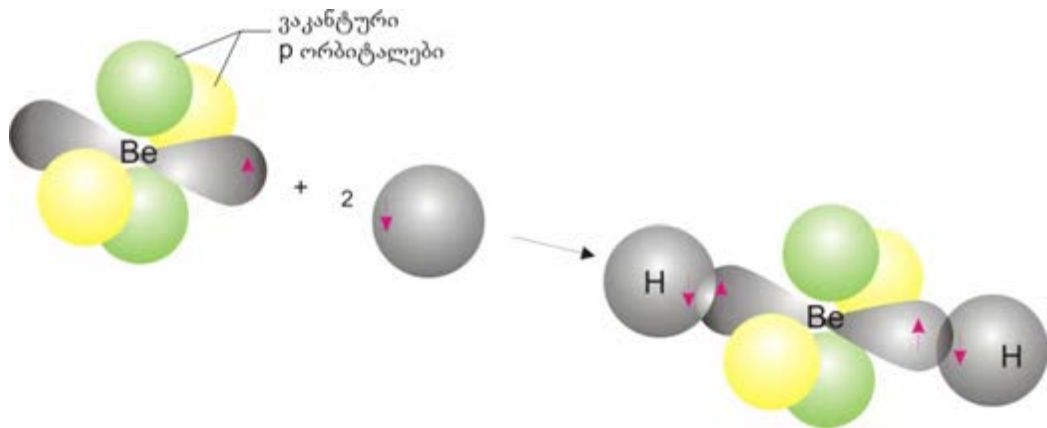
ვინაიდან ბერილიუმის ჰიდრიდის ფორმულაა BeH₂, ჩანს, რომ ბერილიუმი ორვალენტიანია. როგორც უკვე ვხვდებით, BeH₂-ის სტრუქტურის აღწერისათვის კვლავ საჭიროა ჰიბრიდიზაციის მცნების მოშველიება. ბერილიუმის ატომისათვის ჰიბრიდიზაციაში მონაწილეობას მიიღებს ერთი 2s და ერთი 2p ორბიტალი და მიიღება sp-ჰიბრიდული ორბიტალი (იხ. ნახაზი I-14.).



ნახაზი I-14. ერთი 2s და ერთი 2p ორბიტალის ჰიბრიდიზაცია და sp ჰიბრიდული ორბიტალის ფორმირება

Be-H ბმის წარმოქმნაში ადგილი ექნება ბერილიუმის ატომის sp-ორბიტალისა და წყალბადის ატომის 1s-ორბიტალის გადაფარვას.

დარჩენილი ორი ვაკანტური ორბიტალი კი დაიკავებს ერთმანეთის მიმართ პერპენდიკულარულ მდებარეობას (იხ. ნახაზი I-15.).

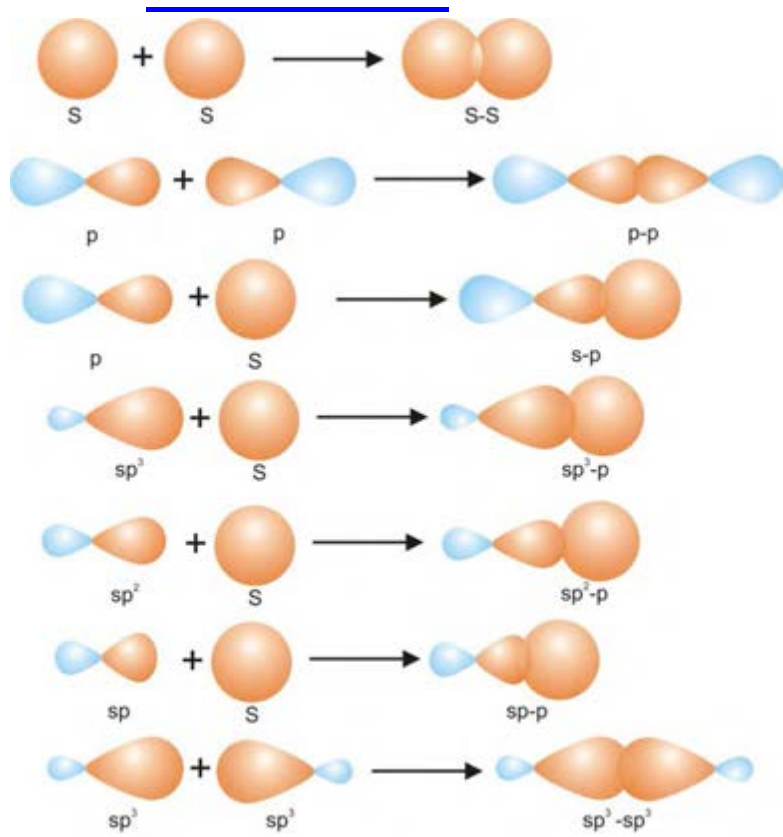


ნახაზი I-15. ბერილიუმის ჰიდრიდში მოლეკულური ორბიტალების წარმოქმნა sp ჰიბრიდული და s-ორბიტალების გადაფარვით

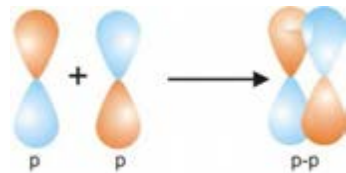
1.14. ეთიური ბმის ტიპები

ატომური ორბიტალების გადაფარვისას გადაფარვის ფორმის მიხედვით შეიძლება წარმოიქმნას ორი ტიპის კოვალენტური ბმა: σ - და π -ბმა. σ -ბმების წარმოქმნას აქვს ადგილი მაშინ, როდესაც ატომური ან ჰიბრიდული ორბიტალები გადაფარავენ ერთმანეთს მათი სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ (ნახაზი I-16.). p-ორბიტალები გეომეტრიული ფორმიდან გამომდინარე, შეუძლიათ აწარმოონ გვერდითი გადაფარვა. ამ დროს წარმოიქმნება ე.წ. π -ბმა (ნახაზი I-17.).

σ -ბმის ენერგია შედარებით მეტია π -ბმის ენერგიაზე და შესაბამისად უფრო მეტი სიმტკიცით გამოირჩევა.



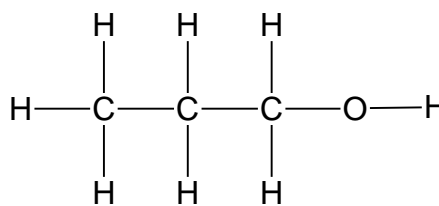
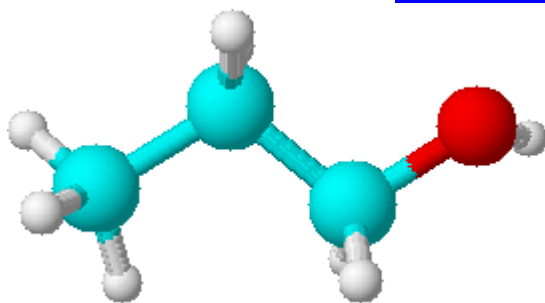
ნახაზი I-16. σ -ბმების წარმოქმნა სხვადასხვა ტიპის ატომური ორბიტალების გადაფარვით



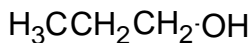
ნახაზი I-17. π -ბმის წარმოქმნა p-ორბიტალების გვერდითი გადაფარვით

1.15. სტრუქტურული ფორმულების გამოსახვის ფორმები

ორგანულ ქიმიაში მოლეკულების სტრუქტურული ფორმულების გამოსახვის სხვადასხვა მეთოდი არსებობს. ყველაზე გავრცელებული ფორმები მოცემულია ნახაზი I-18.-ზე. მართალია **ნერტილოვანი სტრუქტურები** აჩვენებენ მოლეკულაში შემავალი ატომების ყველა ელექტრონს, მაგრამ მათი გამოყენება ხშირად არაპრაქტიკულია. ამიტომ აღნიშნული ტიპის სტრუქტურებს გამოიყენებენ მხოლოდ კონკრეტულ შემთხვევებში (რეაქციის მექანიზმების, ტაუტომერული ფორმების, რეზონანსული სტრუქტურების დანერისას).

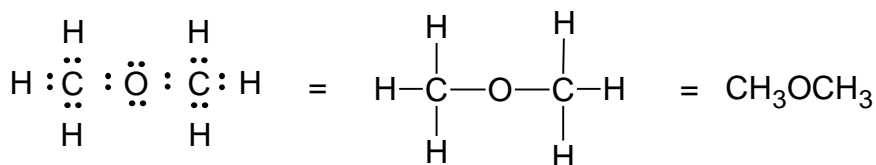


პუნქტირული ფორმულა



შემჭიდროვებული (კონდენსირებული) ფორმულა

ნახაზი I-18. პროპილის სპირტის სტრუქტურული ფორმულები



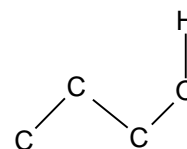
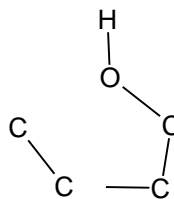
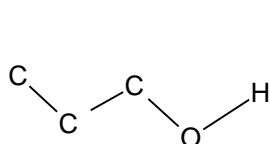
წერტილოვანი სტრუქტურა

ხაზოვანი სტრუქტურა

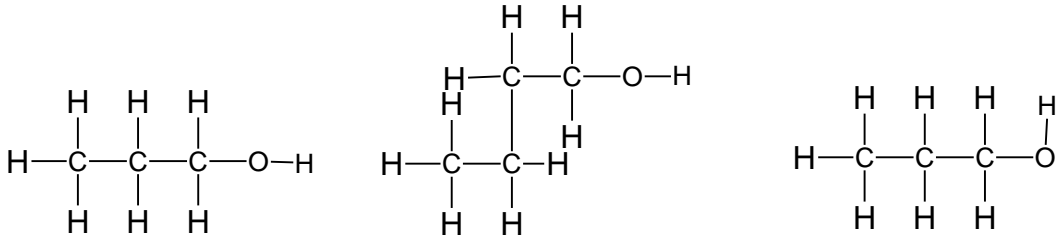
შემჭიდროვებული სტრუქტურა

1.15-A. კონფორმული სტრუქტურული ფორმულები

თუ დავაკვირდებით ნახაზი I-18.-ზე გამოსახულ პროპილის სპირტის სტრუქტურულ ფორმულებს, ვნახავთ, რომ ერთმანეთთან ერთმავალი ბმებით თანმიმდევრობით დაკავშირებულნი არიან C, C, C და O ატომი. ერთმავალი ბმის ბუნებიდან გამომდინარე, წარმოდგენილი სტრუქტურები შეიძლება კიდევ მრავალი ფორმით გამოისახოს, **ვინაიდან, ატომებს ერთმავალი ბმის გარშემო თავისუფლად შეუძლიათ შემობრუნება 360°-ით.** ამდენად, ძირითადი ჩონჩხი შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სტრუქტურებითაც:



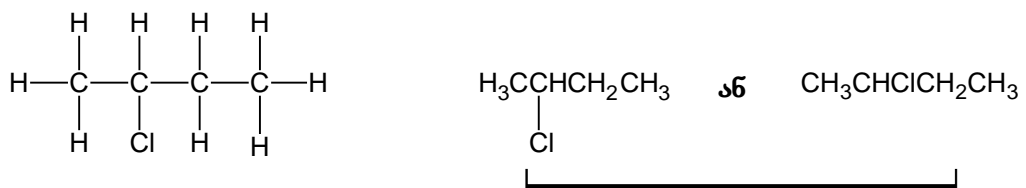
პუნქტირული სტრუქტურების გამოსახვისას მართალია ბმებს შორის კუთხის მნიშვნელობა ნებისმიერი შეიძლება იყოს (ამით სტრუქტურის ბუნება არ შეიცვლება), მაგრამ როგორც წესი, ცდილობენ ბმებს შორის კუთხე იყოს 90° ან 109.5° :



პროპილის სპირტის ეკვივალენტური სტრუქტურები

1.15-B. შეფიქვანებული (კონდენსირებული) სტრუქტურული ფორმულები

კონდენსირებული სტრუქტურული ფორმულების ჩანერა ხელით გაცილებით მოსახერხებელია, ვიდრე პუნქტირული სტრუქტურებისა, ვინაიდან ამ დროს არ მიეთითება C-H და ძირითადი ჩონჩხის C-C ბმები. ცხადია სტრუქტურის ჩანერა ასეთი გამარტივებული წესით მთელ რიგ შემთხვევებში მეტად პრაქტიკულია. მაგრამ კონდენსირებული სტრუქტურული ფორმულების ჩანერა-წაკითხვისას აუცილებლად უნდა გვახსოვდეს, რომ CH და CC ატომებს შორის ქიმიური კავშირებია!

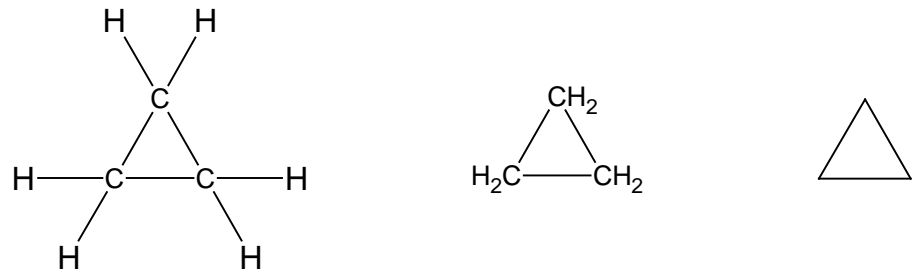


პუნქტირული სტრუქტურა

კონდენსირებული სტრუქტურა

1.15-C. ციკლური სტრუქტურული ფორმულები

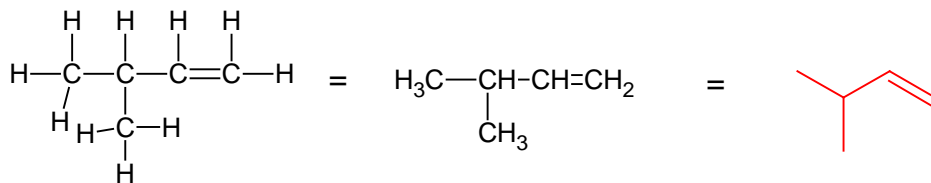
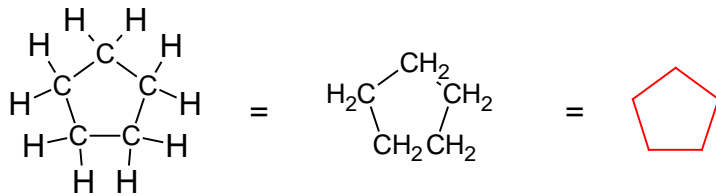
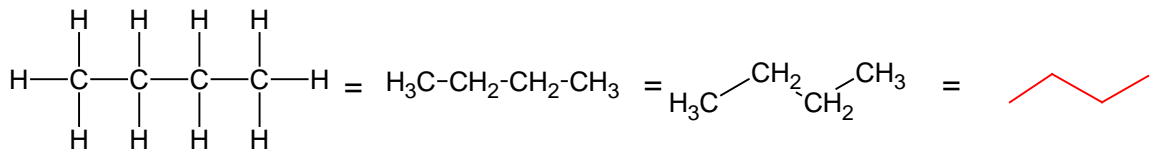
ორგანული ქიმიაში მრავალ ნაერთს აქვს ციკლური სტრუქტურა. ციკლური სტრუქტურების გამოსახვისათვის გამოიყენება ქვემოთ მოყვანილი ფორმულები. დიდი პოპულარობით სარგებლობს ციკლური სტრუქტურების გეომეტრიული ფიგურებით გამოსახვა.



ციკლური ნაერთის - ციკლოპროპანის სტრუქტურული ფორმულები

1.15-D. ხაზოვანი სტრუქტურული ფორმულები

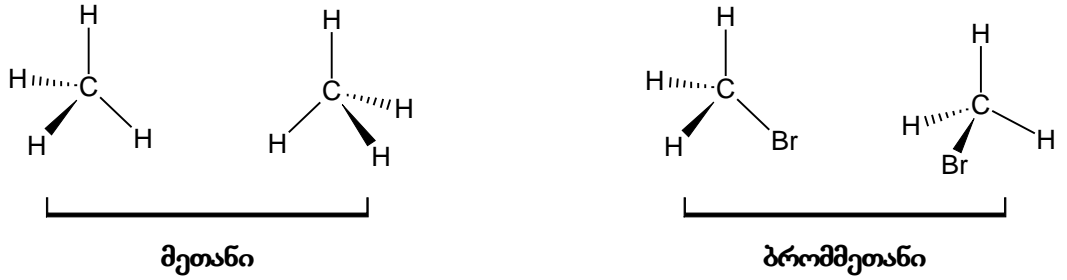
რაც დრო გადის, ქიმიკოსები ცდილობენ რაც შეიძლება მარტივი მეთოდებით გამოსახონ სტრუქტურები. დღეისათვის მიღებულია სტრუქტურების გამოსახვის ხაზოვანი მეთოდი. აღნიშნული მეთოდის თანახმად, ნახშირბადოვანი ჩონჩხის ნაცვლად გამოისახება ტეხილი. ტეხილის ყოველ წვეროში იგულისხმება ნახშირბადატომი საჭირო რაოდენობის წყალბადებით. თუ ჩონჩხში ჩანაცვლებულია ჰეტეროატომი (O, N, Cl, Br და ა.შ.) მაშინ მათი მითითება აუცილებელია. ასევე აუცილებელია ჰეტეროატომთან დაკავშირებული წყალბადის ჩვენებაც:



ხაზოვანი სტრუქტურული ფორმულები

1.15-E. სივრცითი სტრუქტურული ფორმულები

ზოგჯერ სტრუქტურების ჩანერისას აუცილებელია მოლეკულის სივრცითი აღნაგობის აღწერა. ამისათვის გამოიყენება ე.წ. სოლისებური ბმები. მუქი ფერის სოლისებური ბმა (—) მიუთითებს, რომ ჩამნაცვლებელი განთავსებულია სიბრტყიდან ზევით. დაშტრიხული სოლისებური ბმა (· · · · ·) აღნიშნავს სიბრტყის ქვევით მიმართულ ჩამნაცვლებელს, ხოლო სიბრტყეზე არსებული ბმები ჩვეულებრივად პუნქტირით გამოისახება (—).

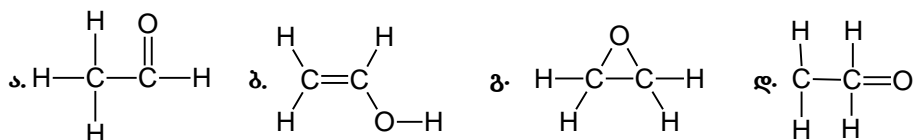


შეამოწმეთ საკუთარი ცოდნა

1. ჩამოაყალიბეთ ორგანული ქიმიის, როგორც მეცნიერების დამოუკიდებელი დარგის განსაზღვრება
2. ჩამოთვალეთ ორგანული ქიმიის ქვედარგები
3. ორგანული ქიმია მრეწველობის რომელ დარგებში გამოიყენება?
4. როდის ჩამოაყალიბდა ორგანული ქიმია დამოუკიდებელ დისციპლინად?
5. რას წარმოადგენს ვიტალისტური თეორია?
6. ჩამოაყალიბებთ ფრიდრიხ ვილჰელმ მიერ შარდოვანას სინთეზის როლი ორგანული ქიმიის განვითარებაში?
7. რას წარმოადგენს ემპირიული ფორმულა?
8. რას წარმოადგენს მოლეკულური ფორმულა?
9. ჩამოაყალიბეთ სტრუქტურული თეორია. გამოიყენეთ კონკრეტული მაგალითები.
10. ვინ დაუდო საფუძველი სტრუქტურულ თეორიას?
11. მიეცით განმარტება იზომერიას.
12. რა თავისებურებებით ხასიათდება ნახშირბადატომი?
13. ორგანულ მოლეკულებში რა ტიპის ნახშირბადატომების გვხვდება?
14. რა არის ქიმიური ბმა?
15. რა ტიპის ქიმიური ბმები არსებობს?
16. რას ეწოდება იონური ბმა?
17. რას ეწოდება კოვალენტური ბმა?
18. მოიყვანეთ იონური ბმის წარმოქმნის მაგალითი შემდეგი ნაერთებისათვის: HCl, NaBr, AlCl₃
19. რა არის ელექტროუარყოფითობა? რა როლს ასრულებს იგი ქიმიური ბმის წარმოქმნაში?
20. რას წარმოადგენს ლუისის სტრუქტურა?
21. რას ითვალისწინებს ოქტეტის წესი?
22. ჩამოაყალიბეთ ოქტეტური თეორიის დამსახურება ორგანული ნაერთების სტრუქტურების შედგენაში?
23. რა შემთხვევებისათვის არ შეიძლება ოქტეტური წესის გამოყენება? რა არის ამის მიზეზი?
24. რას წარმოადგენს ფორმალური მუხტი?
25. ჩამოაყალიბეთ, როგორ უნდა იქნას გამოთვლილი ელემენტის ფორმალური მუხტი.
26. რას წარმოადგენს რეზონანსის თეორია? როდის ვიყენებთ მას?
27. როგორ იწერება რეზონანსული სტრუქტურები?
28. როგორ გამოისახება რეზონანსული სტრუქტურები?
29. რა არის ელექტრონის ალბათური სიმკვრივე?
30. რას წარმოადგენს ატომური ორბიტალი?
31. რას წარმოადგენს მოლეკულური ორბიტალი?
32. როგორ მიიღება მოლეკულური ორბიტალი?
33. რას წარმოადგენს შემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალი?

34. რას წარმოადგენს არაშემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალი?
35. არაშემაკავშირებელ მოლეკულურ ორბიტალს ადრე ეწოდებოდა გამთიშველი ორბიტალი. ახლა ეს ტერმინი აღარ გამოიყენება. ახსენით მიზეზი.
36. ორგანულ ნაერთებში ნახშირბადატომი რატომ ამჟღავნებს ოთხ ვალენტობას.
37. მოიყვანეთ ნახშირბადატომის ელექტრონული კონფიგურაცია.
38. როგორც მიიღება sp^3 ჰიბრიდული ორბიტალი?
39. რა არის ელექტრონული ღრუბლის ჰიბრიდიზაცია?
40. როგორი აღნაგობა აქვს sp^3 ჰიბრიდული ნახშირბადატომს?
41. რამდენი არის კუთხის მნიშვნელობა sp^3 ჰიბრიდული ორბიტალებს შორის?
42. რამდენი არის კუთხის მნიშვნელობა sp^2 ჰიბრიდული ორბიტალებს შორის?
43. რამდენი არის კუთხის მნიშვნელობა sp ჰიბრიდული ორბიტალებს შორის?
44. როგორ წარმოიქმნება σ -ბმა
45. როგორ წარმოიქმნება π -ბმა
46. როგორ გამოისახება სტრუქტურები?

კუთხური დაძაბულობა - დაძაბულობა, რომელიც აღიძვრება მოლეკულაში ბმის კუთხის ნორმალური სიდიდიდან გადახრის (გაშლა ან შეკუმშვა) შემთხვევაში.



9. განსაზღვრეთ C-H ბმის კუთხე მეთილენის :CH₂ სინგლეტში (წყვილი ელექტრონი არის თავისუფალ ორბიტალზე).

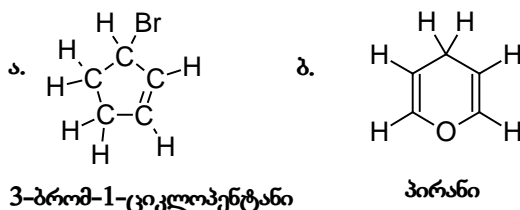
10. დაწერეთ (ან დახაზეთ) ნაერთი, რომელიც შეიცავს:

ა. ორ sp³ და sp ჰიბრიდულ ნახშირბადს

ბ. ერთ sp³ და ორ sp² ჰიბრიდულ ნახშირბადს

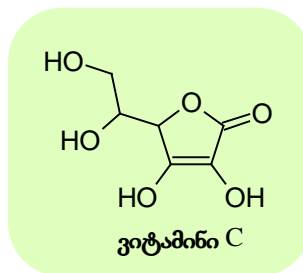
კატიონი - დადებითად დამუხტული ნაწილაკი

11. გამოსახეთ ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურების ჩონჩხი (მხოლოდ ხაზებით)



ანიონი - უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკი

12. მოცემულია C ვიტამინის ფორმულა:



ამ ფორმულის შესაბამისი მოლეკულური ფორმულაა

ა. C₅H₆O₆ ბ. C₇H₁₀O₆ გ. C₆H₆O₆ დ. C₆H₈O₆

თავი 2.

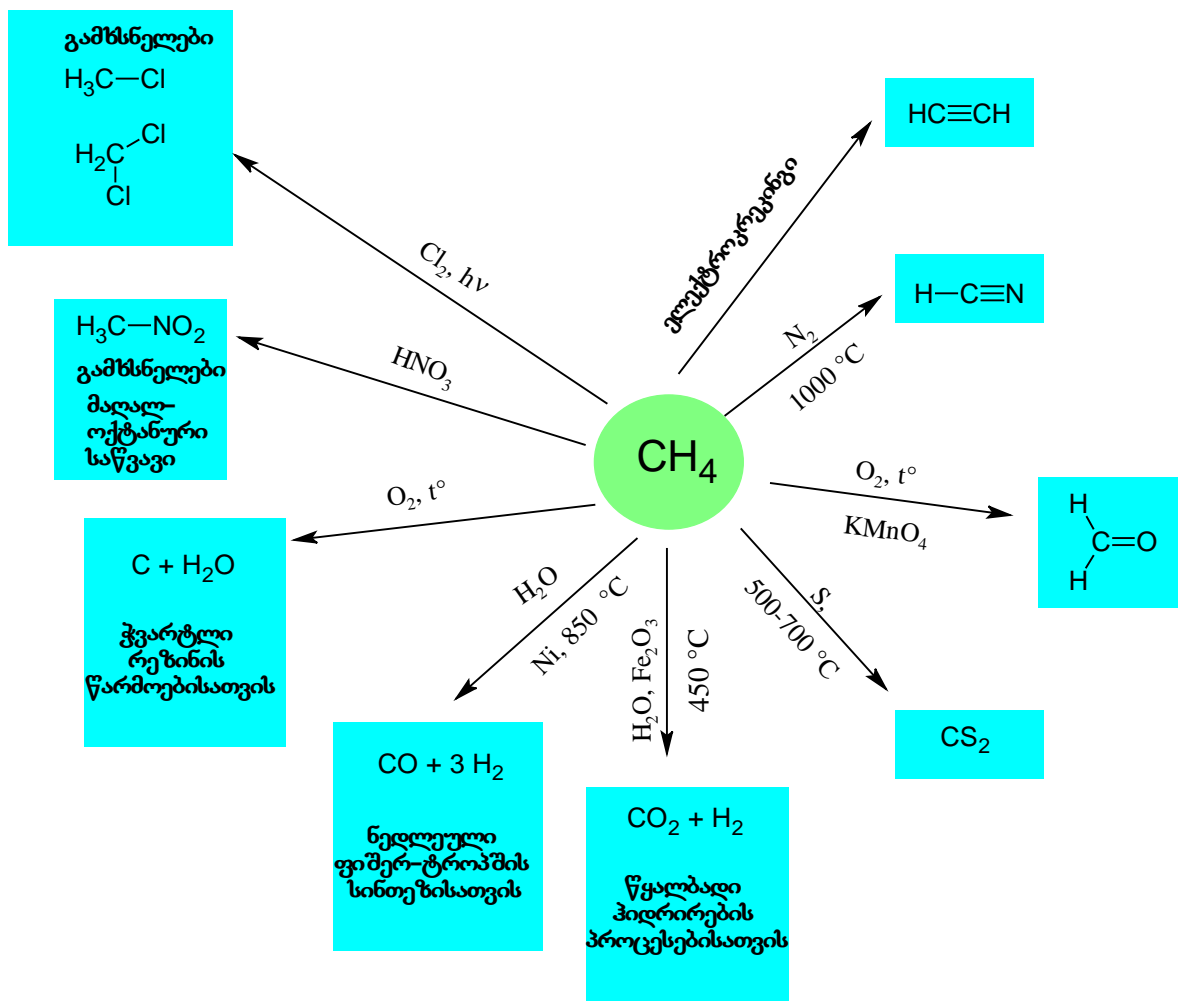
- ✓ ნატური ნახშირწყალბადები
- ✓ ალკანები

2.1. შესავალი

ალკანები ეწოდებათ ნატურ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n+2} , მოიცავენ მხოლოდ ერთმაგ ბმებსა და sp^3 -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომებს. ალკანების ისტორიული დასახელებაა პარაფინები (Parum Affinis - უმოქმედო).

2.1-A. გამოყენება

ალკანები ფართოდ გამოიყენება სანვავად. ქიმიურ მრეწველობაში იგი წარმოადგენს ძირითადი ორგანული სინთეზისა და ცილის მიკრობიოლოგიური სინთეზის ნედლეულს. ლაბორატორიული სამუშაოებისას მათ იყენებენ გამსხნელებად – ალკანები არიან კარგი არაპოლარული აპროტონული გამსხნელები. ალკანების გამოყენების არეალი მეთანის მაგალითზე ქვემოთ მოცემულია დიაგრამის სახით.



2.1-B. გავრცელება

ალკანების ძირითადი წყარო არის ნავთობი და ბუნებრივი აირი. ნავთობი თავის მხრივ წარმოადგენს ორგანული ნივთიერებების რთულ ნარევეს, რომელშიც დიდი წილი უკავიათ ალკანებს (არომატულ ნაერთებთან ერთად). ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ალკანები არიან მეთანი (CH₄) და ეთანი (C₂H₆). მეთანი წარმოადგენდა ჩვენი პლანეტის ადრეული ატმოსფეროს ერთ-ერთ ძირითად შემადგენელ კომპონენტს. მისი მცირე რაოდენობა დღესაც შეინიშნება დედამიწის ატმოსფეროში. ისეთი პლანეტების, რო-

გორიცაა სატურნი, იუპიტერი, ურანი და ნეპტუნი, ატმოსფეროს ძირითადი კომპონენტი დღესაც მეთანია. დღეისათვის მეთანი დედამიწაზე გვხვდება ძირითადად ბუნებრივი აირის საბადოების სახით, რომლითაც მდიდარია ისეთი ქვეყნები, როგორცაა ყაზახეთი და ირანი. საქართველოში მეთანის მცირე ტევადობის საბადოები არის სართიჭალისა და მირზაანის მიდამოებში. მეთანისა და ეთანის (ასევე დანარჩენი ალკანების) ძირითადი რაოდენობა წარმოქმნილია რამდენიმე ათასწლეულის წინ. დღეისათვის მათი მცირე რაოდენობით წარმოქმნა ატმოსფეროში არსებული ნახშირბადის დიოქსიდისა და წყალბადისაგან ხორციელდება ერთ-ერთი ყველაზე უძველესი მიკროორგანიზმების მიერ, რომელთაც *მეთანოგენებს* უწოდებენ. დადგენილია, რომ მეთანის წარმოქმნა ძირითადად მიმდინარეობს „უჟანგბადო“ არეში, ამიტომაც იგი ძირითადად გვხვდება დედამიწის ქერქის ქვეშ, ოკეანის ღრმულებში, ჭაობებში, ჩამდინარე ფეკალურ წყლებში და... მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის მუცელში.

ეთანი, როგორც წესი, მეთანთან ერთად მოიპოვება, მაგრამ უფრო მოკრძალებული რაოდენობით.

2.1-ც. ალკანების აღნაგობა

ალკანები მოიცავენ sp^3 -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომებს. ამიტომ, მათ მოლეკულებს აქვთ ტეტრაედრული აღნაგობა. მეთანის მოლეკულის აღნაგობას ჩვენ უკვე გავცანით sp^3 -ჰიბრიდიზაციის განხილვისას (იხ. თავი 1.11).

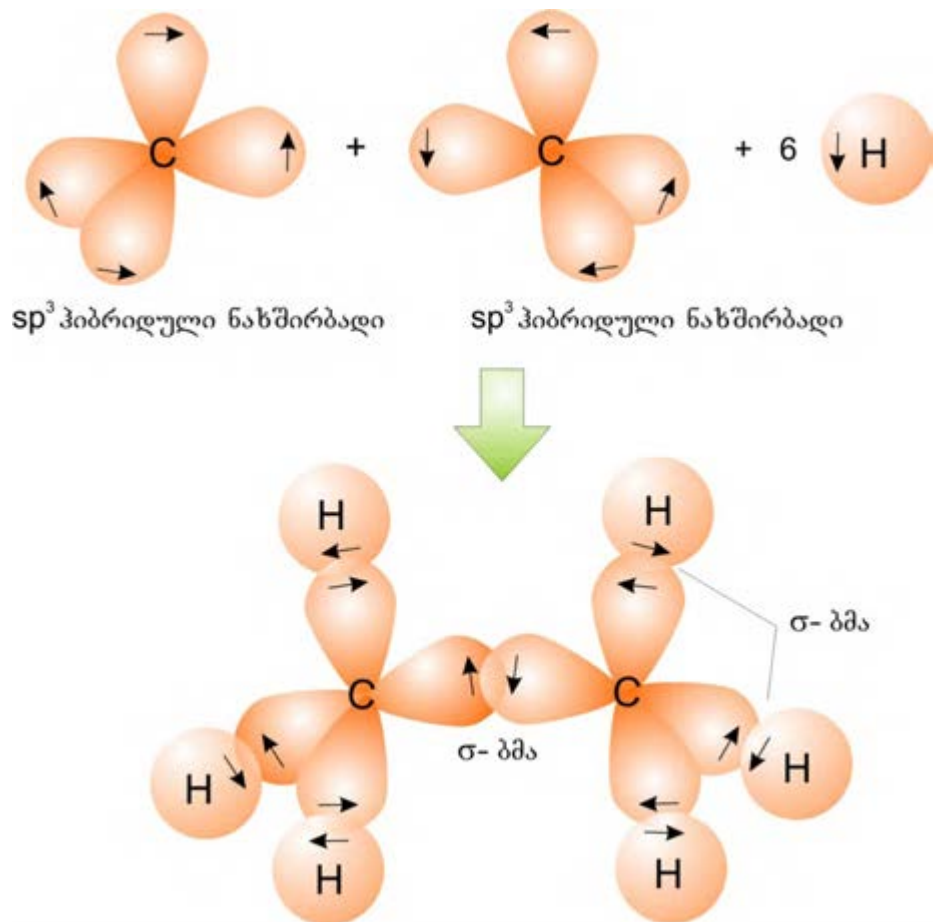
ეთანს აქვს მეთანის მსგავსი აღნაგობა. მასში ორი sp^3 -ჰიბრიდული ნახშირბადატომი დაკავშირებულია ერთმანეთთან σ -ბმით და წარმოადგენს წვეროთი დაკავშირებულ ორ ტეტრაედრს (ნახაზი 2-1).

ანალოგიური აღნაგობა ექნებათ უფრო მაღალი რიგის ალკანებს, რომელთა რამდენიმე წარმომადგენლის სამგანზომილებიანი მოდელი წარმოდგენილია ნახაზი 2-2-ზე.

ბუტანი და პენტანი წარმოადგენენ ალკანებს, რომელთაც ხშირად უწოდებენ „სწორხაზოვან“ ალკანებს. ერთი თვალის შევლელა მათ სამგანზომილებიან მოდელზე ნათელს ხდის, რომ მათი სტრუქტურა არის არა აბსოლუტურად სწორხაზოვანი, არამედ არის „ზიგზაგისებური“. ნახშირბადატომების არასწორხაზოვანი შეერთება განპირობებულია ალკანებში შემავალი ნახშირბადატომების ბუნებით. sp^3 -ჰიბრიდული ატომები ერთმანეთთან წარმოქმნიან 109.5° კუთხეს, რაც განაპირობებს „ნახშირბადოვანი ჩონჩხის ზიგზაგს“. აქედან გამომდინარე, ნახაზი 2-2-ზე მოცემული ალკანების უფრო სწორი დასახელება იქნება **განუშტოებელი** ალკანები. განუშტოებელია ალკანი, რომელშიც მოიცავს მხოლოდ პირველად და მეორეულ ნახშირბადატომებს, ანუ სხავარი ინტერპრეტაციით, არაკიდურა ნახშირბადატომები უკავშირდებიან მხოლოდ ორ ნახშირბადატომს. განუშტოებელი ალკანების დასახელებისას იყენებენ პრეფიქს – „ნორმალური“ (მაგალითად ნ-ბუტანი). თუმცა

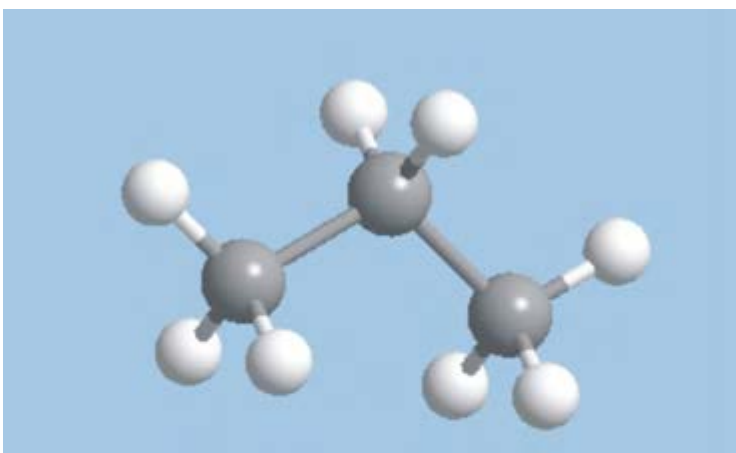
ასეთი ტერმინები ღღვისათვის უკვე მოძველებულია და უახლეს ლიტერატურაში ნაკლებად ვხვდებით.

იზოპრენი, იზოპრენი და ნეოპრენი წარმოადგენენ განმტოვებული ალკანების მაგალითს. როგორც უკვე ვხვდებით, ასეთ ალკანებში არაკიდურა ნახშირბადატომები უკავშირდებიან სამ ან ოთხ ნახშირბადატომს. განმტოვებული ალკანების სამგანზომილებიანი მოდელები წარმოადგენილია ნახაზი 2-3-ზე.

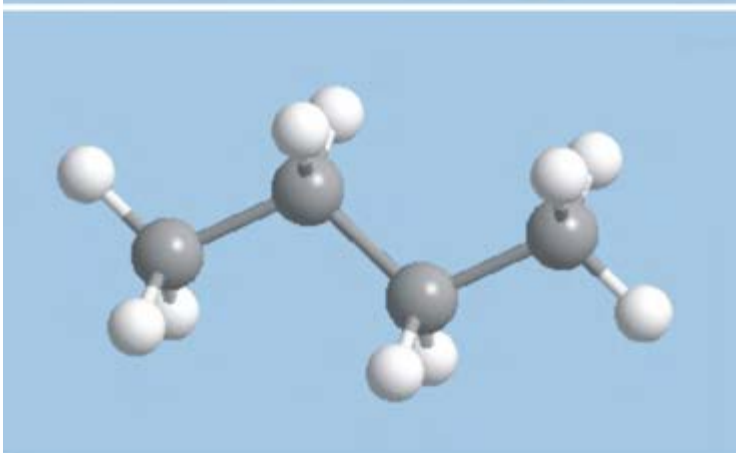


ნახაზი 2-1. ეთანის შემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალების წარმოქმნა ორი sp^3 -ჰიბრიდული ნახშირბადატომისა და ექვსი წყალბადატომის მონაწილეობით

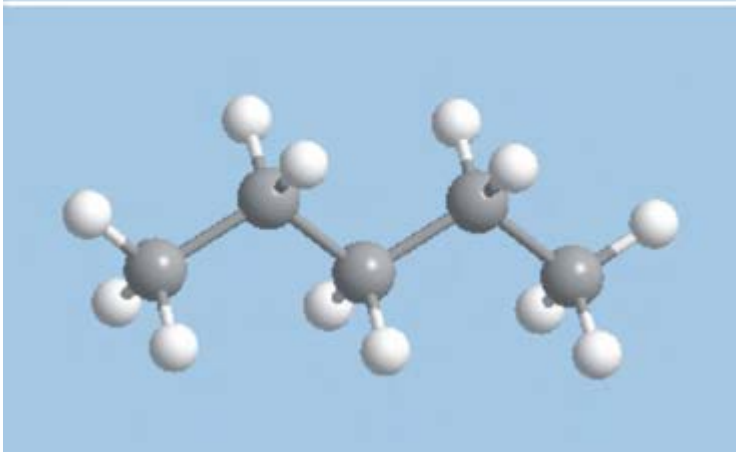
პროპან
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$



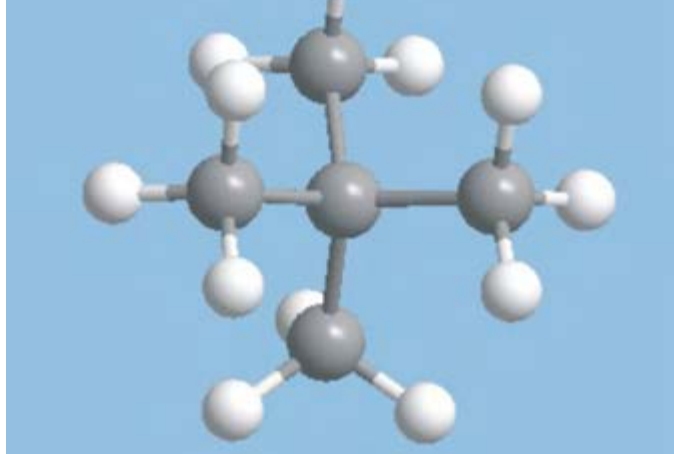
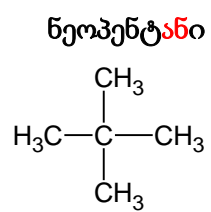
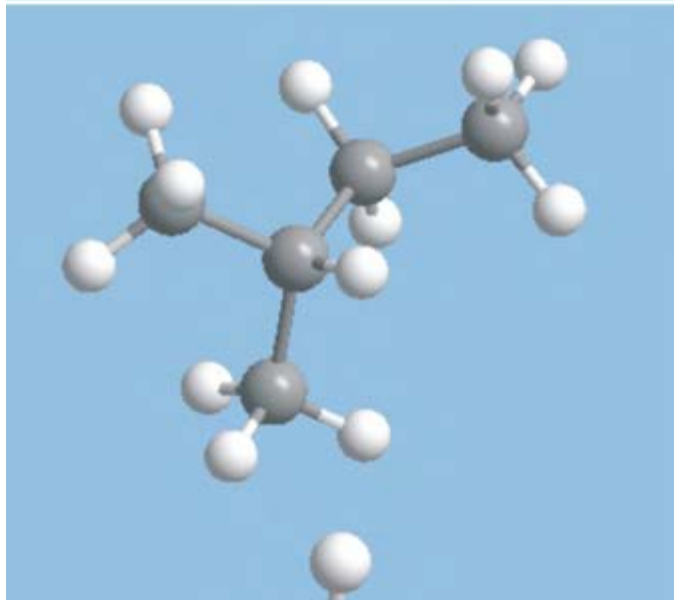
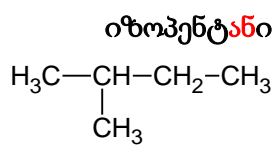
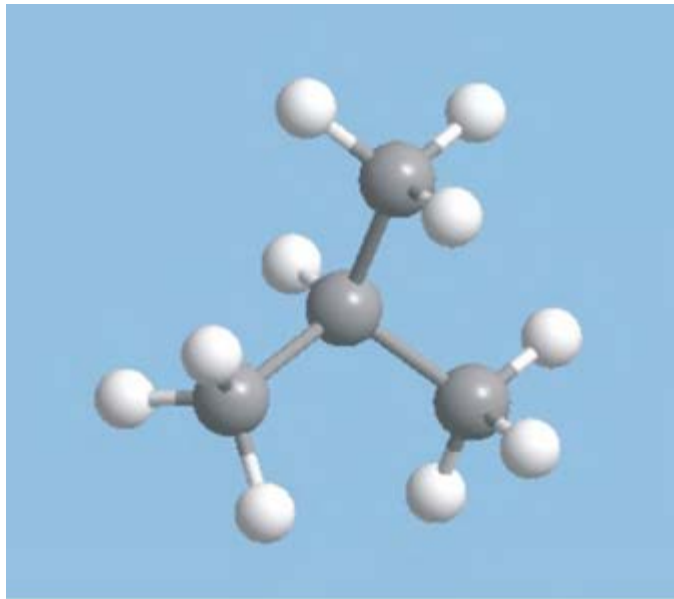
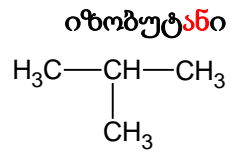
ბუტან
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$



პენტან
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

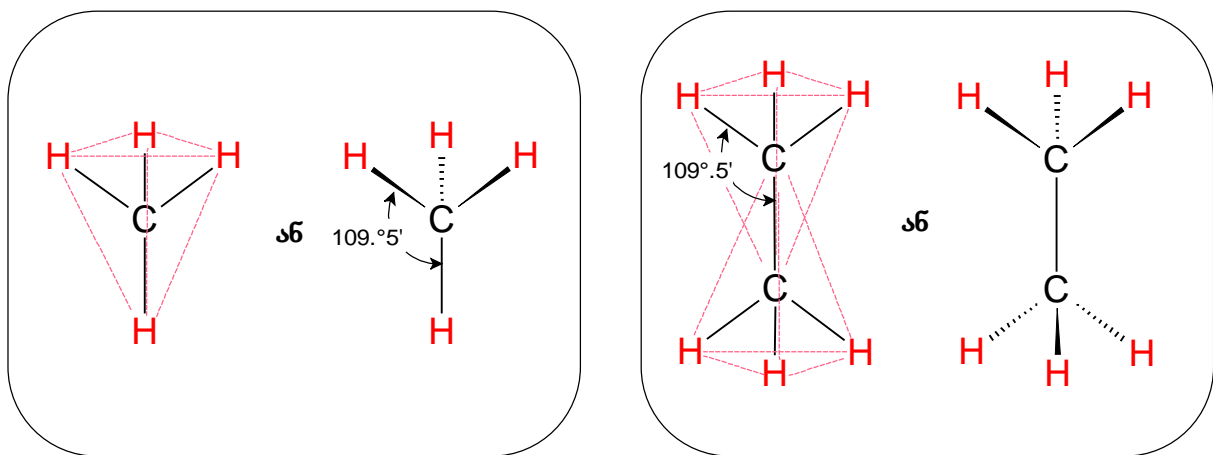


ნახაზი 2-2. უმარტივესი ალკანების ბურთულ-ღეროვანი მოდელები



ნახაზი 2-3. უმარტივესი განშტოებული ალკანების ბურთულ-ღეროვანი მოდელები

ალკანების სივრცული სტრუქტურული ფორმულების გამოსახვისათვის შესაძლებელია სოლისებური ბმების გამოყენება (იხ. ნახაზი 2-4). ყველა ბმას შორის შენარჩუნებულია 109.5° კუთხის მნიშვნელობა. ყურადღება მივაქციოთ ეთანში C-C ბმას. იგი, როგორც უკვე ვიცით, წარმოადგენს σ -ბმას, რომელიც წარმოქმნილია ორი sp^3 -ჰიბრიდული ღრუბლის გადაფარვით. მისი სიმეტრიის ღერძი გადის ბმის გასწვრივ. ამდენად, C-C ბმის გარშემო ბრუნვა დიდ ენერჯის დანახარჯს არ მოითხოვს.



ნახაზი 2-4. მეთანისა და ეთანის სტრუქტურული ფორმულები, გამოსახული სოლისებური ბმებით

2.1-D. იზომერია

ალკანებისათვის, რომელთა შედგენლობაში შედის 4- და მეტი ნახშირბადატომი, დამახასიათებელია ჩონჩხის (იგივე კონსტიტუციური) იზომერია. ზემოთ მოყვანილი სტრუქტურებიდან ბუტანი და იზობუტანი არიან კონსტიტუციური იზომერები. ასეთივე იზომერებს წარმოადგენენ პენტანი და იზოპენტანი.

კონსტიტუციური იზომერები განსხვავდებიან ფიზიკური თვისებებით. ეს განსხვავება ხშირად ძლიერ მცირეა, მაგრამ მათ როგორც წესი, აქვთ სხვადასხვა დუილისა და ლღობის ტემპერატურა. C_4H_{10} , C_5H_{12} და C_6H_{14} იზომერების ფიზიკური თვისებები მოყვანილია ცხრილი 2-1-ში.

კონსტიტუციური იზომერების რაოდენობა დამოკიდებულია ნაერთში ნახშირბადატომების რაოდენობაზე. ნახშირბადატომების რაოდენობის ზრდა იწვევს იზომერების რაოდენობის „აფეთქებით“ ზრდას. ამის სადემონსტრაციოდ ყურადღებით დააკვირდით ცხრილი 2-2-ში მოცემულ მონაცემებს.

ცხრილი 2-1. ბუტანის, პენტანისა და ჰექსანის იზომერების ფიზიკური კონსტანტები

მოლეკულური ფორმულა	სტრუქტურული ფორმულა	T _{ლღ} , °C	T _{დუღ} , °C	d ^a , გ/სმ ³	n _D ²⁰
C ₄ H ₁₀	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-138.3	-0.5	0.6012 ⁰	1.3543
C ₄ H ₁₀	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-159	-12	0.603 ⁰	1.3579
C ₅ H ₁₂	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-129.72	36	0.6262 ²⁰	1.3537
C ₅ H ₁₂	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-160	27.9	0.6197 ²⁰	1.3537
C ₅ H ₁₂	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-20	9.5	0.61350 ²⁰	1.3476
C ₆ H ₁₄	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-95	68	0.65937 ²⁰	1.3748
C ₆ H ₁₄	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-153.67	60.3	0.65 ³²²⁰	1.3714
C ₆ H ₁₄	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-118	63.3	0.6643 ²⁰	1.3765
C ₆ H ₁₄	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	-128.8	58	0.6616 ²⁰	1.3750
C ₆ H ₁₄	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-98	49.7	0.6492 ²⁰	1.3688

a – ხარისხის მაჩვენებლით მითითებულია ტემპერატურის მნიშვნელობა, რომელზეც განსაზღვრულია სიმკვრივე

ცხრილი 2-2. ალკანების იზომერების რაოდენობა

მოლეკულური ფორმულა	კონსტიტუციური იზომერების შესაძლო რაოდენობა
C ₄ H ₁₀	2
C ₅ H ₁₂	3
C ₆ H ₁₄	5
C ₇ H ₁₆	9
C ₈ H ₁₈	18
C ₉ H ₂₀	35
C ₁₀ H ₂₂	75
C ₁₅ H ₃₂	4,347
C ₂₀ H ₄₂	366,319
C ₃₀ H ₆₂	4,111,846,763
C ₄₀ H ₈₂	62,481,801,147,341

2.2. ალკანების ნომენკლატურა

ორგანული ნაერთების, მათ შორის ალკანების, სისტემატიზირებული დასახელება დასაბამს იღებს მე-19 საუკუნის ბოლო პერიოდიდან. უფრო ადრეულ პერიოდში ნაერთების დასახელების მინიჭებას აწარმოებდნენ არასისტემურად, ძირითადად ნაერთის გამოყოფის წყაროს მიხედვით (მაგალითად, ძმარმუჟა მომდინარეობს „ძმარიდან“).

ასეთ დასახელებებს დღეისათვის უწოდებენ „ტრივიალურ“ დასახელებებს. მრავალი მათგანი აღარ გამოიყენება, თუმცა რამდენიმე კვლავ შემორჩენილია.

ორგანული (და არამარტო ორგანული) ნაერთების დასახელებისათვის დღეისათვის მიღებულია ნაერთთა დასახელების სისტემატიზირებული მიდგომა, რომელიც შემუშავებული იქნა სუფთა და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი (International Union of Pure and Applied Compounds – IUPAC) მიერ. აღნიშნული კომისია 1892 წლიდან ატარებს რეგულარულ კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებს, სადაც დგინდება მრავალი საერთაშორისო კონცეფცია ქიმიაში, მათ შორის ნაერთების ნომენკლატურაში. IUPAC-ის ნომენკლატურის ძირითადი პრინციპი არის: **ყველა განსხვავებულ ნაერთს უნდა ჰქონდეს განსხვავებული დასახელება.**

IUPAC-ის მიხედვით ალკანების დასახელება არ არის რთული. განუშტოებელი ალკანების ჰომოლოგიური რიგის საწყისი წევრების

(მეთანი, ეთანი, პროპანი, ბუტანი) დასახელება ტრივიალურია. შემდგომი ალკანების დასახელებისათვის გამოიყენება რიცხვების ბერძნულ-ლათინური დასახელება. მაგალითად, ხუთი – **პენტა**, ექვსი – **ჰექსა**, შვიდი – **ჰეპტა**, და ა.შ. ალკანების დასახელების სუფიქსად მიღებულია „ან“ დაბოლოება. შესაბამისად, 6 ნახშირბად-ატომის შემცველი ალკანის დასახელება იქნება **ჰექსანი**.

ზოგიერთი განუშტოებელი ალკანის დასახელება მოცემულია ცხრილი 2-3-ში.

თუ ყურადღებით დავაკვირდებით მოყვანილი ალკანების სტრუქტურულ ფორმულებს, ვნახავთ, რომ ყოველი მომდევნო წევრი წინა წევრისაგან განსხვავდება $-CH_2-$ ჯგუფით.

ნაერთთა ისეთ რიგს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ ერთი ან რამდენიმე $-CH_2-$ ჯგუფით, ეწოდებათ **ჰომოლოგიური რიგი**, ხოლო რიგის თითოეულ წევრს ეწოდება **ჰომოლოგი**, ხოლო $-CH_2-$ ჯგუფს კი – **ჰომოლოგიური სხვაობა**.

2.2-A. განუშტოებელი ალკილური ჯგუფების ნომენკლატურა

ალკანის მოლეკულას თუ ჩამოვაცილებთ ერთ წყალბადის ატომს, მიიღება მოლეკულის ფრაგმენტი, რომელსაც **ალკილის ჯგუფი** ეწოდება. ალკილის ჯგუფის დაბოლოება არის „ილ“:

ალკანი	⇒	ალკილის ჯგუფი	აბრევიატურა
CH_3-H მეთანი	⇒	CH_3- მეთილი	Me-
CH_3-CH_2-H ეთანი	⇒	CH_3-CH_2- ეთილი	Et-
$CH_3-CH_2-CH_2-H$ პროპანი	⇒	$CH_3-CH_2-CH_2-$ პროპილი	Pr-
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-H$ ბუტანი	⇒	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$ ბუტილი	Bu-

ცხრილი 2-3. განუშტოებელი ალკანები

დასახელება	ნახშირბად-ატომების რაოდენობა	სტრუქტურა	დასახელება	ნახშირბად-ატომების რაოდენობა	სტრუქტურა
მეთანი	1	CH_4	ჰეპტადეკანი	17	$CH_3(CH_2)_{15}CH_3$
ეთანი	2	CH_3CH_3	ოქტადეკანი	18	$CH_3(CH_2)_{16}CH_3$
პროპანი	3	$CH_3CH_2CH_3$	ნონადეკანი	19	$CH_3(CH_2)_{17}CH_3$
ბუტანი	4	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	ეიკოზანი	20	$CH_3(CH_2)_{19}CH_3$
პენტანი	5	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	ჰენეიკოზანი	21	$CH_3(CH_2)_{20}CH_3$

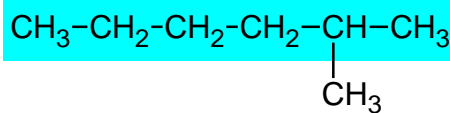
დასახელება	ნახშირბად- ატომების რაოდენობა	სტრუქტურა	დასახელება	ნახშირბად- ატომების რაოდენობა	სტრუქტურა
ჰექსანი	6	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	დოკოზანი	22	CH ₃ (CH ₂) ₂₁ CH ₃
ჰეპტანი	7	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	ტრიკოზანი	23	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ CH ₃
ოქტანი	8	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	ტრიაკონტანი	30	CH ₃ (CH ₂) ₂₈ CH ₃
ნონანი	9	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	ჰენტრიკონტანი	31	CH ₃ (CH ₂) ₂₉ CH ₃
დეკანი	10	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	ტეტრაკონტანი	40	CH ₃ (CH ₂) ₃₈ CH ₃
უნდეკანი	11	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃	ჰენტაკონტანი	50	CH ₃ (CH ₂) ₄₈ CH ₃
დოდეკანი	12	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃	ჰექსაკონტანი	60	CH ₃ (CH ₂) ₅₈ CH ₃
ტრიდეკანი	13	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₃	ჰეპტაკონტანი	70	CH ₃ (CH ₂) ₆₈ CH ₃
ტეტრადეკანი	14	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CH ₃	ოქტაკონტანი	80	CH ₃ (CH ₂) ₇₈ CH ₃
ჰენტადეკანი	15	CH ₃ (CH ₂) ₁₃ CH ₃	ნონაკონტანი	90	CH ₃ (CH ₂) ₈₈ CH ₃
ჰექსადეკანი	16	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CH ₃	ჰექტანი	100	CH ₃ (CH ₂) ₉₈ CH ₃

2.2-B. მანუშობული ალკანების ნომენკლატურა

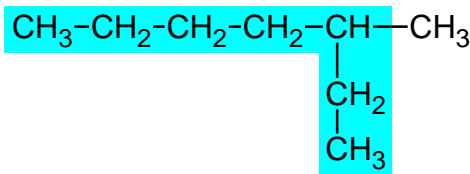
განმტოებული ალკანების დასახელებისას დაცული უნდა იქნას შემდეგი პრინციპები თანმიმდევრულად:

1. მოიძებნოს ყველაზე გრძელი ნახშირბადოვანი ჩონჩხი. აღნიშნული ჩონჩხი განაპირობებს ალკანის ძირითად დასახელებას.

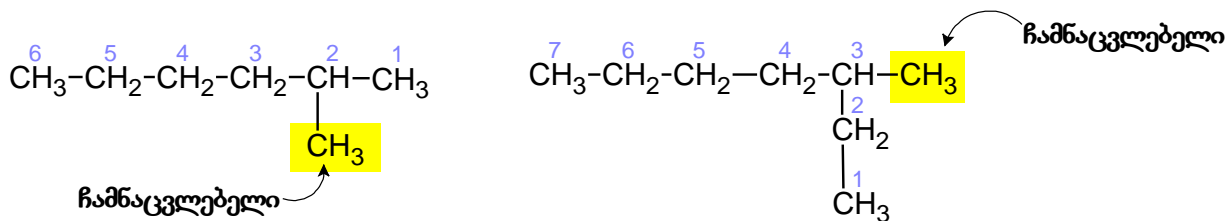
ქვემოთ მოყვანილი C₇H₁₆ ნაერთის ძირითადი დასახელება იქნება *ჰექსანი* (უფრო სწორად, განიხილება როგორც ჰექსანის ნაწარმი), ვინაიდან იგი გრძელ განუშტოებელ ჩონჩხში მოიცავს ექვს ნახშირბადატომს.



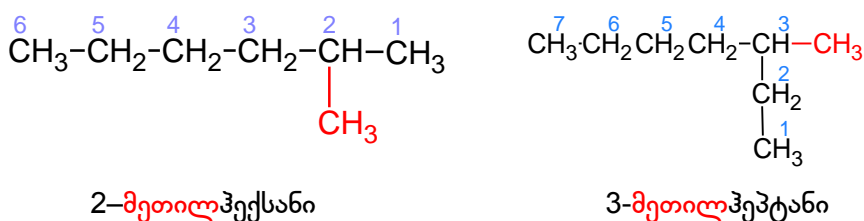
განუშტოებელი ჩონჩხის მოძებნისას შეიძლება აუცილებელი გახდეს ზიგზაგისებური გადაადგილება. მაგალითად, მოცემული სტრუქტურა, განიხილება, როგორც *ჰეპტანის* ნაწარმი, თუმცა სწოხაზობრივად მხოლოდ ექვსი ნახშირბადატომია დაკავშირებული:



2. დაინომროს გრძელი ნახშირბადოვანი ჩონჩხი, იმ ბოლოდან, საიდანაც ახლოს არის ჩამნაცვლებელი:

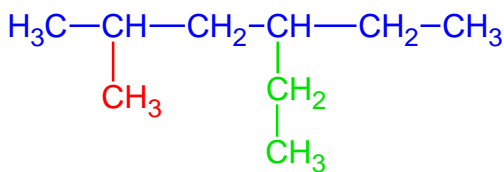


3. დასახელდეს ჩამნაცვლებლები ადგილმდებარეობის მითითებით. ნაერთის დასახელებისას ჯერ იწერება ჩამნაცვლებლები შესაბამისი ადგილმდებარეობის მითითებით, ხოლო ბოლოს სახელდება ძირითადი ჩონჩხი. ჩამნაცვლებლების ძირითად ჩონჩხში ჩანაცვლების ადგილმდებარეობის მითითება წარმოებს არაბული ციფრებით. ტექსტიდან ციფრების გამოყოფა წარმოებს დეფიზით.



4. როდესაც ორი ან მეტი ჩამნაცვლებელია ჩანაცვლებული ძირითად ჩონჩხში, უნდა დასახელდეს ყველა ჩამნაცვლებელი შესაბამისი ადგილმდებარეობის მითითებით.

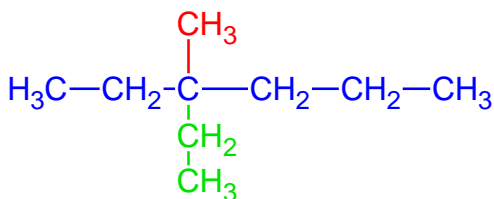
მაგალითად, მოყვანილი ნაერთის დასახელებაა 4-ეთილ-2-მეთილჰექსანი:



4-ეთილ-2-მეთილჰექსანი

ჩამნაცვლებლები უნდა ჩამოითვალოს ანბანის მიხედვით ენის სპეციფიკის გათვალისწინებით. **ჩამნაცვლებლების ჩამოთვლისას ყურადღება არ მიექცევა პრეფიქსებს: დი-, ტრი-, ბის- და ა.შ.**

5. როდესაც ორი ჩამნაცვლებელი არის ჩანაცვლებული ერთიდაიგივე ნახშირბადატომთან, ციფრის მითითება წარმოებს ორჯერ.

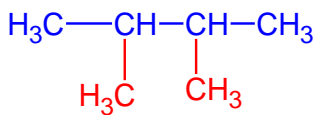


3-ეთილ-3-მეთილჰექსანი

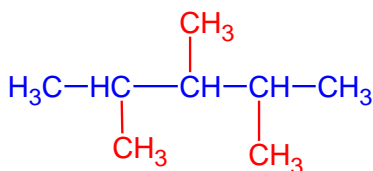
ქართულ და ინგლისურ ენაში ეთილის (ethyl) ჯგუფის დასახელება წინ უსწრებს მეთილის (methyl) ჯგუფის დასახელებას. რუსულ ენაში კი პირიქით – მეთილი (метил) უსწრებს ეთილს (этил).

5. როდესაც ძირითად ჩონჩხში ჩანაცვლებულია ორი ან მეტი ერთნაირი ჩამნაცვლებელი, ჯგუფის მითითება წარმოებს ერთხელ. ჩანაცვლებული ჯგუფების რაოდენობის აღნიშვნა კი წარმოებს პრეფიქსებით: დი-, ტრი-, ტეტრა-, პენტა-, ჰექსა და ა.შ.

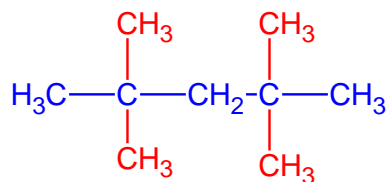
თითოეული ჩამნაცვლებლისათვის მიეთითება საკუთარი ნომერი. ერთად დაწერილი ციფრები ერთმანეთისაგან გამოიყოფა მძიმით –



2,3-დიმეთილბუტანი

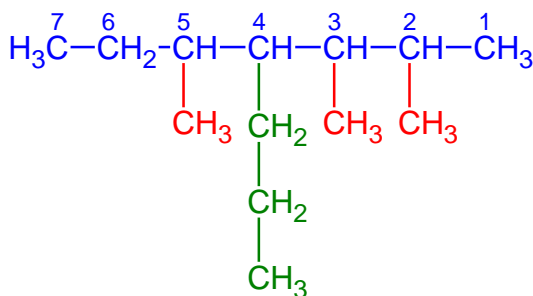


2,3,4-ტრიმეთილპენტანი



2,2,4,4-ტეტრამეთილპენტანი

6. როდესაც ნაერთში შესაძლებელია ორი თანაბარი სიგრძის ჩამნაცვლებლის მოძიება, ძირითად ჩონჩხად შეირჩევა ნახშირბადატომების ის თანმიმდევრობა, რომელიც უფრო მეტი რაოდენობის ჩამნაცვლებელს შეიცავს.

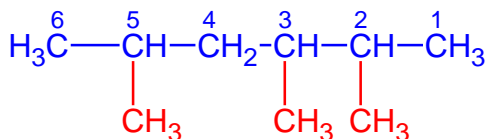


2,3,5-ტრიმეთილ-4-პროპილჰექსანი
(თხი ჩამნაცვლებელი)

(არასწორია 4-მეორეული ბუტილ-2,3-დიმეთილჰექსანი)
(სამი ჩამნაცვლებელი)

იზო ბერძნული
სიტყვაა და ნიშნავს
„განსხვავებულს“

7. როდესაც განუტოება ორივე მხრიდან თანაბარ მანძილზეა დაშორებული, ნუმერაცია წარმოებს ისე, რომ ციფრების ჯამი იყოს მინიმალური:



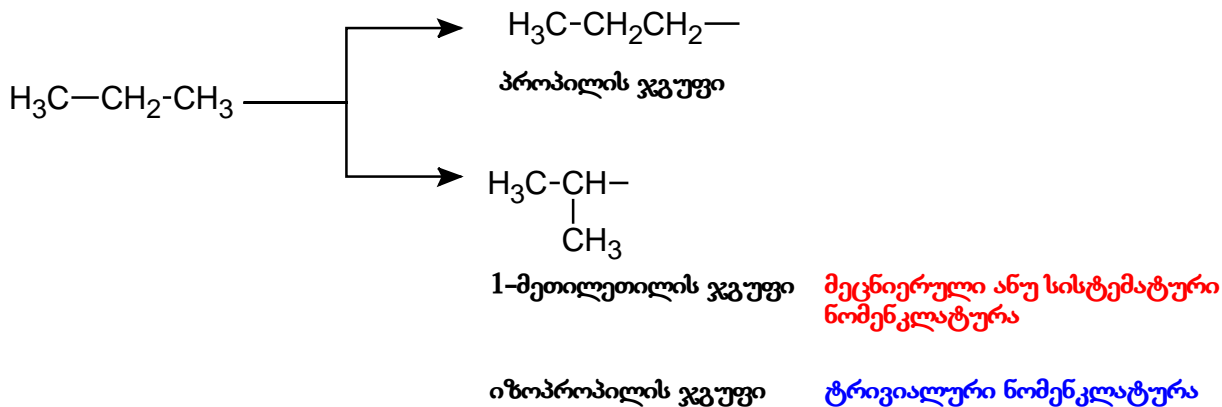
2,3,5-ტრიმეთილჰექსანი
(არასწორია 2,4,5-ტრიმეთილჰექსანი)

2.2-C. მანუშოებული ალკილური ჯგუფების ნომენკატურა

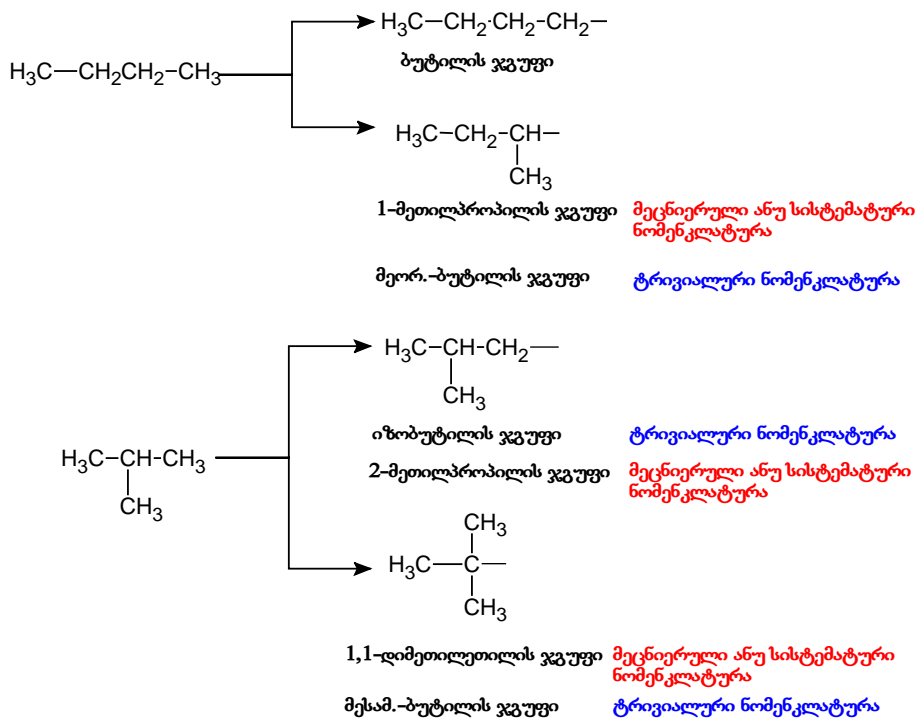
ჩვენ უკვე განვიხილეთ განუშტოებული ალკილის ჯგუფების ნომენკატურა (იხ. გვ. 54). მოყვანილი ალკილის ჯგუფები მიღებულია შესაბამისი ალკანიდან ტერმინალური (განაპირა) წყალბადატომის

მოხლეჩით. როგორი ალკილური ჯგუფები მიიღება არაგანაპირა წყალბადატომების მოხლეჩით? უმარტივეს მაგალითს წარმოადგენს პროპანის მოლეკულა. პროპანის მოლეკულაში პროტონის მოხლეჩა შესაძლებელია როგორც „განაპირა“, ისე „ცენტრალური“ ნახშირბადატომებიდან. შედეგად მიიღება ორი სხვადასხვაგვარი (იზომერული) ალკილის ჯგუფი:

სამი ნახშირბადის შემცველი ალკილის ჯგუფები



ოთხი ნახშირბადის შემცველი ალკილის ჯგუფები მიიღება ბუტანიდან და იზობუტანიდან.

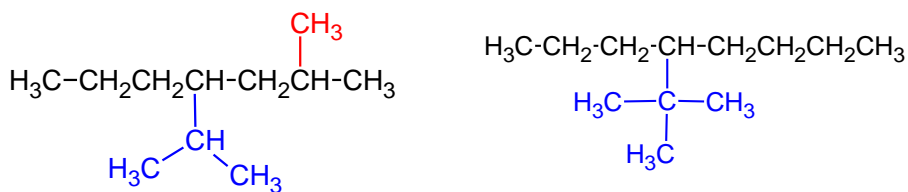


სისტემატური ნომენკლატურა საფუძვლად დაედო IUPAC-ის ნომენკლატურას. სისტემატური ნომენკლატურის თანახმად,

* იზობუტანი არის 2-მეთილპროპანის ტრივიალური დასახელება, რომელიც IUPAC-ის მიერ არის აღიარებული

ალკილის ჯგუფები ისევე სახელდება, როგორც თვით ალკანები, მხოლოდ ნუმერაცია იწყება იმ ნახშირბადატომიდან, რომლითაც იგი არის დაკავშირებული ძირითად ჩონხთან.

ქვემოთ მოყვანილი მაგალითების საშუალებით, შეგვიძლია ვნახოთ, როგორ სახელდება ამ ალკილური ჯგუფების შემცველი ნაერთები:

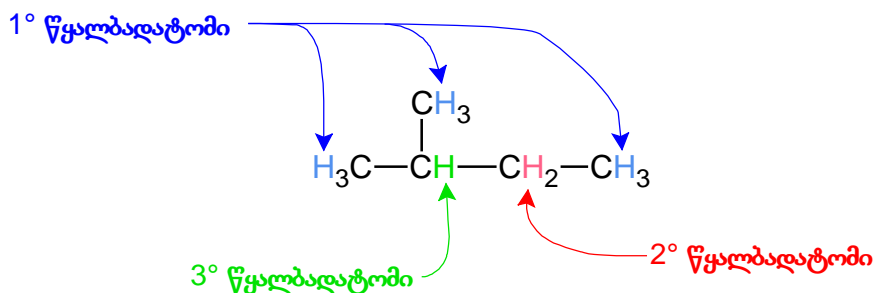


- | | |
|--|--|
| 4-(1-მეთილეთილ)-2-მეთილჰექსანი
ან
4-იზოპროპილ-2-მეთილჰექსანი | 4-(1,1-დიმეთილეთილ)ოქტანი
ან
4-(მესამ-ბუტილ)ოქტანი |
|--|--|

ალკილის ჯგუფების ტრივიალური დასახელებები: **იზოპროპილი**, **იზობუტილი**, **მესამ-ბუტილი**, **მეოთხ-ბუტილი**, **მეორ-ბუტილი** და **ნეოპენტილი** აღიარებულია IUPAC-ის ნომენკლატურის მიერ, რაც ძლიერ ამარტივებს ნაერთების დასახელებას. „იზოპროპილი“, „იზობუტილი“ და „ნეოპენტილი“ იწერება ერთად, ხოლო პრეფიქსები „მეორ.“, „მესამ.“ და „მეოთხ.“ ტექსტიდან გამოიყოფა დეფიზით. ამასთანავე, გასათვალისწინებელია, რომ ალკილური ჯგუფების ჩამოთვლაში „იზოპროპილი“ და „იზობუტილი“ დასახელება პროპილისა და ბუტილის (მათ შორის, მეორ-ბუტილის, მესამ-ბუტილის, მეოთხ-ბუტილის) ჯგუფის წინ.

2.2-D. წყალბადატომების კლასიფიკაცია

ალკანებში შემავალ წყალბადატომებს ანსხვავებენ იმისდა მიხედვით, თუ რა ტიპის ნახშირბადატომთან არის ჩანაცვლებული. აქედან გამომდინარე, არჩევენ პირველად (1°), მეორეულ (2°) და მესამეულ (3°) წყალბადატომებს.



ყველა ალკანი აუცილებლად შეიცავს პირველად წყალბადატომს. მეორეული და მესამეული წყალბადატომების არსებობა კი დამოკიდებულია ალკანის გვარობაზე და აღნაგობაზე.

2.3. ალკანების ფიზიკური თვისებები

ოთახის ტემპერატურაზე (25°C) ალკანების ჰომოლოგიური მწკრივის პირველი ხუთი წარმომადგენელი არის აირადი ნივთიერება, C₅-C₁₇ განუშტოებელი ალკანები არიან თხევადი ნაერთები, ხოლო ალკანები 18 და უფრო მეტი ნახშირბადის ატომის შემცველობით წარმოადგენენ მყარ ნაერთებს.

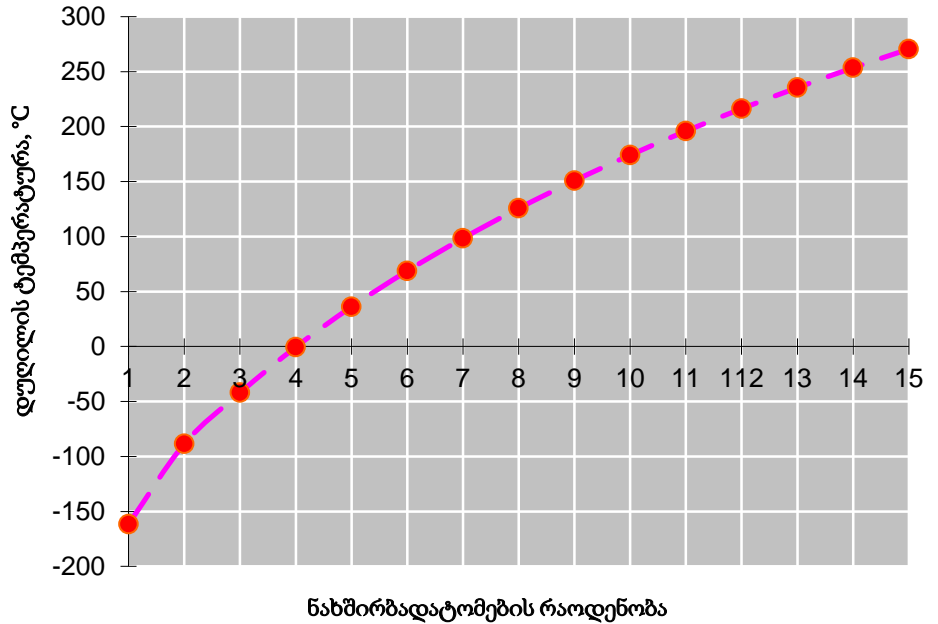
დუღილის ტემპერატურა. განუშტოებელი ალკანების დუღილის ტემპერატურა პერმანენტულად იზრდება მოლეკულური მასის ზრდასთან ერთად. განუშტოებელ ალკანებს განუშტოებელ ალკანებთან შედარებით დაბალი დუღილის ტემპერატურა აქვთ. მაგალითად, ჰექსანის დუღილის ტემპერატურა არის 68°C, ხოლო იგივე მოლეკულური მასის მქონე 2-მეთილპენტანის და 3-მეთილპენტანის კი – 60.3°C და 63.3°C შესაბამისად. ალკანი რაც უფრო მეტად არის განუშტოებელი, მით უფრო დაბალ ტემპერატურაზე დუღს. 2,3-დიმეთილბუტანის დუღილის ტემპერატურაა 58°C, ხოლო 2,2-დიმეთილბუტანის კი – 49.7°C.

ცხრილი 2-4. განუშტოებელი ალკანების ფიზიკური თვისებები

ნახშირბად-ატომების რაოდენობა	დასახელება	დუღილის ტემპერატურა, °C (1 ატმ)	ლღობის ტემპერატურა, °C	სიმკვრივე, გ/სმ ³
1	მეთანი	-161.5	-182	
2	ეთანი	-88.6	-183	
3	პროპანი	-42.1	-188	
4	ბუტანი	-0.5	-138	
5	პენტანი	36.1	-130	0.626
6	ჰექსანი	68.7	-95	0.659
7	ჰეპტანი	98.4	-91	0.684
8	ოქტანი	125.7	-57	0.703
9	ნონანი	150.8	-54	0.718
10	დეკანი	174.1	-30	0.730
11	უნდეკანი	195.9	-26	0.740
12	დოდეკანი	216.3	-10	0.749
13	ტრიდეკანი	235.4	-5.5	0.756
14	ტეტრადეკანი	253.5	6	0.763
15	პენტადეკანი	270.5	10	0.769
16	ჰექსადეკანი	287	18	0.773
17	ჰეპტადეკანი	303	22	0.778
18	ოქტადეკანი	316.7	28	0.777
19	ნონადეკანი	330	32	0.777
20	ეიკოზანი	343	36.8	0.789

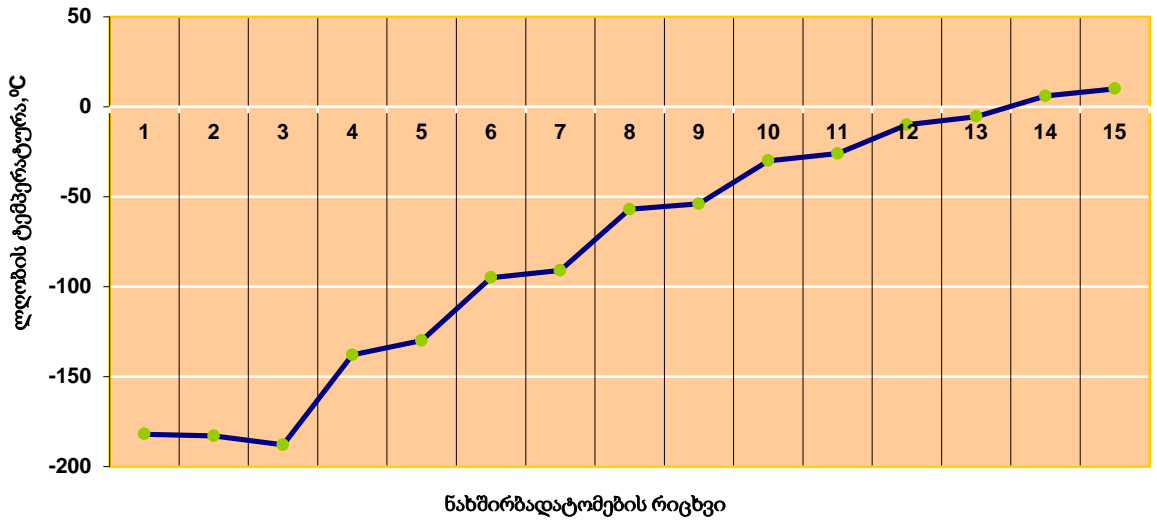
ალკანების დუღილის ტემპერატურის დამოკიდებულება მოლეკულურ მასაზე ნაწილობრივ განპირობებულია ვან დერ ვალსის ძალებით. განუშტოებელი ალკანების მოლეკულები

ერთმანეთის მიმართ უფრო ახლოს არიან განლაგებულნი და შესაბამისად მათ შორის აღძრული ვან დერ ვაალსის ძალაც მეტია განუტოებელ ალკანებთან შედარებით. რაც უფრო მეტია ვან დერ ვაალსის ძალა, მოლეკულები მიც უფრო უკეთ „ეჭიდებიან“ ერთმანეთს და შესაბამისად მეტ ენერგიას მოითხოვენ ერთმანეთისგან დასაცალკევებლად (ადუღებისათვის).



ნახაზი 2-5. განუტოებელი ალკანების დუღილის ტემპერატურა

ღვობის ტემპერატურა. განუტოებელი ალკანების მოლეკულური მასის ზრდა არ იწვევს ღვობის ტემპერატურის თანმიმდევრულ გაზრდას, როგორც ამას ადგილი აქვს დუღილის ტემპერატურისას. პროპანის ღვობის ტემპერატურა არის -188° , ხოლო უფრო ნაკლები მოლეკულური მასის მქონე ეთანის კი -183°C (იხ.ნახაზი 2-6).



ნახაზი 2-6. განუშტოებელი ალკანების ლღობის ტემპერატურა

სიმკვრივე. ალკანები ერთ-ერთი ყველაზე „მსუბუქი“ ნაერთებია ორგანულ მოლეკულებს შორის. მათი სიმკვრივე წყლის სიმკვრივეზე ბევრად მცირეა, რაც იმის საშუალებას იძლევა, რომ წყლიდან ზევით განშრევდეს. ამას კი საბედნიეროდ დიდი მნიშვნელობა აქვს ნავთობის მოპოვებისას (*ნავთობში ალკანები დიდი რაოდენობით შედის*).

ხსნადობა. ალკანები არ იხსნებიან წყალში, ვინაიდან მათი მოლეკულების დიპოლური მომენტი მეტად მცირეა. მაგრამ თვით ალკანები წარმოადგენენ საკმაოდ კარგ არაპოლარულ გამხსნელებს.



დერეკ ბარტონი
Derek Harold Richard
Barton
1918-1998

2.4. კონფორმაცია

თ-ბმით (ანუ ერთმაგი ბმით) დაკავშირებულ ატომებს შეუძლიათ შემობრუნდნენ ბმის გარშემო. მოლეკულაში ნებისმიერ რაიმე ცვლილებას ყოველთვის თან ახლავს ენერჯიის ცვლილება. შესაბამისად, ერთმაგი ბმის გარშემო ბრუნვა განპირობებულია მოლეკულის შინაგანი ენერჯიის ცვლილებით. მეცნიერების დარგს, რომელიც ამ ფენომენს სწვალობს ეწოდება **კონფორმაციული ანალიზი**^{*}, ხოლო იმ მოლეკულებს კი რომლებიც მიიღებიან მხოლოდ ატომების ერთმაგი ბმის გარშემო შემობრუნებით – **კონფორმერები**.

* კონფორმაციული ანალიზი ორგანული ქიმიის ერთ-ერთი ახალი დარგია. მის განვითარებას საფუძველი დაუდო ვანტ ჰოფის შრომებმა. ფუნდამენტური შრომები კი ეკუთვნით ო. ჰასელს (ნორვეგია) და დ. ბარტონს (ინგლისი). აღნიშნულ სფეროში დიდი წვლილისათვის მათ 1969 წელს მიენიჭათ ნობელის პრემია.

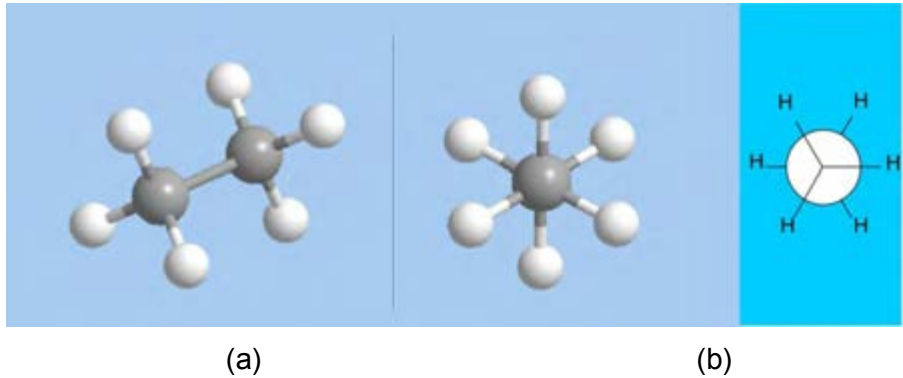


ოდ ჰასელი
Odd Hassel
1897-1981

მაგალითის სახით განვიხილოთ ეთანის მოლეკულა. მასში ორი CH_3 - ჯგუფი არის ერთმანეთთან დაკავშირებული ერთმაგი ბმით. ამდენად მათ ექნებათ ამ ბმის მიმართ 360° -ით შემობრუნების საშუალება. ამდენად მიიღება მრავალი კონფორმერი, რომელთაც ერთმანეთისაგან განსხვავებული შინაგარი ენერგია ექნებათ. რომელი კონფორმერი იქნება ყველაზე მდგრადი? ცხადია, ის რომელშიც ატომებს შორის ყველაზე ნაკლები განზიდვის ძალა იქნება აღძრული. ასეთ კონფორმერს ეწოდება **დამუხრუჭებული** კონფორმერი (იხ. ნახაზი 2-7).

ნახაზი 2-7.

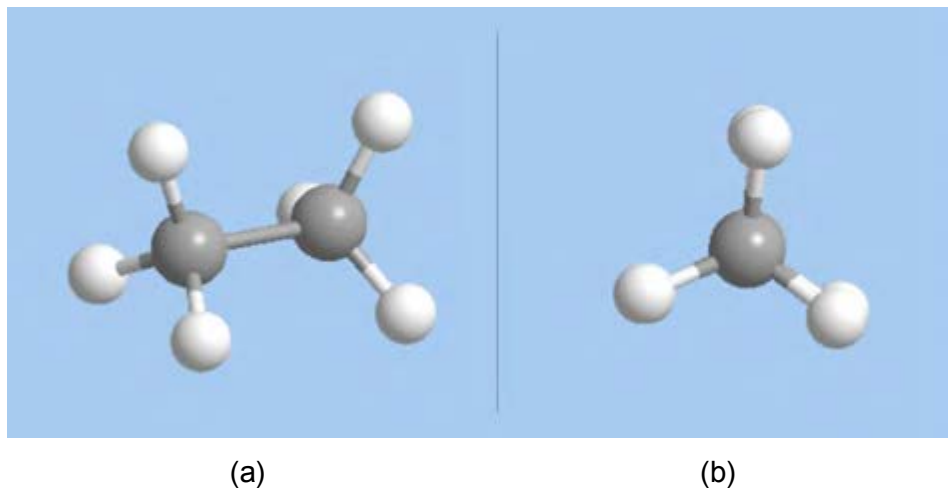
(a) ეთანის დამუხრუჭებული კონფორმერი, (b) დამუხრუჭებული კონფორმერის ნიუმენის პროექცია




დამუხრუჭებულ კონფორმერში წყალბადატომები იკავებენ ერთმანეთის მიმართ მაქსიმალურად დაშორებულ მდებარეობას.

დამუხრუჭებული კონფორმერის ანტიპოდი იქნება ისეთი კონფორმერი, რომელშიც წყალბადატომები განთავსდებიან ერთმანეთის მიმართ ყველაზე ახლოს (იხ. ნახაზი 2-8). მიღებულ კონფორმერს კი ეწოდება **ჩამოფარებული** კონფორმერი.

ნახაზი 2-8. (a) ეთანის ჩამოფარებული კონფორმერი, (b) ჩამოფარებული კონფორმერის ნიუმენის პროექცია



კონფორმერების გამოსახვისათვის გამოიყენება ე.წ. ნიუმენის პროექციული ფორმულები. ნიუმენის პროექციულ ფორმულებში ახლომდებარე (ხილული) ნახშირბადატომი გამოისახება

ფორმით, ხოლო შორს მდებარე (უხილავი, ამოფარებული) ნახშირბადატომი კი  ფორმით.

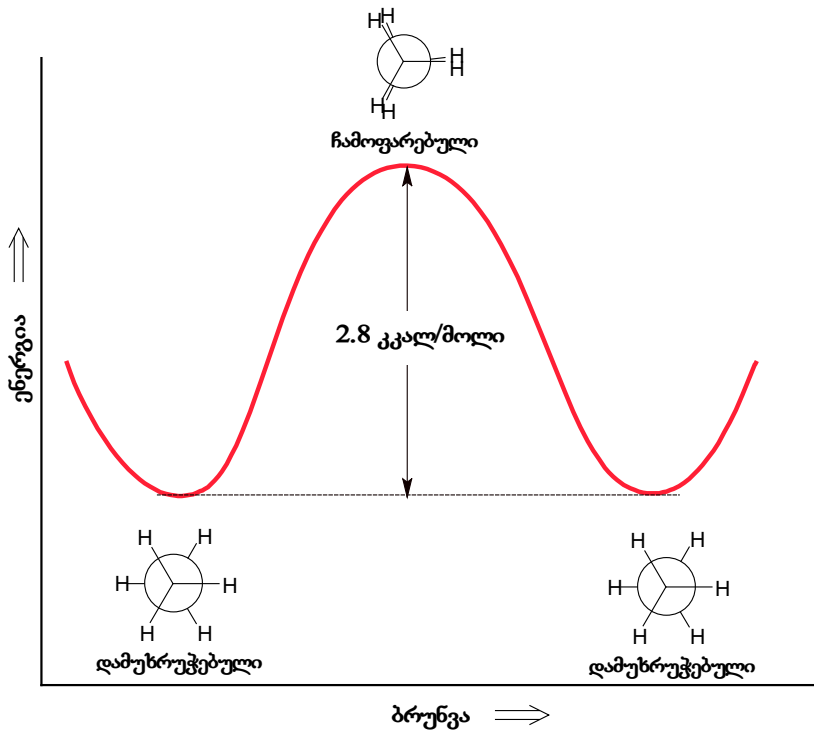


მელვინ ნიუმენი
Melvin Spencer
Newman
1908-1993

ცვლილება შეიძლება გამოისახოს დიაგრამის საშუალებით (იხ. ეთანში C-C ბმის გარშემო შემქმბრუნებისას ნაერთის პოტენციური ენერჯიის ნახაზი 2-9). როგორც ნახაზიდან ჩანს, კონფორმერებს შორის ენერჯიის სხვაობა არ არის დიდი და შეადგენს 2.8 კკალ/მოლი⁻¹-ს. ერთმავი ბმის გარშემო ბრუნვის ამ ბარიერს ეწოდება **ტორსული ბარიერი**.

მიუხედავად იმისა, რომ კონფორმერების შინაგანი ენერჯია უმნიშვნელოდ განსხვავდება, პრაქტიკულად ჩამოფარებული კონფორმერის გამოყოფა არ ხდება ჩვეულებრივ პირობებში. ეს შესაძლებელია მხოლოდ ძლიერ ექსტრემალურ დაბალ ტემპერატურებზე. მაგალითად, ეთანისათვის ეს ტემპერატურა არის -250 °C. აქვე დავძენთ, რომ ჩანაცვლებული ეთანებისათვის ტორსული ბარიერის მნიშვნელობა კიდევ უფრო იზრდება და შესაბამისად მათი გამოყოფისათვის კიდევ უფრო მკაცრი პირობებია საჭირო.

ქვემოთ მოცემულ პროექციულ სტრუქტურებს ეწოდა დამსახურებული ქიმიკოსის მელვინ ნიუმენის (ოჰაიოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი, აშშ) საპატივსაცემოდ



ნახაზი II-9.
ეთანში C-C ბმის გარშემო შემობრუნებისას პოტენციური ენერჯიის ცვლილების დიაგრამა

2.5. ბუტანის კონფორმაციული ანალიზი

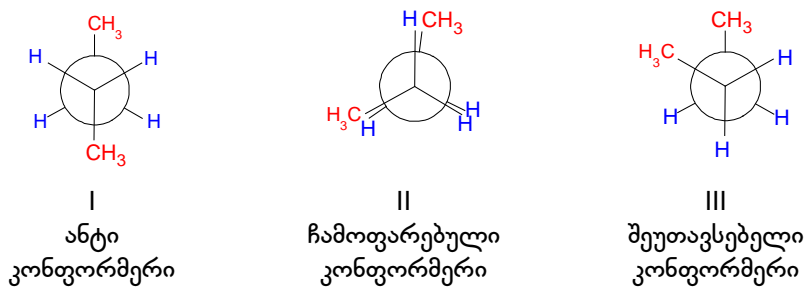
როდესაც მოლეკულების სამგანზომილებიან სტრუქტურებზე მიმდინარეობს რაიმე სახის მსჯელობა, პრაქტიკულად ამ დროს ვიჭრებით სტერეოქიმიის განსჯის საგანში. სტერეოქიმია ორგანული ქიმიის შედარებით ახალი დარგია, რომლის შესწავლის საგანს წარმოადგენს სამგანზომილებიანი სტრუქტურები, რეაქციები რომლებიც მიმდინარეობს სივრცითი ფაქტორების გათვალისწინებით და სხვა. მთელი სალექციო კურსის განმავლობაში ჩვენ ხშირად მოგვინევს სტერეოქიმიის საკითხების გამოყენება. ამჟამად კი განვიხილოთ ბუტანის კონფორმაციული ანალიზი.

2.5-A. ბუტანის კონფორმაციული ანალიზი

ბუტანის კონფორმაციული ანალიზისას გამოვიყენებთ ეთანის კონფორმაციული ანალიზისას ჩატარებულ მანიპულაციებს. ეთანის მოლეკულისათვის ტორსული ბარიერის მნიშვნელობა იყო $2.8 \text{ კკალმოლი}^{-1}$ და ენერჯის ცვლილების გრაფიკი წარმოადგენდა სიმეტრიულ სინუსოიდს (იხ. ნახაზი 2-9).

თუ ახლა განვიხილავთ ბუტანის მოლეკულას და დავაკვირდებით კონფორმერებს, რომლებიც მიიღებიან C_2-C_3 ბმის გარშემო შემობრუნებით, ვნახავთ, რომ მიღებული კონფორმერები იქნებიან ერთმანეთისაგან განსხვავებულნი. რა ინვევს განსხვავებას? ბუტანის მოლეკულა შეიძლება განვიხილოთ როგორც ეთანის მოლეკულა, რომელშიც განაპირა ნახშირბადატომებზე ჩანაცვლებულია თითო-თითო მეთილის ჯგუფი. ამდენად, ცხადი ხდება, რომ ჩამოფარებული და დამუხრუჭებული კონფორმერების განხილვისას, ყურადღება უნდა მიექცეს თუ რამდენად ახლოს არიან ერთმანეთთან მეთილის ჯგუფები. მოლეკულაში დიდი ჩამნაცვლებელის (მეთილის ჯგუფის მოცულობა აღემატება წყალბადატომის მოცულობას!) არსებობა განაპირობებს უფრო მეტ ტორსულ დაძაბულობას და შესაბამისად დიდ ტორსულ ბარიერს.

ბუტანის მოლეკულისათვის შესაძლებელია შემდეგი სახის კონფორმერების დანერა:



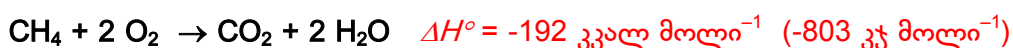
2.6. ქიმიური თვისებები

ალკანები, როგორც კლასი, ხასიათდება შედარებით შეზღუდული ქიმიური თვისებებით, ვინაიდან C-C და C-H ბმები საკმაოდ მდგრადი ბმების ტიპს მიეკუთვნება. აღნიშნული ქიმიური ბმების გახლეჩას (ქიმიური რეაქციის ინიცირებას) ესაჭიროება ძლიერ მაღალი ტემპერატურა ან ძლიერი რეაქციისუნარიანი რეაგენტის ზემოქმედება. ვინაიდან ნახშირბად- და წყალბადატომების ელექტროუარყოფითობა მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, C-H ბმა არაპოლარულია, რაც ასევე განაპირობებს ალკანების შეზღუდულ რეაქციისუნარიანობას. ამიტომ ალკანებისათვის ძირითადად დამახასიათებელია რადიკალური ჩანაცვლების რეაქციები.

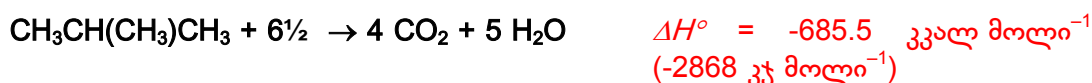
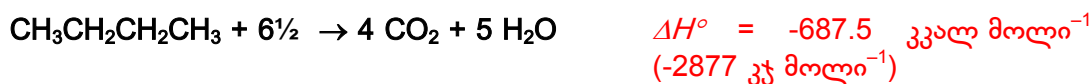
2.6-A. წვის რეაქცია

ნაერთის წვა უანგვის რეაქციის ზღვრული შემთხვევაა, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყალი. ამ დროს გამოყოფილი რეაქციის სითბოს რაოდენობა არის ნაერთის წარმოქმნის სითბოს ტოლი.

ალკანების წვის რეაქციას აქვს როგორც პრაქტიკული, ისე თეორიული მნიშვნელობა. ბუნებრივი და „გათხევადებული“ აირი, ბენზინი, ნავთი, მაზუთი ძირითადად გამოიყენება სანვავად, ანუ ვიყენებთ მათი წვის შედეგად გამოყოფილ სითბოს. ექსპერიმენტულად შესაძლებელია წვის სითბოს გაზომვა სპეციალურ მოწყობილობაში – კალორიმეტრში. მაგალითად, მეთანის წვის (წარმოქმნის) სითბო არის -192 კკალ მოლი⁻¹ (-803 კჯ მოლი⁻¹).



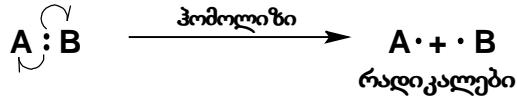
წვის რეაქცია შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ნაერთების მდგრადობის დადგენისათვის. იზომერული ნაერთები შეიცავენ რა ერთიდაიგივე რაოდენობის ელემენტებს, სრული წვისათვის ესაჭიროება ერთიდაიგივე რაოდენობის უანგბადი.



ბუტანის წვისას გამოიყოფა უფრო მეტი სითბოს რაოდენობა, ვიდრე იზობუტანის წვისას. ბუტანის მოლეკულა უფრო დიდი პოტენციური ენერჯის მატარებელია, ვიდრე იზობუტანი. აქედან გამომდინარე, იზობუტანი უფრო მდგრადია.

2.7. რადიკალური რეაქციები

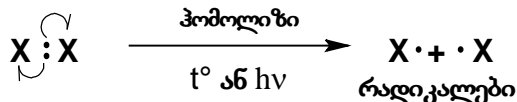
როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ალკანებში C-H ბმა მცირედ პოლარულია. ამიტომ, მათთვის ძირითადად დამახასიათებელია რადიკალური რეაქციები. რადიკალური რეაქციების დროს ადგილი აქვს ბმის **ჰომოლიზურ** გახლეჩას და წარმოიქმნება ნაწილაკები ერთი გაუწყვილებელი ელექტრონით, რომლებსაც **რადიკალები** (ანუ თავისუფალი რადიკალები) ეწოდებათ.



ქიმიური რეაქციების მექანიზმებში ისრების გამოყენებისას ჩვენ უკვე შევეხეთ წინა პარაგრაფებში (რეზონანსული სტრუქტურების განხილვისას). ყურადღება მიაქციეთ ამჟამად გამოყენებულ ისრების ფორმას. მოცემული ისრები მიუთითებენ არა ელექტრონული წყვილის, არამედ ერთი ელექტრონის გადაადგილებას. **„ერთთავიანი ისრები“ მიუთითებენ ელექტრონული წყვილის გადაადგილებას, ხოლო „ერთთავიანი“ ისრები კი – ერთი ელექტრონის გადაადგილებას.**

რადიკალების წარმოქმნა. კოვალენტური ბმის ჰომოლიზური გახლეჩა არ არის თავისთავადი პროცესი და ესაჭიროება საკმაოდ დიდი ენერჯია – გაცხელება ან მაღალი ენერჯიის სხივებით დასხივება.

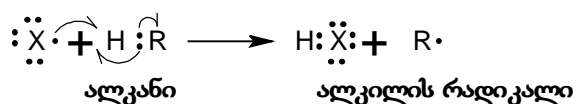
ჰალოგენების მოლეკულებში Hal-Hal ბმას აქვს უნარი ჰომოლიზურად გაიხლიჩოს დასხივების ან გაცხელების პირობებში:



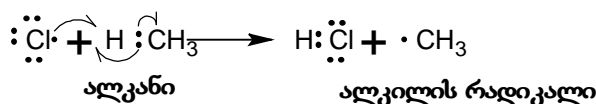
მოტანილი რეაქციით მიიღება ჰალოგენის ატომები, რომლებიც იმავდროულად წარმოადგენენ ჰალოგენის რადიკალებს.

რადიკალური რეაქციები. ყველა მცირე ზომის რადიკალის სიცოცხლისუნარიანობა ძლიერ მცირეა. ისინი მაღალი ენერჯიის მატარებელი ნაწილაკები არიან და შესაბამისად ძლიერი რეაქციისუნარიანობით ხასიათდებიან. რადიკალების ურთიერთქმედება ნეიტრალურ მოლეკულებთან გამოიხატება მათი ელექტრონების მიზიდვით. თუ მიზიდვა დიდია, მაშინ რადიკალი მოლეკულიდან მოწყვეტს ერთ ელექტრონს. შედეგად რადიკალი იქცევა მოლეკულად, ხოლო ნაერთიდან ახალი რადიკალი გენერირდება. მაგალითად, ქლორის რადიკალის ურთიერთქმედებით ალკანთან მიიღება ქლორწყალბადი და ალკილის რადიკალი.

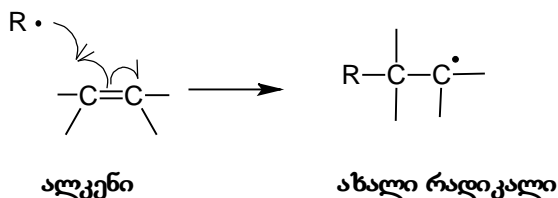
რეაქციის ზოგადი სახე:



რეაქციის ზოგადი სახე:



რადიკალების ამგვარი მოქმედება ზოგადია და დამახასიათებელია სხვა რეაქციებისათვისაც. მაგალითად, მათ შეუძლიათ შეუტიონ ელექტრონებით მდიდარ (ჯერადი ბმების მქონე) ნაერთებს და წარმოქმნან უფრო დიდი ზომის რადიკალები:



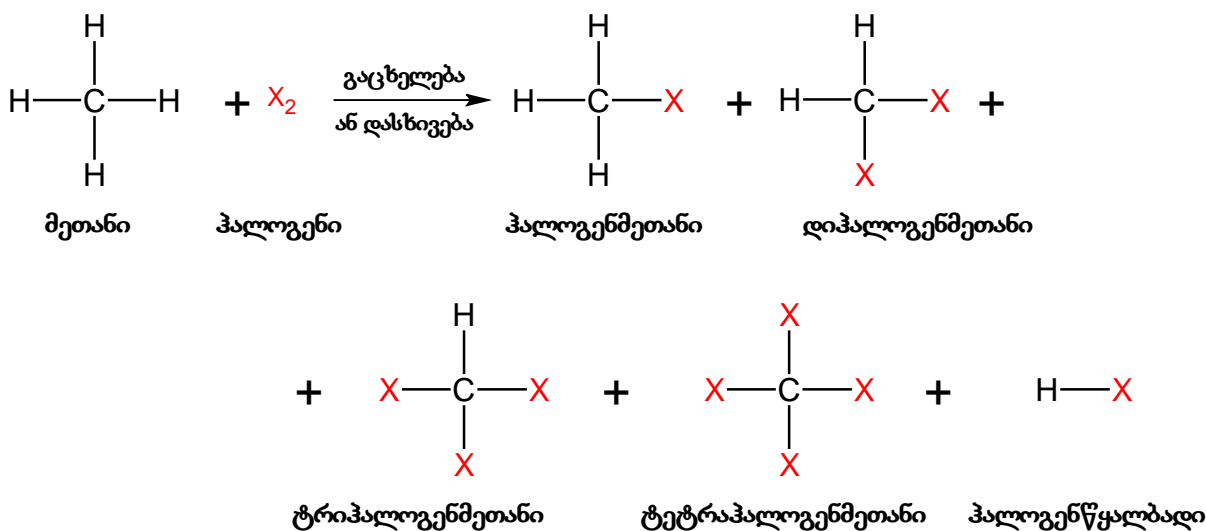
უკანასკნელი ტიპის რეაქციებზე საუბარი გვექნება შემდეგ თავებში.

რადიკალური რეაქციები მრეწველობაში. რადიკალურ რეაქციებს უდიდესი გამოყენება აქვს მრეწველობაში. ამ ტიპის რეაქციების გამოყენებით მიიღება ალკილჰალოგენიდები (გამხსნელები) და პოლიმერები. რადიკალური რეაქციები უდევს საფუძვლად ნავთობის გადამუშავებას – კერძოდ, კრეკინგ–პროცესებს. ალკანების საწვავად გამოყენებისას ასევე ადგილი აქვს რადიკალური რეაქციების „ჩატარებას“.

რადიკალური რეაქციები ბიოლოგიაში და მედიცინაში. რადიკალურ რეაქციებს ბიოლოგიასა და მედიცინაში სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვთ, ვინაიდან მეტაბოლიზმის პროცესებს ყოველთვის თან ახლავს რადიკალების წარმოქმნა. მაგრამ რადიკალებმა ცოცხალ ორგანიზმებში შეიძლება შეასრულონ უარყოფითი როლიც. მათი მაღალი რეაქციისუნარიანობის გამო შეიძლება გამოიწვიონ სასიცოცხლო დანიშნულების რეაქციების არასასურველი მიმართულებით წარმართვა. გარდა ამისა, რადიკალები თამაშობენ ერთ–ერთ მთავარ როლს ცოცხალი ორგანიზმების „დაბერებაში“. ასევე არსებობს სერიოზული ეჭვი, რომ თავისუფალი რადიკალები იწვევენ სიმსივნოვანი და ათეროსკლეროზული დაავადებების პროვოცირებასა და ხელშეწყობას.

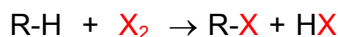
2.7-A. ალკანების ურთიერთქმედება ჰალოგენებთან

მეთანი, ეთანი და სხვა ალკანები ურთიერთქმედებენ ჰალოგენების ჯგუფის პირველ სამ წარმომადგენელთან – ფთორთან, ქლორთან და ბრომთან. ალკანები არ შედიან რეაქციაში უშუალოდ იოდთან. ჰალოგენის მეთანთან ურთიერთქმედებისას მიიღება მეთანის ჰალოგენწარმოებულების ნარევი:



X = F, Cl, Br

ალკანების ურთიერთქმედების რეაქციას ჰალოგენებთან **ჰალოგენირება** ეწოდება. ჰალოგენირების რეაქცია ზოგადი სახით ასე ჩაინერება:



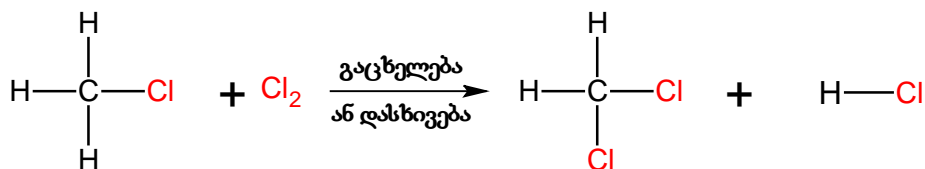
როგორც რეაქციიდან ჩანს, ადგილი აქვს ალკანში ჰალოგენის ატომით ერთი ან რამდენიმე წყალბადატომის ჩანაცვლებას. ისეთი ტიპის რეაქციებს, რომლის დროსაც ადგილი აქვს *ერთი ატომის ან ატომთა ჯგუფის მიერ* სხვა ატომის შეცვლას ეწოდებათ **ჩანაცვლების რეაქციები** და აღინიშნება **S** სიმბოლოთი.

ალკანების ჰალოგენირების რეაქციის სიროთულე მდგომარეობს იმაში, რომ რეაქციის დროს ადგილი აქვს ერთდროულად რამდენიმე პროდუქტის წარმოქმნას – ანუ დამოუკიდებლად მიმდინარეობს მრავალჯერადი ჰალოგენირების პროცესი. ამის მიზეზი არის ის, რომ მეთანი მოიცავს ოთხ ერთნაირ რეაქციისუნარიან წყალბადის ატომს. რეაქციის საწყის სტადიაზე – როდესაც ერთმანეთს შეეჯერებო მეთანსა და ქლორს (ორივე რეაგენტი აირადია), ქლორი იწყებს ურთიერთქმედებას მეთანთან და მიიღება ქლორმეთანი და ქლორწყალბადი.

ჩანაცვლების რეაქცია აღინიშნება S სიმბოლოთი.

Substitution- ჩანაცვლება (ინგ.)

მეთანისა და ქლორის ურთიერთქმედების შემდეგ სტადიაზე თუ სარეაქციო სისტემაში იქნება დარჩენილი რეაქციაში შეუსვლელი ქლორი, ადგილი ექნება უკვე ქლორმეთანის (იგიც ხომ შეიყავს წყალბადატომებს!) ურთიერთქმედებას ქლორთან და ადგილი ექნება კიდევ ერთი წყალბადატომის ჩანაცვლებას ქლორის ატომით. შედეგად მიიღება დიქლორმეთანი:



დიქლორმეთანსაც შესწევს უნარი შევიდეს ქლორთან რეაქციაში:



რეაქციის საბოლოო საფეხურზე ტრიქლორმეთანი (იგივე ქლოროფორმი) შედის ქლორთან რეაქციაში და წარმოქმნის ტეტრაქლორმეთანს:



სანიმუშო ამოცანა

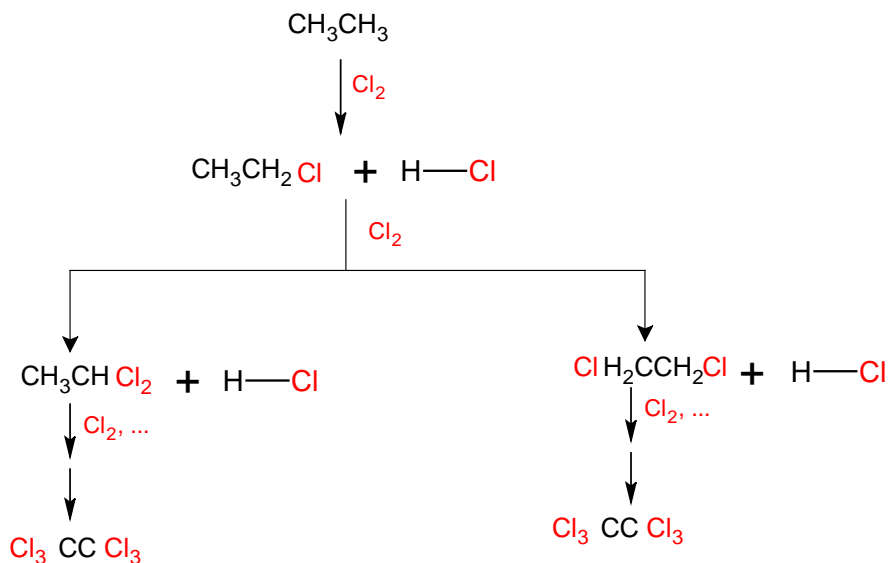
მეთანის ქლორირების შედეგად თუ მიზნად დავისახავთ რეაქციის იმგვარად ჩატარებას, რომ ქლორმეთანის (CH₃Cl) გამოსავლიანობა იყოს მაქსიმალური, ხოლო დანარჩენი პროდუქტების – დიქლორმეთანის (CH₂Cl₂), ტრიქლორმეთანის (CHCl₃) და ტეტრაქლორმეთანის (CCl₄) გამოსავლიანობა კი მინიმალური, საწყის სტადიაზე მეთანი უნდა ავიღოთ ქლორთან შედარებით დიდი სიჭარბით. ახსენით მიზეზი?

პასუხი:

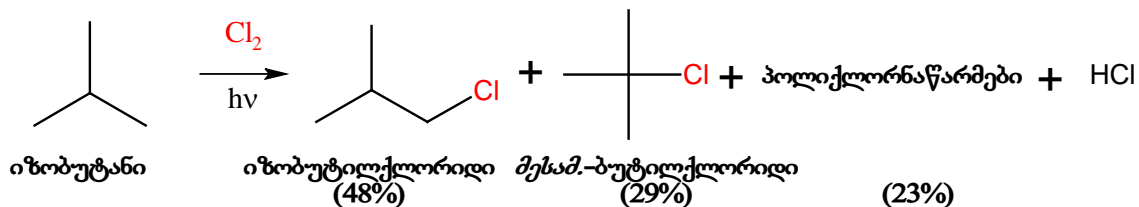
მეთანის გამოყენება დიდი სიჭარბით ზრდის ქლორის ურთიერთქმედების ალბათობას მეთანთან და არა მის რომელიმე ჰალოგენწარმოებულთან. მიუხედავად ამისა, მეთანის პოლიქლორწარმოებულების წარმოქმნა ბოლომდე მაინც არ გამოირიცხება, თუმცა მათი გამოსავლიანობა იქნება მინიმალური.

ანალოგიურად წარიმართება ეთანის ჰალოგენირების რეაქცია. ქლორის დიდი რაოდენობით გამოყენების შემთხვევაში ადგილი ექნება ეთანში ექვსივე წყალბადის ჩანაცვლებას, ხოლო საბოლოო

პროდუქტამდე გზად უამრავი პოლიჰალოგენანარმი მიიღება, რომელთა შორის იქნება კონსტიტუციური იზომერებიც.



სამი და მეტი ნახშირბადატომის შემცველი ალკანების ქლორირებისას წარმოქმნილი რეაქციის პროდუქტების რაოდენობა კიდევ უფრო იზრდება. ასეთივე შემთხვევას ექნება ადგილი, თუ განვიხილავთ განუხორციელებთ განმტოებული ალკანის ჰალოგენირებას:



როგორც ჩანს, ქლორის ატომი ერთნაირი წარმატებით ახორციელებს შეტევას როგორც პირველად, ისე მეორეულ (და მესამეულ) წყალბადატომებზე. ასეთ შემთხვევაში ამბობენ, რომ ალკანების ქლორირების რეაქცია არის **არასელექციური**.

აქედან გამომდინარე, რომელიმე კონკრეტული ჰალოგენალკანის მიღებისათვის ჰალოგენირების რეაქცია არ არის პრაქტიკული.

2.7-B. მეთანის ქლორირება: რეაქციის მექანიზმი

ჰალოგენირების რეაქცია მიმდინარეობს რადიკალური მექანიზმით. ქვემოთ მოყვანილი ქიმიური რეაქციის შესახებ შესაძლებელია რამდენიმე მნიშვნელოვანი დასკვნის გაკეთება ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე:

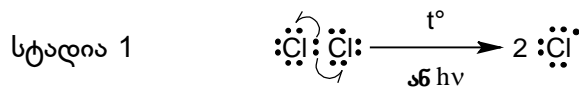


1. რეაქციის ინიცირება ხდება გაცხელებით ან დასხივებით. მეთანი და ქლორი ოთახის

ტემპერატურაზე არ ურთიერთქმედებენ სიბნელეში. მაგრამ თუ სარეაქციო ნარევის ოთახის ტემპერატურაზე დავასხივებთ უი-სხივებით, რეაქცია იწყება მყისიერად. ამასთანავე, რეაქციის ინიცირება სიბნელეში შესაძლებელია სარეაქციო ნარევის 100°C-ზე ზევით გაცხელებით.

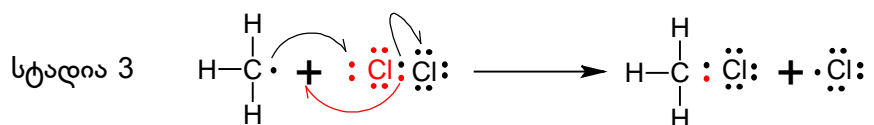
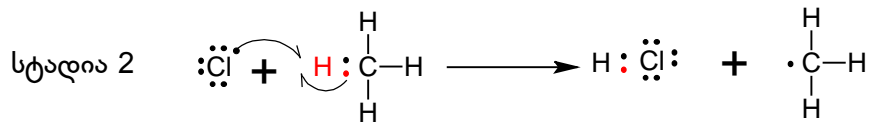
2. დასხივებით ინიცირებული რეაქცია არის მაღალგამოსავლიანი. ჰალოგენირებული ალკანების მიღებას ესაჭიროება მხოლოდ სინათლის უმნიშვნელო რაოდენობით დასხივება (ეს დიდ ეკონომიურ ეფექტს იძლევა სანარმოო თვალსაზრისით).

რეაქციის მექანიზმი რამდენიმე საფეხურისაგან შედგება. პირველი საფეხური მოიცავს ჰალოგენის მოლეკულის ჰომოლიზურ დისოციაციას:



თუ რეაქციის ინიცირებისათვის გამოვიყენებთ დასხივებას, მაშინ საუკეთესო შედეგი მიიღება იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოყენებული იქნება ისეთი ტალღის სიგრძის დასხივება, რომელზეც ქლორის მოლეკულას გააჩნია შთანთქმა.

რეაქციის შემდეგი ორი საფეხური შეიძლება გამოისახოს ქვემოთ მოყვანილი სქემების საშუალებით.

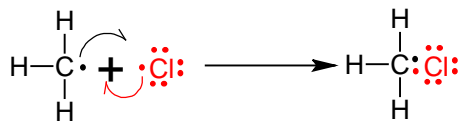


მეორე სტადიაზე ადგილი აქვს ქლორის რადიკალის მიერ მეთანის მოლეკულიდან წყალბადის ატომის მოხლეჩას, რის შედეგადაც მიიღება ქლორწყალბადი და გენერირდება ახალი რადიკალი – მეთილის რადიკალი.

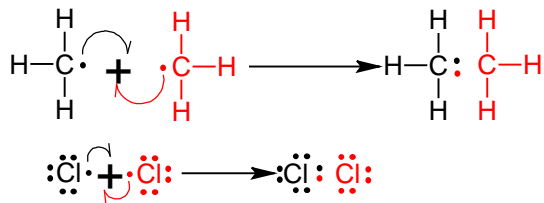
მესამე სტადიაზე მაღალი რეაქციისუნარიანი მეთილის რადიკალი ურთიერთქმედებს ქლორის მოლეკულასთან და წარმოქმნის ქლორმეთანს და ქლორის ახალ რადიკალს. როგორც ჩანს, აღნიშნულ სტადიებზე ადგილი აქვს ახალი რადიკალების დაბადებას, რაც უზრუნველყოფს აღნიშნული სტადიების მრავალჯერად მორიგეობით განმეორებადობას. ასეთი ტიპის რეაქციებს ზოგადად ეწოდებათ **ჯაჭური რეაქციები**, კონკრეტული შემთხვევისათვის კი – **ჯაჭვის გავრძელების** სტადია. აქედან

გამომდინარე, პირველ სტადიას შეიძლება ეწოდოს **ჯაჭვის ინიცირების** სტადია. ორივე სტადიაზე ადგილი აქვს რადიკალების წარმოქმნას. სანამ სარეაქციო სისტემაში იარსებებს თავისუფალი რადიკალი, რეაქცია არ დასრულდება.

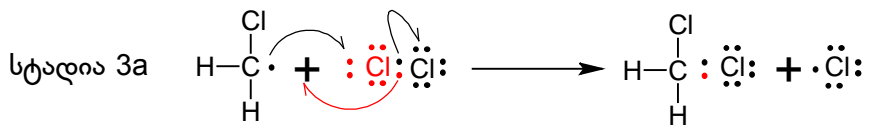
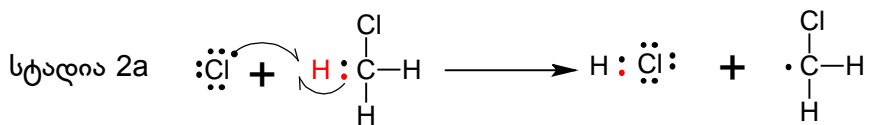
ისმის კითხვა, როდის დადგება ჯაჭვური რეაქციის დასასრული? ცხადია იმ სტადიაზე, როდესაც აღარ წარმოიქმნება თავისუფალი რადიკალი. ეს კი მოხდება მაშინ, როდესაც ერთმანეთს შეხვდება ორი რადიკალი და მათი გაუნწყვილებელი ელექტრონები განწყვილდებიან. ამ საფეხურს კი შესაბამისად შეიძლება ეწოდოს **ჯაჭვის განწყვეტის** (ან **დასრულების**) სტადია.



სტადია 4



როგორ ავხსნათ ის ფაქტი, რომ მეთანის ჰალოგენირებისას ადგილი აქვს აგრეთვე პოლიჰალოგენნანარმების წარმოქმნას? მოყვანილი რეაქციის მექანიზმი ამის პასუხსაც იძლევა. თუ რეაქციის საწყის სტადიაზე მეთანი არ იქნა დიდი სიჭარბით აღებული, მაშინ იქმნება საკმაო ალბათობა, რომ მეორე და მესამე სტადიებზე (ჯაჭვის გაგრძელების სტადიები) ქლორის რადიკალმა შეტევა განახორციელოს არა უშუალოდ მეთანზე, არამედ წინა რეაქციის პროდუქტზე მაგალითად, ქლორმეთანზე):



ამოცანა მეთანის ქლორირებისას აღმოჩენილია, რომ რეაქციის პროდუქტებში კვალის სახით შედის ქლორმეთანი. როგორ მიიღება იგი?

($\Delta H^\circ = -25.5$ კკალმოლი⁻¹). ამ ორი სტადიის შეკრებით, ვნახავთ, რომ პროცესი ეგზოთერმულია: $+1 + (-25.5) = -24.5$ კკალმოლი⁻¹.

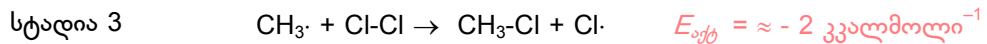
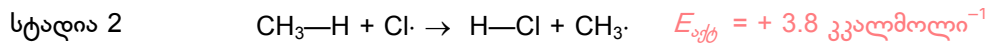
2.7-D. აქტივაციის ენერჯიები

რეაქციების მიმდინარეობაზე ასევე მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა აქტივაციის ენერჯია, რომელიც წინა შემთხვევასთან განსხვავებით არის არაეესპერიმენტული, გამოთვლილი სიდიდე. მეთანის ქლორირების რეაქციის აქტივაციის ენერჯიები შემდეგნაირად გამოიყურება:

ჯაჭვის ინიცირება



ჯაჭვის გაგრძელება



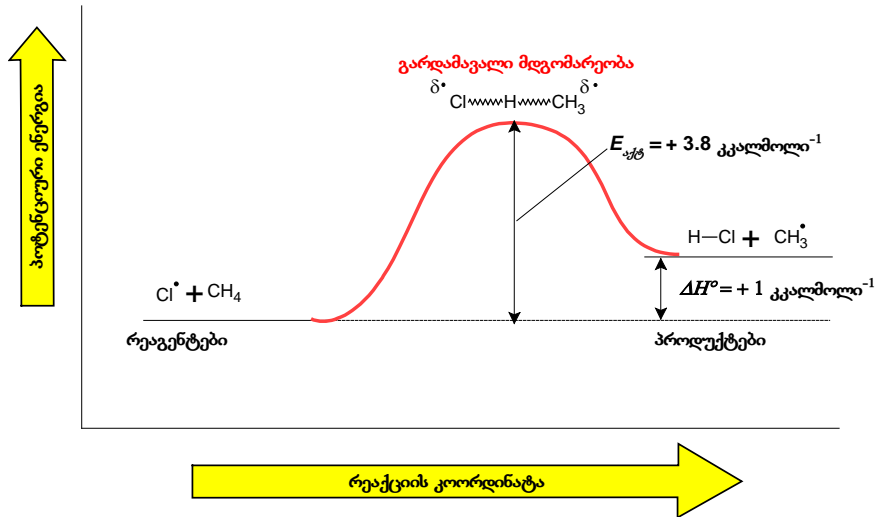
1. იმ რეაქციისათვის, რომელშიც ადგილი აქვს ბმების განწყვეტას, აქტივაციის ენერჯია ნულზე მეტია. აღნიშნული პოსტულატი ჭეშმარიტია მაშინაც, როდესაც ბმის განწყვეტა მოითხოვს დიდ ენერჯიას. ამ რეაქციისათვის გარდამავალ მდგომარეობაში ბმის განწყვეტა და ახალი ბმის ფორმირება არ იქნება ერთდროული პროცესი.
2. ენდოთერმული რეაქციების აქტივაციის ენერჯია, რომლის დროსაც ადგილი აქვს როგორც ბმების განწყვეტას, ისე ახალი ბმების ფორმირებას, აქტივაციის ენერჯიის მნიშვნელობა იქნება რეაქციის სითბოს (ΔH°) მნიშვნელობაზე მეტი.

მაგალითის სახით შეიძლება მოყვანილი იქნას ქლორის რადიკალის შეტევა მეთანზე (იხ. ნახაზი 2-11):

3. აირადფაზური რეაქციის აქტივაციის ენერჯია, რომლის დროსაც ადგილი აქვს მხოლოდ ბმების ჰომოლიზურ გახლეჩას, ტოლია ΔH° -ს. მაგალითის სახით შეიძლება მოვიყვანოთ ქლორის მოლეკულაში Cl-Cl ბმის ჰომოლიზური გახლეჩა (იხ. ნახაზი 2-12).
4. აქტივაციის ენერჯია ისეთი აირად-ფაზური რეაქციისათვის, რომლის დროსაც ადგილი აქვს მცირე ზომის რადიკალებიდან ნაერთის წარმოქმნას, ნულის ტოლია. ამიტომ მეთანის ჰალოგენირებისას ჯაჭვის განწყვეტის სტადიის აქტივაციის ენერჯიები ნულის ტოლია (იხ. ნახაზი 2-13).

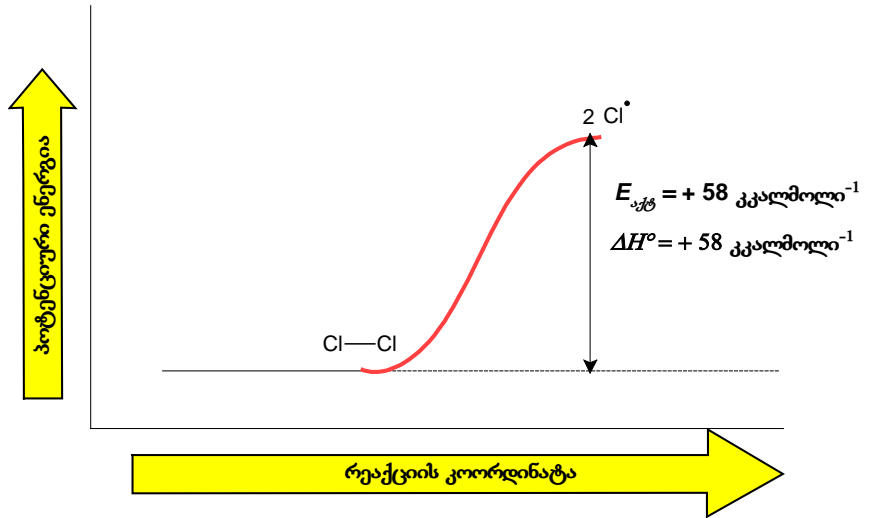
ნახაზი 2-11.

ქლორის ატომის
მეთანთან
ურთიერთქმედების
რეაქციის პოტენციური
ენერჯის დიაგრამა



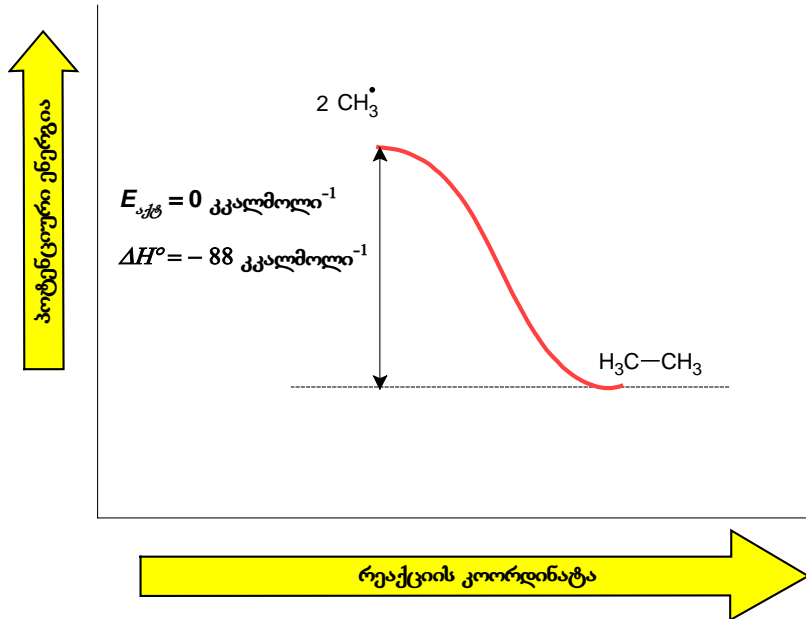
ნახაზი 2-12.

ქლორის მოლეკულის
ქლორის ატომად
გახლეჩის რეაქციის
პოტენციური ენერჯის
დიაგრამა



ნახაზი 2-13.

ორი მეთილის
რადიკალის
კომბინაციით ეთანის
მიღების რეაქციის
პოტენციური ენერჯის
დიაგრამა



ცხრილი 2-5. ერთეულოვანი ბმის ჰომოლიზური დისოციაციის ენერგიები 25°C-ზე

A:B → A· + B·					
ბმის გახლეჩა (ნაჩვენებია წითლად)	კვალ მოლი ⁻¹	კჯ მოლი ⁻¹	ბმის გახლეჩა (ნაჩვენებია წითლად)	კვალ მოლი ⁻¹	კჯ მოლი ⁻¹
H—H	104	435	(CH ₃) ₂ CH—H	94.5	395
D—D	106	444	(CH ₃) ₂ CH—F	105	439
F—F	38	159	(CH ₃) ₂ CH—Cl	81	339
Cl—Cl	58	243	(CH ₃) ₂ CH—Br	68	285
Br—Br	46	192	(CH ₃) ₂ CH—I	53	222
I—I	36	151	(CH ₃) ₂ CH—OH	92	385
H—F	136	569	(CH ₃) ₂ CH—OCH ₃	80.5	337
H—Cl	103	431	(CH ₃) ₃ C—H	98	410
H—Br	87.5	366	(CH ₃) ₃ C—F	91	381
H—I	71	297	(CH ₃) ₃ C—Cl	78.5	328
CH ₃ —H	104	435	(CH ₃) ₃ C—Br	63	264
CH ₃ —F	108	452	(CH ₃) ₃ C—I	49.5	207
CH ₃ —Cl	83.5	349	(CH ₃) ₃ C—OH	90.5	379
CH ₃ —Br	70	293	(CH ₃) ₃ C—OCH ₃	78	326
CH ₃ —I	56	234	C ₆ H ₅ CH ₂ —OH	85	356
CH ₃ —OH	91.5	383	CH ₂ =CHCH ₂ —H	85	356
CH ₃ —OCH ₃	80	335	CH ₂ =CH—H	108	452
CH ₃ CH ₂ —H	98	410	C ₆ H ₅ —H	110	460
CH ₃ CH ₂ —F	106	444	HC≡C—H	125	523
CH ₃ CH ₂ —Cl	81.5	341	CH ₃ —CH ₃	88	368
CH ₃ CH ₂ —Br	69	289	CH ₃ CH ₂ —CH ₃	85	356
CH ₃ CH ₂ —I	53.5	224	CH ₃ CH ₂ CH ₂ —CH ₃	85	356
CH ₃ CH ₂ —OH	91.5	384	CH ₃ CH ₂ —CH ₂ CH ₃	82	343
CH ₃ CH ₂ —OCH ₃	80	335	(CH ₃) ₂ CH—CH ₃	84	351
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —H	98	410	(CH ₃) ₃ C—CH ₃	80	335
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —F	106	444	HO—H	119	498
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —Cl	81.5	341	HOO—H	90	377
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —Br	69	289	HO—OH	51	213
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —I	53.5	224	CH ₃ CH ₂ O—OCH ₃	44	184
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —OH	91.5	383	CH ₃ CH ₂ OO—H	103	431
CH ₃ CH ₂ CH ₂ —OCH ₃	80	335	CH ₃ C(O)—H	87	364

2.7-E. მეთანის ურთიერთქმედება სხვა ჰალოგენებთან

მეთანი ქლორირების რეაქციის მექანიზმის მიხედვით ურთიერთქმედებს სხვა ჰალოგენებთანაც, კერძოდ, ფთორთან და ბრომთან. ფთორირების რეაქცია ძლიერ ეგზოთერმული პროცესია და მიმდინარეობს უმართავად. ამიტომ, მორეაგირე კომპონენტებს (მეთანსა და ფთორს) ანზავებენ ინერტულ აირებში, მაგალითად, ჰელიუმში. ბრომირების რეაქცია უფრო რბილ პირობებში მიმდინარეობს. მართალია ბრომირების რეაქციის სიჩქარე შედარებით ნელია, მაგრამ იგი უფრო მეტად ექვემდებარება კონტროლს. ფთორირებისა და ბრომირების რეაქციებზე კარგ სურათს იძლევა გამოყოფილი სითბოსა და აქტივაციის ენერგიების განხილვა.

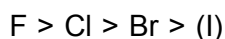
ფთორირება		
	ΔH° , კკალმოლი ⁻¹	$E_{აქტ}$, კკალმოლი ⁻¹
ჯაჭვის ინიცირება		
$F-F \rightarrow 2F\cdot$	+ 38	+ 38
ჯაჭვის გაგრძელება		
$CH_3-H + F\cdot \rightarrow H-F + CH_3\cdot$	-32	+1.2
$CH_3\cdot + F-F \rightarrow CH_3-F + F\cdot$	-70	მცირე
ჯამური $\Delta H^\circ =$	-102	

ბრომირება		
	ΔH° , კკალმოლი ⁻¹	$E_{აქტ}$, კკალმოლი ⁻¹
ჯაჭვის ინიცირება		
$Br-Br \rightarrow 2Br\cdot$	+ 46	+ 46
ჯაჭვის გაგრძელება		
$CH_3-H + Br\cdot \rightarrow H-Br + \cdot CH_3$	+16.5	+18.6
$CH_3\cdot + Br-Br \rightarrow CH_3-Br + \cdot Br$	-24	მცირე
ჯამური $\Delta H^\circ =$	-7.5	

იოდირების რეაქციის თერმოდინამიკური დახასიათება ნათელს ფენს, თუ იოდი რატომ არ ურთიერთქმედებს მეთანთან.

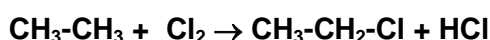
იოდირება		
	ΔH° , კკალმოლი ⁻¹	$E_{აქტ}$, კკალმოლი ⁻¹
ჯაჭვის ინიცირება		
$I-I \rightarrow 2I\cdot$	+ 36	+ 36
ჯაჭვის გაგრძელება		
$CH_3-H + I\cdot \rightarrow H-I + \cdot CH_3$	+33	+33.5
$CH_3\cdot + I-I \rightarrow CH_3-I + \cdot I$	-20	მცირე
ჯამური $\Delta H^\circ =$	+13	

აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჰალოგენების აქტიურობა ალკანების ჰალოგენირების რეაქციებში მცირდება შემდეგ რიგში:

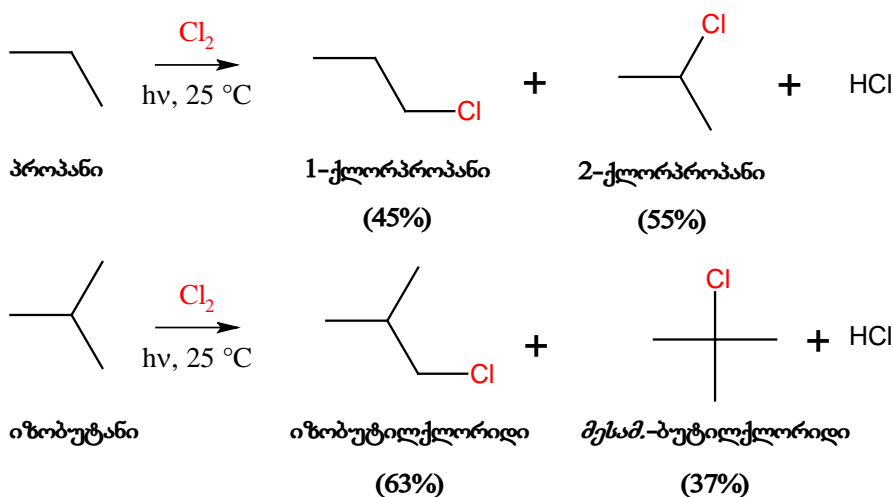


2.7-F. მალალი რიგის ალკანების ჰალოგენირება

მალალი რიგის ალკანები ჰალოგენებთან ურთიერთქმედებენ მეთანის ანალოგიურად (რეაქციის მექანიზმი იგივეა). მაგალითად, ეთანის მონოქლორირება იძლევა ქლორეთანს:



სამი და მეტი ნახშირბადატომის შემცველი ალკანების მონოქლორირებისას მიიღება ალკილქლორიდების ნარევი. პროდუქტების ნარევი თითოეული იზომერის რაოდენობა დამოკიდებულია რეაქციის პირობებზე:



აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ალკანებში სხვადასხვა ბუნების (1°, 2°, 3°) წყალბადატომები ამჟღავნებენ განსხვავებულ რეაქციისუნარიანობას. კერძოდ, მესამეული წყალბადატომი უფრო რეაქციისუნარიანია, ვიდრე მეორეული და პირველადი. ისმის კითხვა, თუ 3° წყალბადი უფრო რეაქციისუნარიანია, ვიდრე 1° წყალბადი, რატომ არის იზობუტილქლორიდის გამოსავლიანობა 63% და მესამ.-ბუტილქლორიდის მხოლოდ 37%. მარტივად პასუხის გაცემისათვის შესაძლებელია სტატისტიკის გამოყენება. იზობუტანში პირველადი და მესამეული წყალბადების თანაფარდობა არის 9:1-თან. მათ რომ თანაბარი რეაქციისუნარიანობა ჰქონოდათ, იზობუტილქლორიდის გამოსავლიანობა უნდა ყოფილიყო 9-ჯერ მეტი, ვიდრე მესამ.-ბუტილქლორიდის. უფრო დასაბუთებული პასუხის გასაცემად უნდა მოვიშველიოთ ბმის დისოციაციის ენერჯის მნიშვნელობები (იხ. ცხრილი 2-5) და რადიკალების მდგრადობა და რეაქციისუნარიანობა.

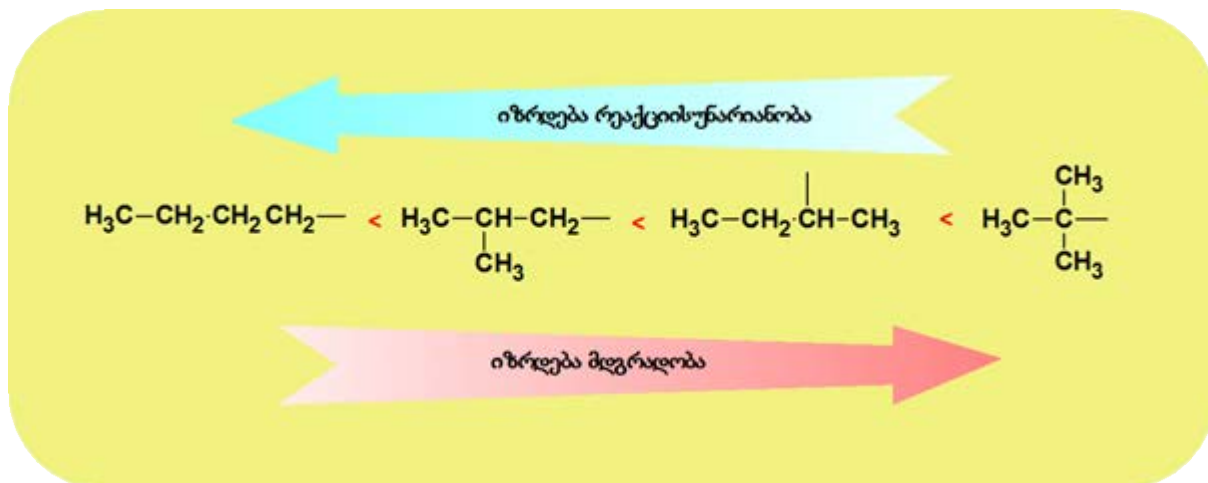
2.7-G. ბმის ჰომოლიზური დისოციაციის ენერგიები და რადიკალების ფარდობითი მდგრადობა

ბმის ჰომოლიზური დისოციაციის ენერგიის მნიშვნელობიდან გამომდინარე შეიძლება ვიმსჯელოთ რადიკალების ფარდობით სტაბილურობაზე. პროპანში ბმის ჰომოლიზური დისოციაციის ენერგიები განსხვავდება წყალბადატომის ბუნების მიხედვით (იხ. ცხრილი 2-5):



აქედენ გამომდინარე, მეორეული რადიკალის მიღება ენერგეტიკულად უფრო მომგებიანია, ვიდრე პირველადი რადიკალის. შესაბამისად გვექნება მესამეული რადიკალისათვისაც.

რადიკალების მდგრადობა შეიძლება გამოისახოს შემდეგი მწკრივის საშუალებით:



მიაქციეთ ყურადღება, რომ რადიკალის მდგრადობის გაზრდას თან ახლავს რეაქციისუნარიანობის შემცირება.

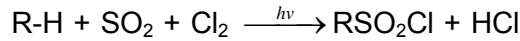
2.8. ალკანების სხვა ქიმიური თვისებები

ალკანებს, გარდა ჰალოგენირების რეაქციისა, ახასიათებთ ნიტრირების, სულფირების, სულფოდაჟანგვის, სულფოქლორირების, დაჟანგვის, კრეკინგის, დეჰიდრირებისა და იზომერიზაციის რეაქციები.

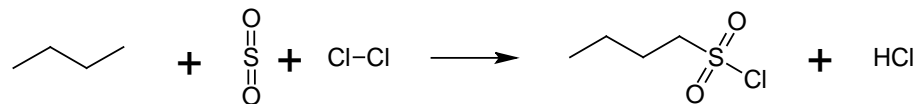
2.8-A. ალკანების სულფოქლორირება

ალკანები ურთიერთქმედებენ გოგირდის დიოქსიდისა და ქლორის ნარევეთან უი-სხივებით დასხივების პირობებში.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



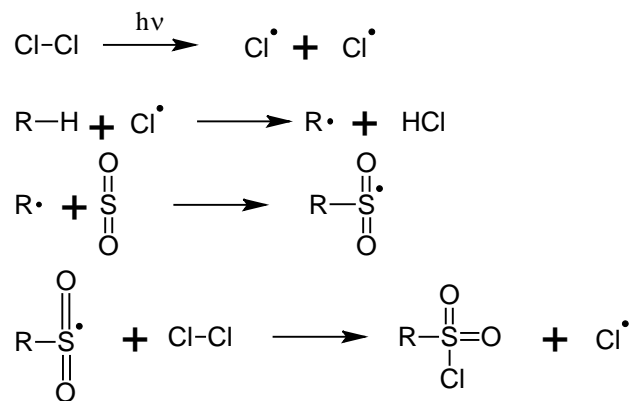
კონკრეტული მაგალითი:



ბუტან-1-სულფონილქლორიდი

უი-სხივების გავლენით, ჰალოგენირების რეაქციის ანალოგიურად, ადგილი აქვს ქლორის მოლეკულის ჰომოლიზურ დისოციაციას.

მექანიზმი:

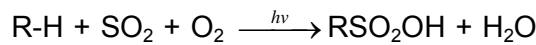


ალკანსულფომუაგების ქლორანჰიდრიდები ფართოდ გამოიყენება გამრეცხი საშუალებების – დეტერგენტების წარმოებაში.

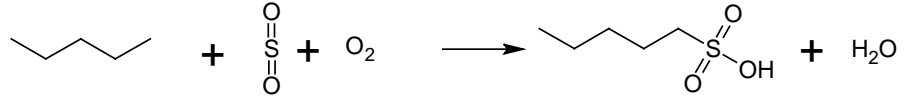
2.8-B. ალკანების სულფოდაჰანგვა

ალკანები ურთიერთქმედებენ გოგირდის დიოქსიდთან ჟანგბადის არეშიც უი-სხივების განუწყვეტელი დასხივების პირობებში. რეაქციის შედეგად მიიღება ალკანსულფომუაგები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან როგორც *მედაპირულად აქტიური ნაერთები – დეტერგენტები*.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



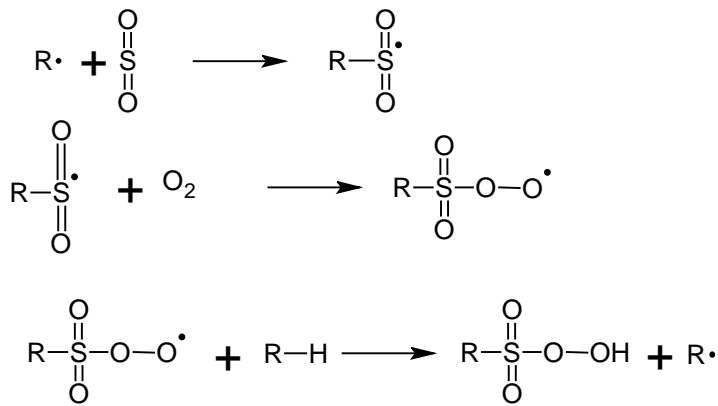
კონკრეტული მაგალითი:



პენტან-1-სულფომჟეა

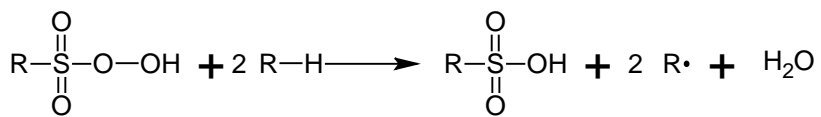
რეაქციის წარმართვისათვის საჭიროა სარეაქციო სისტემის მუდმივი დასხივება, ვინაიდან ალკანებიდან მხოლოდ ამ პირობებში გენერირდებიან რადიკალები.

მექანიზმი:



ალკანპეროქსისულფომჟეა

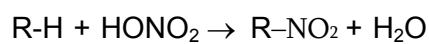
ალკანპეროქსისულფომჟეები ადვილად იშლებიან ალკანსულფომჟეებისა და ახალი ალკილის რადიკალების წარმოქმნით:



2.8-C. ალკანების ნიტრირება

ალკანების გაცხელებით განზავებულ აზოტმჟეასთან ან აზოტის ოქსიდებთან მიმდინარეობს ალკანის წყალბადის ჩანაცვლება ნიტროჯგუფით, რის შედეგადაც მიიღება ნიტროალკანები.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



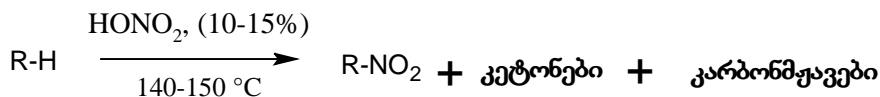


დემიტრი კონოვლოვი
1856 – 1929

გერმან ჰესი
(Germain Henri Hess) (1802–1850)
– შვეიცარიელი მეცნიერი. დაიბადა რუსეთში. მუშაობდა თერმოქიმიკაში. ჩამოაყალიბა ჰესის წესი

ალკანების ნიტრირების რეაქცია პირველად განხორციელებული იქნა დ. კონოვლოვის (1899 წ) მიერ ალკანებზე განზავებული აზოტმუავის მოქმედებით შეღებულ ამპულაში.

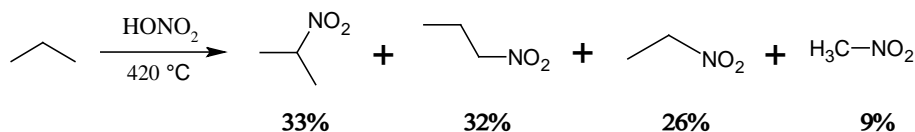
კონკრეტული მაგალითი:



ალკანების ნიტრირების რეაქციის ალტერნატიული გზა შემოთავაზებული იქნა გ. ჰესის მიერ. ჰესის თანახმად ნიტრირების პროცესი ტარდება მაღალტემპერატურაზე (აირად ფაზური რეაქცია) სპეციალურ რეაქტორებში, რომელშიც

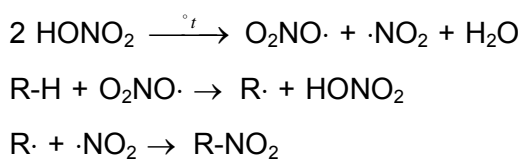
ალკანისა და აზოტმუავის ორთქლი ურთიერქმედებს დროის უმცირეს მონაკვეთში (0.2–2 წმ). კონტაქტის მცირე პერიოდის გამო ადგილი არ აქვს ალკანების უანგვის რეაქციების წარმართვას, თუმცა წარმოიქმნება იზომერული ნიტროალკანები. ამასთანავე, ადგილი აქვს ალკანის დესტრუქციასაც:

კონკრეტული მაგალითი:



ივარაუდება, რომ რეაქცია მიმდინარეობს თავისუფალ-რადიკალური მექანიზმით და ადგილი აქვს აზოტმუავის ჰომოლიზურ დისოციაციას.

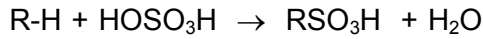
მექანიზმი:



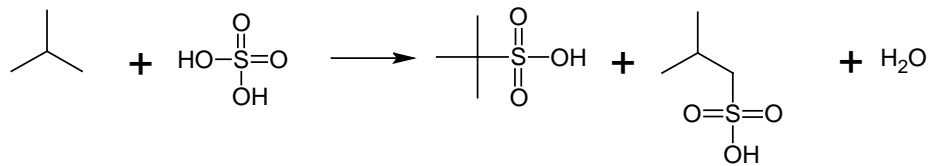
2.8-D. ალკანების სულფირება

ალკანსულფომუაგების მიღების ალტერნატიული გზა არის ალკანების უშუალო ურთიერთქმედება კონცენტრირებულ სულფომუაგასთან:

რეაქციის ზოგადი სქემა:

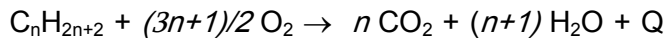


კონკრეტული მაგალითი:

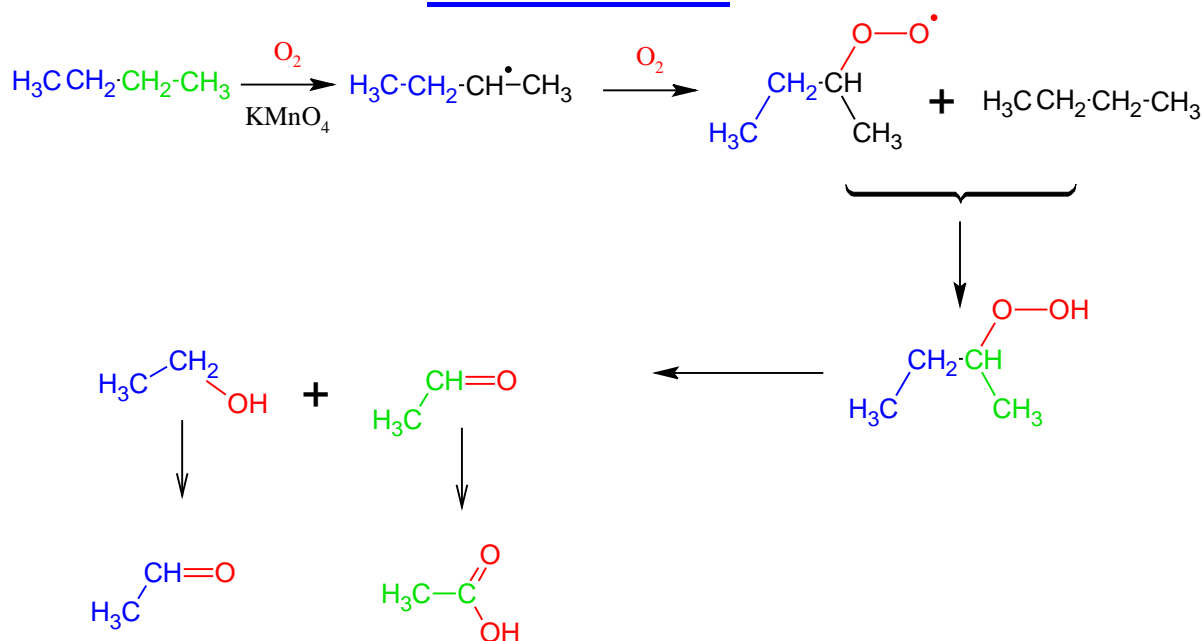


2.8-E. ალკანების დაჟანგვა

ალკანების ზღვრული დაჟანგვის რეაქცია არის წვა. ალკანები ადვილად ურთიერთქმედებენ ჟანგბადთან და წარმოქმნიან ნახშირორჟანგსა და წყალს. ამასთანავე, გამოანთავისუფლებენ დიდი რაოდენობით (46000 – 50000 კჯკგ⁻¹) ენერგიას.



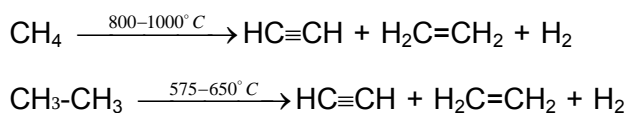
ალკანები აირად ან თხევად ფაზაში კატალიზატორების (KMnO₄) თანაობისას ურთიერთქმედებენ ჟანგბადთან და წარმოქმნიან სხვადასხვა არასრული ჟანგვის პროდუქტებს:



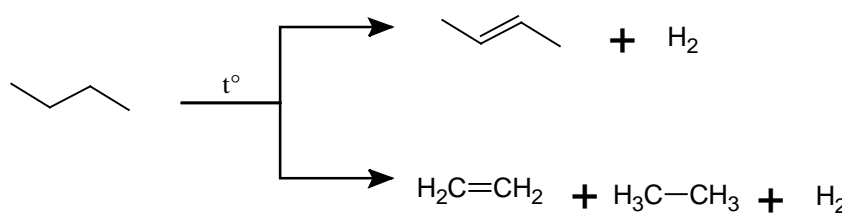
მალალი რიგის ალკანების (C₁₀-C₂₀) დაჟავით იღებენ როგორც სპირტებს, ისე ცხიმოვან კარბონმჟავებს. აღნიშნულ რეაქციას აქვს დიდი საწარმოო მნიშვნელობა საპნების წარმოებაში.

2.8-F. ალკანების კრეკინგი

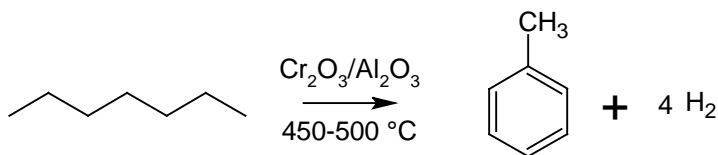
500 °C-ზე ზევით გაცხელებისას ალკანები კარგავენ სტაბილურობას და იწყებენ გარდაქმნას. გარდაქმნის შედეგად გამოიყოფა წყალბადი და მიიღება უჯერი ნახშირწყალბადები (კრეკინგ-პროცესი). კრეკინგ პროცესებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ნავთობის გადამუშავებაში, კერძოდ, ბენზინის წარმოებაში.



აღნიშნულ პროცესებში კატალიზატორების გამოყენება საშუალებას იძლევა გარდაქმნები ჩატარებულ იქნას შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე (რიფორმინგი, პლატფორმინგი).



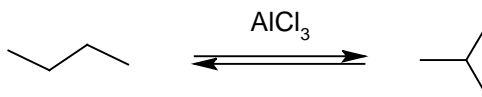
ალკანები, ექვსი და მეტი ნახშირბადის ატომის შემცველობით, 450–500°C -ზე გაცხელებით ქრომისა და ალუმინის ოქსიდების წარმომადგენელ კატარებისას წარმოქმნიან არომატულ ნაერთებს:



ალკანების არომატიზაციის ანუ დეჰიდროციკლიზაციის რეაქცია გამოიყენება ბენზინების არომატიზაციისათვის და მას დიდი საწარმოო მნიშვნელობა გააჩნია.

2.8-G. ალკანების იზომერია

ძლიერი ელექტროფილური აგენტების (ლუისის მუჟავები) მოქმედებით ნორმალური ალკანები გარდაიქმნებიან განშტოებულ-ჩონჩხიან ალკანებში და პირიქით. რეაქციის შედეგად ყოველთვის მიიღება წონასწორული ნარევი:



ელექტროფილურ რეაგენტებად დღეისათვის უფრო მეტად პერსპექტიულად ითვლება ფთორშემცველი ლუისის კატალიზატორების გამოყენება: BF_3+HF , SbF_5+HF , BF_3+FSO_3H). ალკანების იზომერიზაციის რეაქცია შეიძლება განხორციელდეს ბუტანისა და უფრო მეტი ნახშირბადატომის შემცველი ალკანებისათვის. ამასთანავე, რაც მეტია ალკანში ნახშირბადატომების შემცველობა, მით უფრო ადვილად მიმდინარეობს იზომერიზაციის პროცესი.

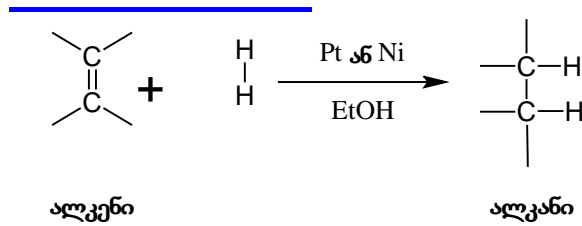
2.9. ალკანების სინთეზი

ალკანებს საწარმოო მასშტაბით იღებენ ნავთობიდან და ნავთობპროდუქტებიდან გამოხდის (ფრაქციონირების) საშუალებით. აღნიშნული მეთოდით ალკანების მიღება მარტივია, მაგრამ ამ დროს პრაქტიკულად მიიღება ალკანების ნარევი. მიუხედავად ამისა, ხშირად მაინც საჭიროა ალკანების ლაბორატორიულ პირობებში მიღება, რითვისაც დღეისათვის შემუშავებულია ალკანების სინთეზის მრავალი მეთოდი.

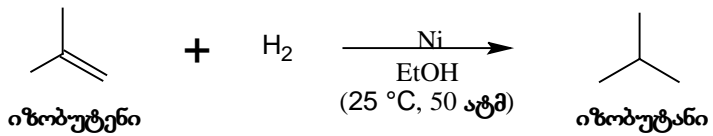
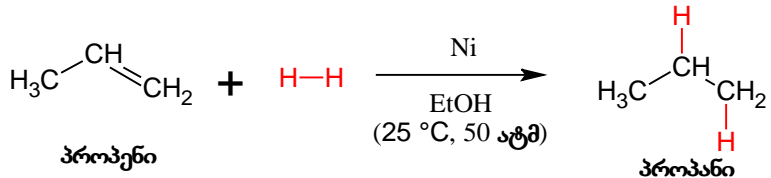
2.9-A. ალკანების ჰიდრირება

ალკენები ურთიერთქმედებენ წყალბადთან მეტალების (ნიკელის ან პალადიუმის) თანაობისას მაღალი წნევის პირობებში. გამსხნელად იყენებენ სპირტებს, ძირითადად კი ეთანოლს.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითები:

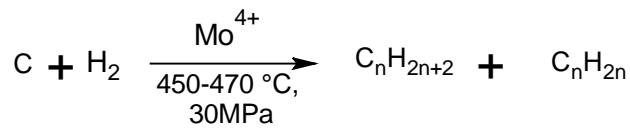


2.9-B. ქვანახშირის ჰიდრირება

ფრიდრიხ ბერგიუსი (Friedrich Karl Rudolf Bergius) (1884–1949). გერმანელი მეცნიერი. 1931 წელს მიენიჭა ნობელის პრემია მაღალი წნევის ქვეშ მიმდინარე ქიმიური პროცესების შესწავლისათვის.

ჰიდრირების რეაქციას (წყალბადით გამდიდრებას) განიცდის ქვანახშირი და მურანახშირი. რეაქცია მიმდინარეობს წყალბადის არეში Mo-ის, W-ის ან Ni-ის სულფატებისა და ოქსიდების თანაობისას მაღალ ტემპერატურაზე (450-470°C) სპეციალურ აპარატებში – ავტოკლავებში 30 მპა (300 ატ) წნევის პირობებში.

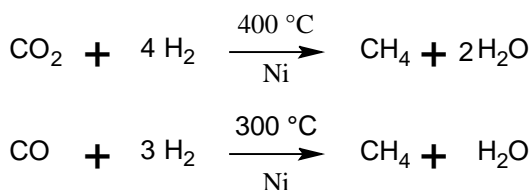
აღნიშნულ რეაქციას ზოგჯერ უწოდებენ *ქვანახშირის გათხევადებას* (ფ. ბერგიუსი – 1925 წ). რეაქციის შედეგად, როგორც წესი, მიიღება ალკანებისა და ციკლოალკანების ნარევი:



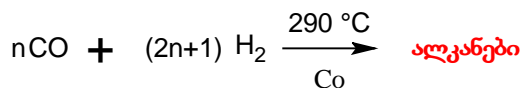
პოლ საბატიე (Paul Sabatier) (1854–1941) ფრანგი მეცნიერი, ნობელის პრემიის ლაურეატი (1913)

2.9-C. ფიზერ-ტროვჟის მეთოდი

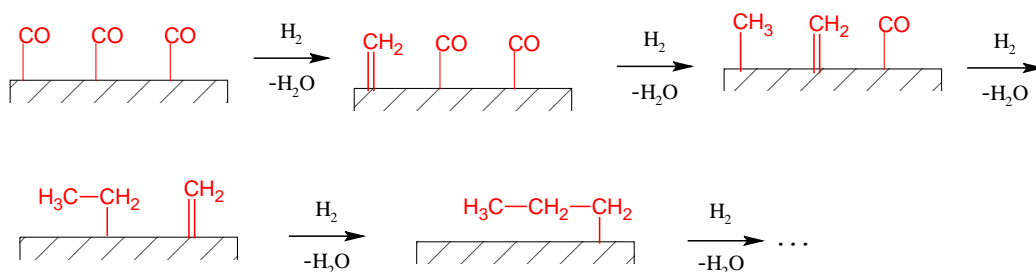
ნახშირბადის დიოქსიდისა და ნახშირბადის მონოქსიდის კატალიზური ჰიდრირება იძლევა მეთანს. კატალიზატორად იყენებენ ნიკელს. (პ. საბატიე, ი. სანდერანი, 1902 წ).



CO–სა და H₂–ის მოქმედება მნიშვნელოვნად იცვლება, თუ კატალიზატორად გამოყენებული იქნება კობალტი ან რკინა. CO–სა და H₂–ის ნარევის გაცხელება კობალტის ან რკინის კატალიზატორზე 180-300°C-ზე იძლევა საშუალო მასის განუშტოებელი ჩონჩხის ალკანების ნარევის (ფრანც ფიშერი*, ჰანს ტროპში†, 1913-1926 წწ).

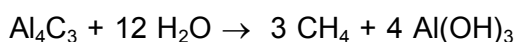


შემდგომში აღნიშნული მეთოდი კიდევ უფრო დაიხვეწა და შესაძლებელი გახდა ინდივიდუალური ალკანების მიღებაც. როგორც ივარაუდება, რეაქციას საფუძვლად უდევს CO–ს სორბცია კატალიზატორის ზედაპირზე, რასაც მოსდევს ჯერ კარბენების, შემდეგ კი მეთილის რადიკალების წარმოქმნა. ამ უკანასკნელთა ურთიერთქმედებით მიიღება ალკანური ნახშირბადოვანი ჯაჭვი, რომელიც ნელ–ნელა იზრდება სიგრძეში (ფრანც ფიშერი, ჰ. პიხლერი‡).



2.9-D. კარბიდული მეთოდი

მეთანის მიღება შესაძლებელია კარბიდული მეთოდითაც. კერძოდ, ალუმინის კარბიდი წყალთან რეაქციით იძლევა მეთანს.



2.9-E. ალკილჰალოგენიდების აღდგენა

მრავალი ალკილჰალოგენიდი ურთიერთქმედებს თუთიასთან განზავებული მუჟავების თანაობისას ალკანების წარმოქმნით. აღნიშნულ

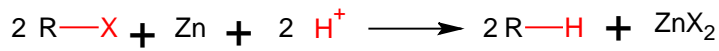
* ფრანც ფიშერი **Franz Fischer** (1852-1932) – გერმანელი ქიმიკოსი

□ ჰანს ტროპში **Hans Tropsch** (1889-1935) – ჩეხი მეცნიერი

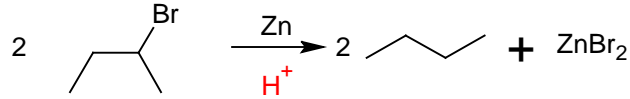
□ ჰ. პიხლერი (**Helmut Pichler**) (1904-1974) – გერმანელი ქიმიკოს–ორგანიკოსი, სწავლობდა ორგანული ნაერთების სინთეზს ნარშირბადის ოქსიდისა და წყალბადის საფუძველზე. შეიმუშავა რუთენიუმის კატალიზატორი, რომელიც იძლევა ნორმალური მყარი ალკანებს 100%-იანი გამოსავლიანობით.

რეაქციაში თუთია ასრულებს აღმდგენელის როლს და ჰალოგენის ატომს ანაცვლებს წყალბადის ატომით.

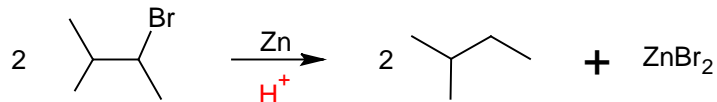
რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითები:



მეორ-ბუტილბრომიდი ბუტანი

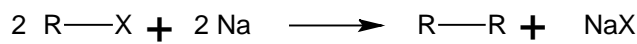


2-ბრომ-3-მეთილბუტანი 2-მეთილბუტანი

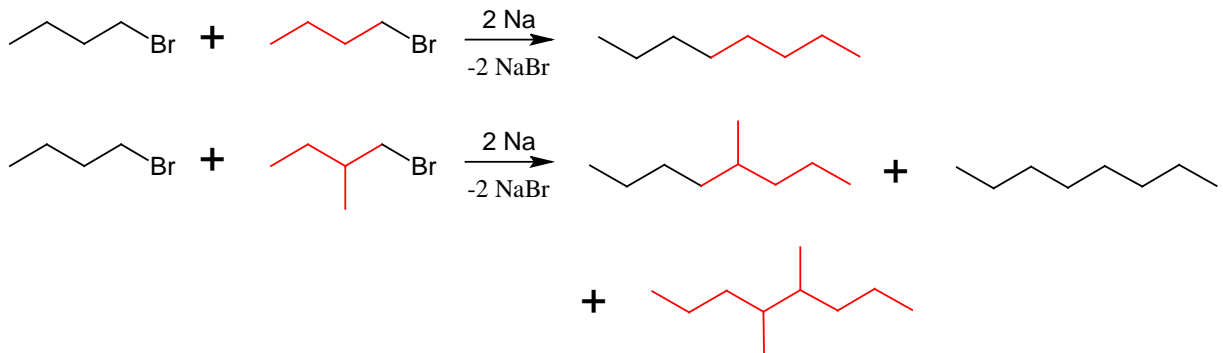
2.9-F. ალკილჰალოგენიდების ურთიერთქმედება ნატრიუმთან

ალკილჰალოგენიდები ადვილად ურთიერთქმედებენ ნატრიუმთან (უფრო ადვილად კალიუმთან). რეაქციის შედეგად მიიღება ალკანი და ნატრიუმის ჰალოგენიდი (ა. ვიურცი*, 1855 წ):

რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითები:



* შარლ ვიურცი (Charles-Adolphe Wurtz) (1817–1884) – ფრანგი ქიმიკოს-ორგანიკოსი და პედაგოგი. ორგანული სინთეზის ერთ-ერთი ფუძემდებელი. მან პირველმა მიიღო ამიაკის ორგანული ნაწარმები – მეთილამინი და ეთილამინი.

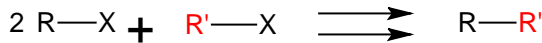
2.9-6. ალკანების სინთეზი დიალკილკუპრატებიდან



შარლ ვიურცი
Charles-Adolphe Wurtz
1817–1884

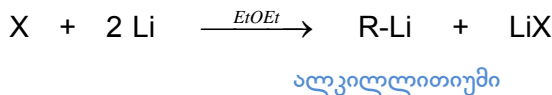
ალკანების სინთეზის ერთ-ერთი ყველაზე პრაქტიკული მეთოდი შემუშავებულია კორეის^{*}, პოზნერის[†], უაითსაილისა[‡] და ჰაუზის[§] მიერ. ორი ალკილჰალოგენიდიდან ლითიუმისა და სპილენძის იოდიდის თანმიმდევრობითი ურთიერთქმედებით მიიღება ალკანი.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



რეაქცია მიმდინარეობს რამდენიმე სტადიად. მიზნობრივი ალკანის მისაღებად ერთი მოლეკულა ალკილჰალოგენიდი უნდა იქნას გარდაქმნილი შესაბამის დიალკილკუპრატში.

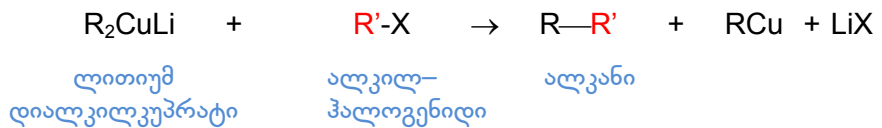
პირველ საფეხურზე ალკილჰალოგენიდს ამუშავებენ მეტალური ლითიუმით და იღებენ ლითიუმორგანულ ნაერთს – ალკილლითიუმს.



შემდეგ სტადიაზე ალკილლითიუმს ამუშავებენ სპილენძის იოდიდით. ალკილლითიუმი გარდაიქმნება დიალკილკუპრატში.



მიღებული ლითიუმის დიალკილკუპრატი ურთიერთქმედებს ალკილჰალოგენიდის მეორე მოლეკულასთან და წარმოიქმნება მიზნობრივი ალკანი.



რეაქციის მაღალი გამოსავლიანობა მიიღწევა იმ შემთხვევაში, როდესაც R'-X ჰალოგენალკანად გამოყენებულია მეთილჰალოგენიდი, პირველადი ჰალოგენიდი ან მეორეული ციკლოალკილჰალოგენიდი. დიალკილკუპრატის აღნაგობა (ალკი-

* ჰარვარდის უნივერსიტეტი, ნობელის პრემიის ლაურეატი (1990 წ),

‡ ჯონ ჰოპკინსის უნივერსიტეტი

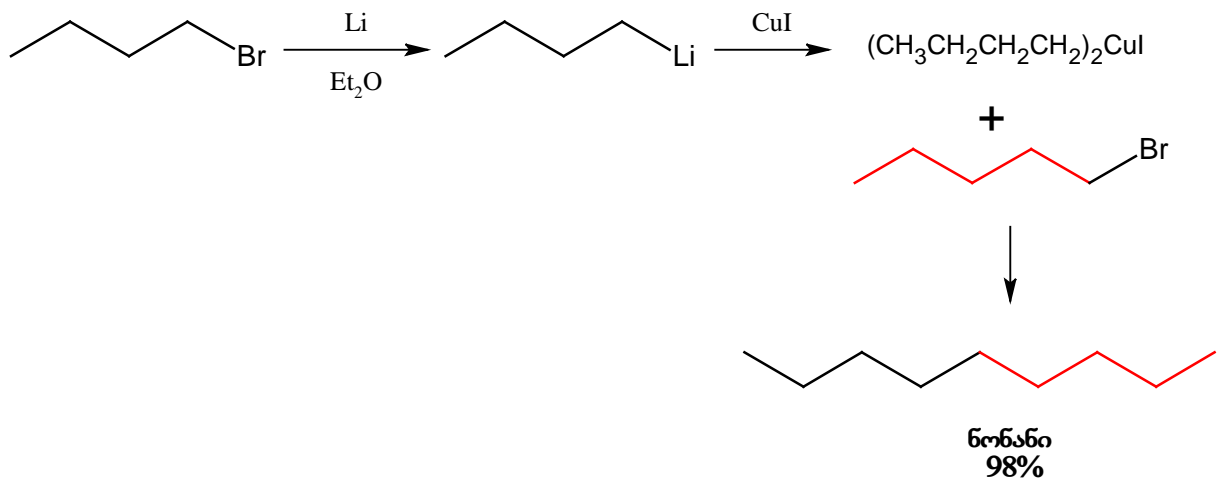
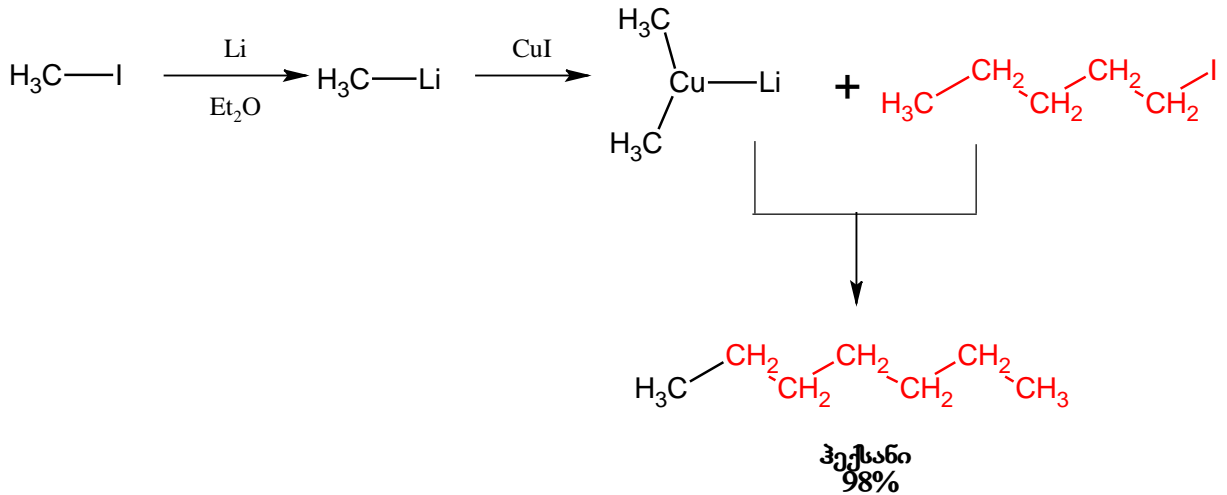
‡ მასსაჩუსეტის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი

§ ჯორჯის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი

ლის ჯგუფის გვარობა) რეაქციის გამოსავლიანობაზე გავლენას არ ახდენს.

რა მნიშვნელოვანი განსხვავებაა ვიურცის რეაქციასა და დიალკილკუპრატულ მეთოდს შორის? რა განაპირობებს ამ უკანასკნელის უპირატესობას მაშინ, როდესაც ბოლო შემთხვევაში რეაქცია მრავალსტადიანია და მოითხოვს ძვირადღირებული რეაგენტების გამოყენებას?

კონკრეტული მაგალითები:



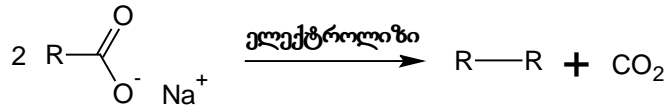
2.9-H. კარბონმჟავების მარილების ელექტროლიზი

ა. კოლბეს* მიერ აღმოჩენილი იქნა, რომ კარბონმჟავების მარილების ელექტროლიზის დროს ანოდზე გამოიყოფა CO₂ და ალკანი.

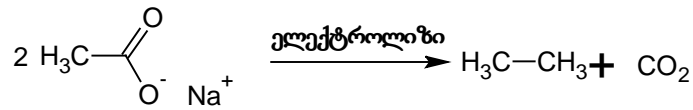
* ადოლფ კოლბე (Adolph Wilhelm Hermann Kolbe) (1818 –1884) - გერმანელი ქიმიკოსი

მოყვნილ რეაქციაში (კოლბეს ელექტროსინთეზი) ანოდზე კარბონმუაჟა იჟანგება (გასცემს ელექტრონს), რის შედეგადაც მიიღება თავისუფალი რადიკალი. აღნიშნული რადიკალი იშლება CO₂-ის გამოყოფით და მიიღება ალკილის რადიკალი. ორი ალკილის რადიკალის გაერთიანებით მიიღება ალკანი.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



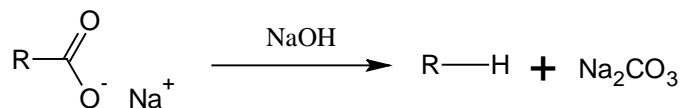
კონკრეტული მაგალითები:



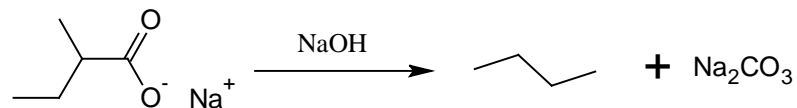
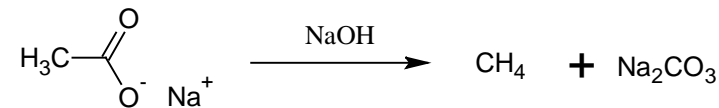
2.9-ი. კარბონმუაჟების დეკარბოქსილირება

კარბონმუაჟების მარილების 250-300°C-ზე გაცხელებით ტუტეების თანაობისას მიმდინარეობს დაშლის რეაქცია, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ალკანი და გამოიყოფა CO₂.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



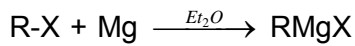
კონკრეტული მაგალითები:



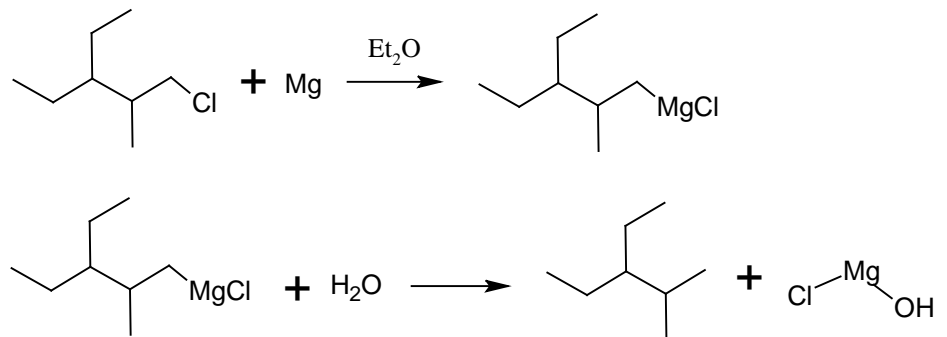
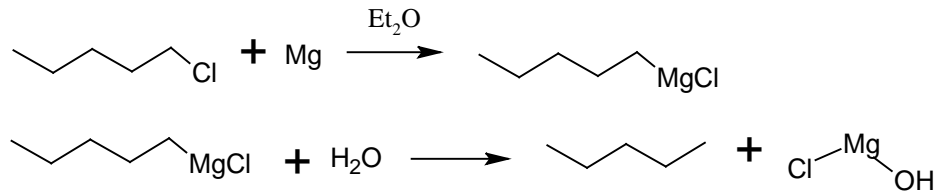
2.9-ს. გრინიარის რეაგენტის ჰიდროლიზი

ალკილჰალოგენიდებიდან ალკანების მიღება შესაძლებელია გრინიარის რეაგენტის გამოყენებით. ალკილჰალოგენიდზე მეტალური მაგნიუმის მოქმედებით უწყლო ეთერის არეში მიიღება ძლიერ რეაქციისუნარიანი მაგნიუმორგანული ნაერთი – გრინიარის რეაგენტი. მისი წყლით დამუშავება იძლევა შესაბამისი ალნაგობის ალკანს.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



რეაქციის კონკრეტული მაგალითი:



შეამოწმეთ საკუთარი ცოდნა

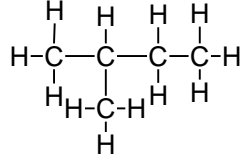
1. რომელ ნახშირწყალბადებს ეწოდებათ ალკანები?
2. რა არის ალკანების ჰომოლოგიური რიგის ფორმულა?
3. რომელი კლასის ნაერთებია პარაფინები?
4. ჩამოთვალეთ ალკანების გამოყენების სფეროები
5. სად არის გავრცელებული ალკანები?
6. რომელ ჰიბრიდულ მდგომარეობაში იმყოფება ნახშირბადატომი ალკანებში?
7. როგორი ბმის ტიპები გვხვდება ალკანებში? როგორ წარმოიქმნება ისინი?
8. როგორი სტრუქტურული ფორმულის მატარებელია ნორმალური ანუ განუშტოებელი ალკანები?
9. როგორი სტრუქტურული ფორმულის მატარებელია განშტოებელი ალკანები?
10. რას შეადგენს კუთხის სიდიდე ალკანებში?
11. რა ტიპის იზომერია არის დამახასიათებელი ალკანებისათვის? რომელ ალკანებს არ აქვთ იზომერები და რატომ?
12. ჩამოაყალიბეთ ალკანების ნომენკლატურის პრინციპები?
13. დაასახალებეთ ალკანების ჰომოლოგიური რიგის პირველი ათი წარმომადგენელი
14. რას ეწოდება ჰომოლოგიური მწკრივი?
15. რა არის ჰომოლოგიური სხვაობა?
16. რა არის ალკილის ჯგუფი? როგორ სახელდება იგი?
17. რომელი ჩამნაცვლებელი უფრო წინ დასახელდება იზოპროპილი თუ მეორეული-ბუტილი?
18. რა განსხვავებაა სისტემატურსა და IUPAC-ის ნომენკლატურებს შორის?
19. ალკანებში როგორი ტიპის წყალბადატომები გვხვდება?
20. როგორი აგრეგატული მდგომარეობა აქვთ ნორმალურ პირობებში ალკანებს?
21. რაზე არის დამოკიდებული ალკანების დუილის ტემპერატურა?
22. რაზე არის დამოკიდებული ალკანების ლღობის ტემპერატურა?
23. როგორ არის დამოკიდებული ალკანების დუილის ტემპერატურა მათ აღნაგობაზე?
24. რა არის კონფორმაციული ანალიზი?
25. რა სახის კონფორმერებია დამახასიათებელი ეთანისა და პროპანისათვის?
26. რა სახის კონფორმერებია დამახასიათებელი ბუტანისათვის?
27. რა არის ნიუმენის პროექცია და რისთვის გამოიყენება?
28. რამ არის განსხვავებული პოტენციური ენერჯის მრუდი ეთანის, პროპანისა და ბუტანისათვის?
29. რატომ აქვთ ალკანებს შეზღუდული რეაქციისუნარიანობა?
30. ჩამოაყალიბეთ რადიკალური ჩანაცვლების რეაქციების განსაზღვრება
31. რას გვიჩვენებს წვის სითბო.

32. ბუტანის წვისას უფრო მეტი სითბო გამოიყოფა ვიდრე მეთანის წვისას. ახსენით მიზეზი.
33. რა გამოყენება აქვს რადიკალურ რეაქციებს მრეწველობაში?
34. რა პროცესებია დაკავშირებული რადიკალურ რეაქციებთან ცოცხალ ორგანიზმებში?
35. როგორ გამოისახება ელექტრონული წყვილის გადაადგილება ქიმიურ რეაქციებში?
36. როგორ გამოისახება ელექტრონის გადაადგილება ქიმიურ რეაქციებში?
37. როგორ მიმდინარეობს ჰალოგენების ჰომოლიზური გახლეჩა?
38. მოიყვანეთ ალკანების ჰალოგენირების რეაქციის მექანიზმი.
39. რა სიმბოლოებით აღინიშნება რადიკალური ჩანაცვლების რეაქციები?
40. რითი ახსნით ბრომის ალკანებთან ურთიერთქმედების სელექციურობას ქლორთან შედარებით?
41. რას ეწოდება ჯაჭვური რეაქციები?
42. რამდენი საფეხურისაგან შედგება ალკანების ჰალოგენირების რეაქცია? ჩამოთვალეთ თითოეული საფეხური.
43. დაალაგეთ ალკანების ჰალოგენირების რეაქციაში აქტიურობის შემცირების მიხედვით ჰალოგენები.
44. რა არის აქტივაციის ენერჯია?
45. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკანების ფთორირების რეაქცია?
46. ახსენით, რატომ არ მიმდინარეობს ალკანების პირდაპირი იოდირება.
47. დანერეთ C_4H_{10} შედგენილობის რადიკალები და დაალაგეთ მდგრადობის შემცირების მიხედვით.
48. რას ეწოდება სულფოქლორირების რეაქცია?
49. ალკანების სულფოქლორირების რეაქციაში რომელი ნაწილაკი არის რეაქციის ინიციატორი?
50. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკანების სულფოქლორირების რეაქცია?
51. რა პრაქტიკული დანიშნულება გააჩნია ალკანების სულფოქლორირების რეაქციას?
52. რას ეწოდება სულფოდაჟანვის რეაქცია?
53. ალკანების სულფოდაჟანვის რეაქციაში რომელი ნაწილაკი არის რეაქციის ინიციატორი?
54. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკანების სულფოდაჟანვის რეაქცია?
55. რა პრაქტიკული დანიშნულება გააჩნია ალკანების სულფოდაჟანვის რეაქციას?
56. რომელი შუალედური ნაერთი წარმოიქმნება ალკანების სულფოდაჟანვის რეაქციისას?
57. რომელი რეაქცია ატარებს კონვალოვის სახელს?
58. რას ეწოდება ნიტრირების რეაქცია?
59. ალკანების ნიტრირების რეაქციაში რომელი ნაწილაკი არის რეაქციის ინიციატორი?
60. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკანების ნიტრირების რეაქცია?
61. რა პრაქტიკული დანიშნულება გააჩნია ალკანების ნიტრირების რეაქციას?
62. რომელი თანაური პროდუქტების წარმოიქმნება ალკანების ნიტრირებისას?
63. რას ეწოდება სულფირების რეაქცია?

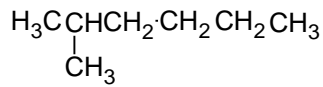
64. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკანების სულფირების რეაქცია?
65. რა პრაქტიკული დანიშნულება გააჩნია ალკანების სულფირების რეაქციას?
66. რომელ რეაქციას ეწოდება კრეკინგი? რა პრაქტიკული დანიშნულება აქვს მას?
67. ჩამოთვალეთ კატალიზატორები, რომელთა საშუალებითაც მიმდინარეობს ალკანების იზომერიზაცია.
68. დაასახელეთ ალკანების მიღების ყველაზე იაფი მეთოდი.
69. რა პირობებშია შესაძლებელი ალკანების ჰიდრირება?
70. რომელ რეაქციას უწოდებენ „ქვანახშირის გათხევადებას“?
71. რომელი რეაქცია ატარებს ფიშერ–ტროჰშის სახელს. რა პრაქტიკული დანიშნულება გააჩნია მას?
72. რა როლი აკისრია ნიკელის კატალიზატორს ფიშერ–ტროჰშის რეაქციაში?
73. მიიღეთ მეთანი კარბიდული მეთოდით?
74. როგორ მიიღება ალკილჰალოგენიდებიდან ალკანები იმავე რაოდენობის ნახშირბადატომებით?
75. რომელი რეაქცია ატარებს ვიურცის სახელს?
76. მიიღეთ ჰექსანი დიალკილკუპრატების გამოყენებით.
77. რომელი რეაქცია ატარებს კოლბეს სახელს?
78. მიიღეთ ოქტანი კოლბეს რეაქციის გამოყენებით.
79. რატომ მიიღება განხვავებული პროდუქტები ძმარმჟავანატრიუმის მარილის ელექტროლიზისა და თერმოლიზის რეაქციების შედეგად?

დამოუკიდებელი სამუშაო

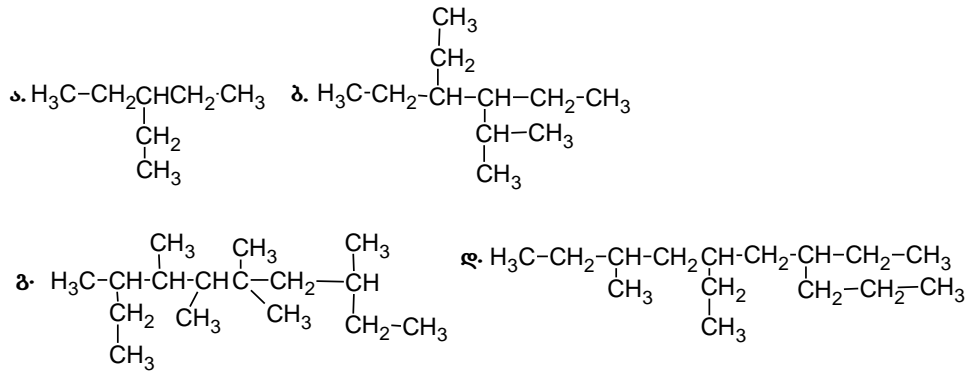
1. დაწერეთ ქვემოთმოყვანილი ნაერთის შემოკლებული ფორმულა



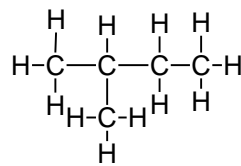
2. გამოსახეთ ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურული ფორმულა ალტერნატიული ფორმებით:



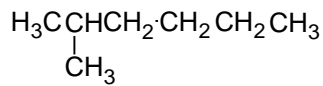
3. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით



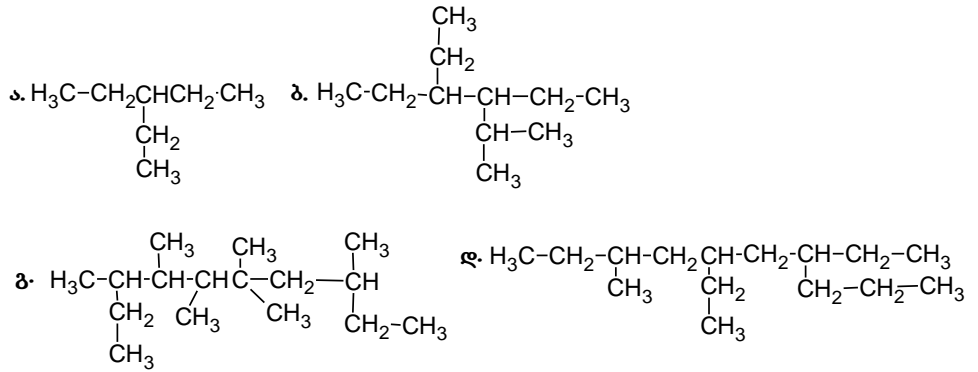
4. დაწერეთ ქვემოთმოყვანილი ნაერთის შემოკლებული ფორმულა



5. გამოსახეთ ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურული ფორმულა ალტერნატიული ფორმებით:



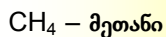
6. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით



IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით ნაერთის დასახელებისას დაცული უნდა იქნას შემდეგი პრინციპები თანმიმდევრობით:

- ✓ მოიძებნოს ყველაზე გრძელი ნახშირბადოვანი ჩონჩხი
- ✓ შერჩეულ იქნას ძირითადი ჩონჩხის ნუმერაცია
- ✓ მოიძებნოს და დასახელდეს ჩამნაცვლებლები
- ✓ დასახელდეს ძირითადი ჩონჩხი

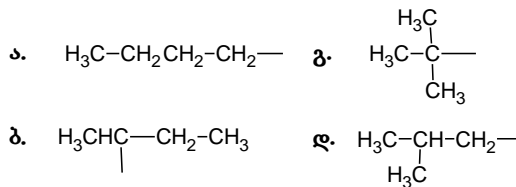
ჩამნაცვლებლები წარმოადგენენ რადიკალებს. მათი დასახელება წარმოებს შესაბამისი ალკანის „ან“ სუფიქსის „ილ“ სუფიქსად შეცვლით. მაგალითად:



7. დანერეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

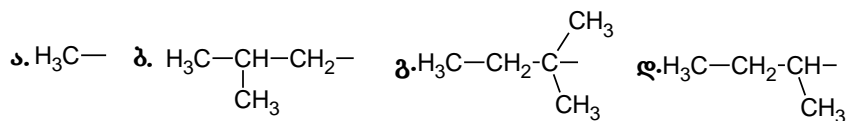
- ა. 2-ქლორბუტანი (მეორეული ბუტილქლორიდი)
- ბ. 5-მეთილ-1-ქლორჰექსანი
- გ. ტრიქლორმეთანი (ქლოროფორმი)
- დ. 2-ფეთორპროპანი (იზოპროპილფეთორიდი)

8. განლაგეთ ბუტილის ყველა იზომერული რადიკალი თერმული მდგრადობის მიხედვით. ახსენით მიზეზი.

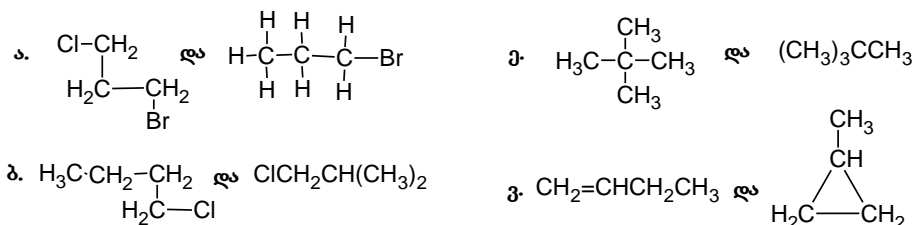


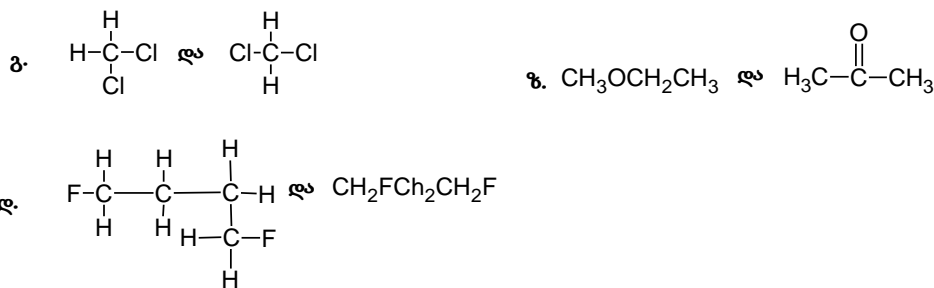
9. დაალაგეთ მდგრადობის შემცირების მიხედვით ყველა ის რადიკალი, რომელიც წარმოიქმნება 2-მეთილბუტანისაგან ერთი ატომი წყალბადის ჩამოცილებით.

10. ქვემოთ მოყვანილი რადიკალები დაალაგეთ მდგრადობის შემცირების მიმართულებით.



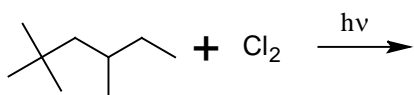
11. შეადარეთ თვითოეული წყვილი და აღნიშნეთ რომელი მათგანია იზომერი, რომელია ერთიდაიგივე და რომელია სხვადასხვა ნაერთი:





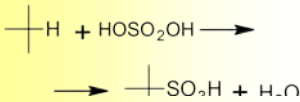
რადიკალების ტრივიალური დასახელებები: იზოპროპილი, იზობუტილი, მეორეული ბუტილი, მესამეული ბუტილი და ნეოპენტილი ცნობილია IUPAC-ის ნომენკლატურის მიერაც.

12. დაწერეთ ეთანის მონოჰალოგენირების პირველი შუალედური საფეხური.
13. მეთანის ქლორირების დროს რეაქციის პროდუქტებში აღმოჩენილ იქნა ქლორეთანის კვალიც როგორ წარმოიქმნება იგი და რაზე მიანიშნებს მისი წარმოქმნა?
14. ქვემოთ ჩამოთვლილი ალკანები ქლორირებით იძლევა მხოლოდ ერთ მონოჩანაცვლებულ პროდუქტს ამ ინფორმაციის საფუძველზე დაადგინეთ თვითოეული მათგანის აღნაგობა:
 - ა. C_8H_{18} ; ბ. C_5H_{12}
15. დაწერეთ შემდეგი ნახშირწყალბადისათვის ნიტრირების რეაქციები:
 - ა. ეთანი. ბ. პროპანი. გ. 3-მეთილპენტანი. დ. 2,2-დიმეთილბუტანი.
16. რომელი ნახშირწყალბადი - ნ-პენტანი თუ 2-მეთილბუტანი ნიტრირდება უფრო ადვილად კონოვალოვის რეაქციის პირობებში? პასუხი დაასაბუთეთ.
17. დაწერეთ ნაერთები რომლებიც მიიღებიან ქვემოთ მოყვანილი ალკანის მონოქლორირებით ოთახის ტემპერატურაზე (სტერეოიზომერები მხედველობაში არ მიიღება)



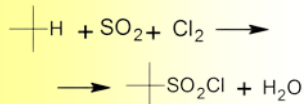
18. რომელი პროდუქტი მიიღება უდიდესი გამოსავლიანობით?
19. რომელი პროდუქტი მიიღება უდიდესი გამოსავლიანობით თუ ქლორირების ნაცვლად ჩავატარებთ ბრომირების რეაქციას?
20. რომელი პროდუქტი მიიღება მეთანის დაუანგვით სხვადასხვა პირობებში? რა არის უანგვითი რიცხვი? განიხილეთ უანგვითი რიცხვი მეთანის დაუანგვის პროდუქტების მაგალითზე
21. ცალ-ცალკე დაწვევს 2 ლ მეთანი და 1 ლ პროპანი. რომელ შემთხვევაში წარმოიქმნება მეტი მოცულობის ნახშირორჟანგი? რამდენჯერ მეტია მისი მოცულობა?
22. ძირითადად რომელი ნახშირწყალბადები მიიღება მეტალური ნატრიუმის მოქმედებით შემდეგ ნაერთებზე:

ალკანები წარმოქმნიან ალკანსულფომჟაჟებს ანუ ლეტერგენტებს

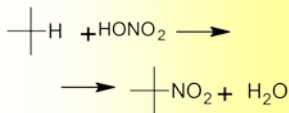


პარაფინები არის ალკანების ისტორიული დასახელება. "Parum Affinus" ნიშნავს „უმოქმედოს“.

სულფოდაჟანგვის რეაქციის ანალოგიურად მიმდინარეობს სულფოქლორირების რეაქცია



ალკანები ურთიერთქმედებენ აზოტმჟავასთან ნიტროწარმოებულების წარმოქმნით:



- ა. მეთილიოდიდი და იზობუტილიოდიდი
- ბ. ეთილიოდიდი და იზოპროპილიოდიდი
- გ. პროპილბრომიდი და მეორეული ბუტილბრომიდი
- დ. პროპილბრომიდი და იზოპროპილბრომიდი

23. მიიღეთ 3-ეთილპენტანი შემდეგი ნაერთებიდან:

- ა. უჯერი ნაერთის ჰიდრირებით
- ბ. ჰალოგენწარმოებულის აღდგენით
- გ. გრინიარის რეაგენტის გამოყენებით
- დ. კარბონმჟავა ნატრიუმის მარილის მშრალი გამოხდით

24. ქვემოთ მოყვანილი მაგნიუმორგანული ნაერთებიდან მიიღეთ შესაბამისი ნახშირწყალბადები:

- ა. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgBr}$
- ბ. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{MgBr}$
- გ. $(\text{CH}_3)_3\text{CMgBr}$

25. რომელი ნახშირწყალბადები მიიღებიან ელექტროლიზისა და ტუტესთან შეღღობის რეაქციებით:

- ა. ერბომჟავას ნატრიუმის მარილიდან.
- ბ. იზოერბომჟავას ნატრიუმის მარილიდან.

26. დაწერეთ პარაფინების მიღების რეაქციათა ტოლობები რომლის დროსაც ნახშირბადატომების რიცხვი:

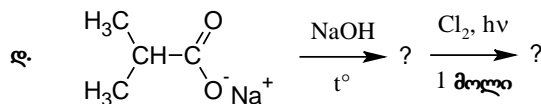
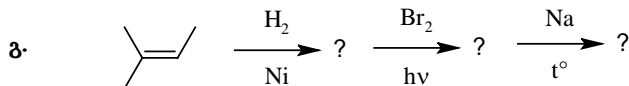
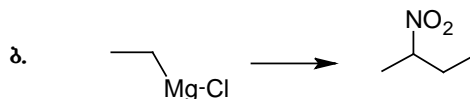
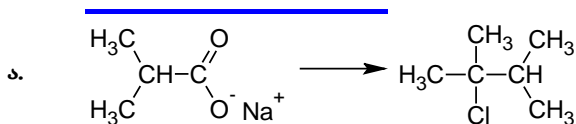
- ა. იზრდება ორჯერ ბ. მცირდება ერთითუ გ. რჩება იგივე

27. რა მოცულობით (ნ.პ.) მეთანი მიიღება 41 გ. უწყლო ძმარმჟავა ნატრიუმის შეღღობით ნატრიუმის ტუტესთან.

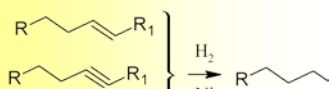
28. დაადგინეთ კარბონმჟავას აღნაგობა თუ მისი ტუტესთან შეღღობით წარმოიქმნება იზობუტანიბ ხოლო მისი მარილის წყალხსნარის ელექტროლიზით მიიღება 2,5-დიმეთილპექსანი. დაწერეთ რეაქციათა განტოლებები.

29. როგორი აღნაგობა შეიძლება ჰქონდეს C_8H_{18} შედგენილობის ნახშირწყალბადს თუ ის შეიძლება მიღებულ იქნას ვიურცის რეაქციით პირველადი ჰალოგენალკილიდან, ხოლო მისი ნიტრირებით კი მიიღება მესამეული ნიტრონაერთიყ დაწერეთ რეაქციათა ტოლობები.

30. განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



ალკანების მიღება შეიძლება ნებისმიერი უჯვარი ნაერთის კატალიზური აღდგენით:



31. დაასახალოთ ალკანები რომლებიც მიიღებიან ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების შედეგად.

- ა. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I} + \text{HI} \xrightarrow{\text{t}}$
- ბ. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{t}]{\text{Na}}$
- გ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{t}]{\text{Na}}$
- დ. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{ეთერი}]{\text{Mg}} \dots \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$
- ე. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{Ni}]{\text{H}_2}$
- ვ. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COONa} \xrightarrow[2\text{H}_2\text{O}]{\text{ელექტროლიზი}}$
- ზ. $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{შეღობა}}$

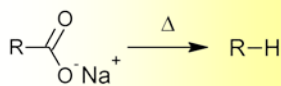
32. რომელი რეაქციების საშუალებით განახორციელებთ შემდეგ გარდაქმნებს:

- ა. პროპანი → 2,3-დიმეთილბუტანი
- ბ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow 2\text{-ნიტრობუტანი}$
- გ. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow 2\text{-ბრომ-2-მეთილბუტანი}$

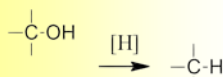
33. ჩაატარეთ ქვემოთ მოყვანილი გარდაქმნები და დაასახელოთ მიღებული საბოლოო ნაერთები:

- ა. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COONa} \xrightarrow[2\text{H}_2\text{O}]{\text{ელექტროლიზი}} \dots \xrightarrow[\text{1 მოლი}]{\text{Cl}_2, \text{h}\nu} \dots \xrightarrow[\text{t}]{\text{Na}} \dots$
 $\xrightarrow[\text{t}]{\text{HOSO}_3\text{H}} \dots$
- ბ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{COONa} \xrightarrow[\text{t}]{\text{NaOH}} \dots \xrightarrow[\text{1 მოლი}]{\text{Cl}_2, \text{h}\nu} \dots \xrightarrow[\text{t}]{\text{Na}} \dots$
 $\xrightarrow[\text{t}]{2\text{HNO}_3(\text{განზ})} \dots$
- გ. $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHCH}_3 \xrightarrow[\text{Ni}]{\text{H}_2} \dots \xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Br}_2} \dots \xrightarrow[\text{t}]{\text{Na}} \dots \xrightarrow[\text{t}]{\text{Cr}_2\text{O}_3} \dots$

კარბონმჟავების მშრალი გამოზდა (გაცხელება მყარ NaOH-თან ერთად) იძლევა ალკანებს. ამავდროულად ნახშირბადოვანი ჩონჩხის სიგრძე მცირდება ერთი ნახშირბადით!



ალკანების მიღება შეიძლება ჟანგბადატომის შემცველი (სპირტები, ალდეჰიდები, კეტონები, მჟავები) ორგანული ნაერთების კატალიზური აღდგენით



თავი 3.

- ✓ უჯარი ნახშირწყალბადები
- ✓ ალკენები

3.1. შესავალი

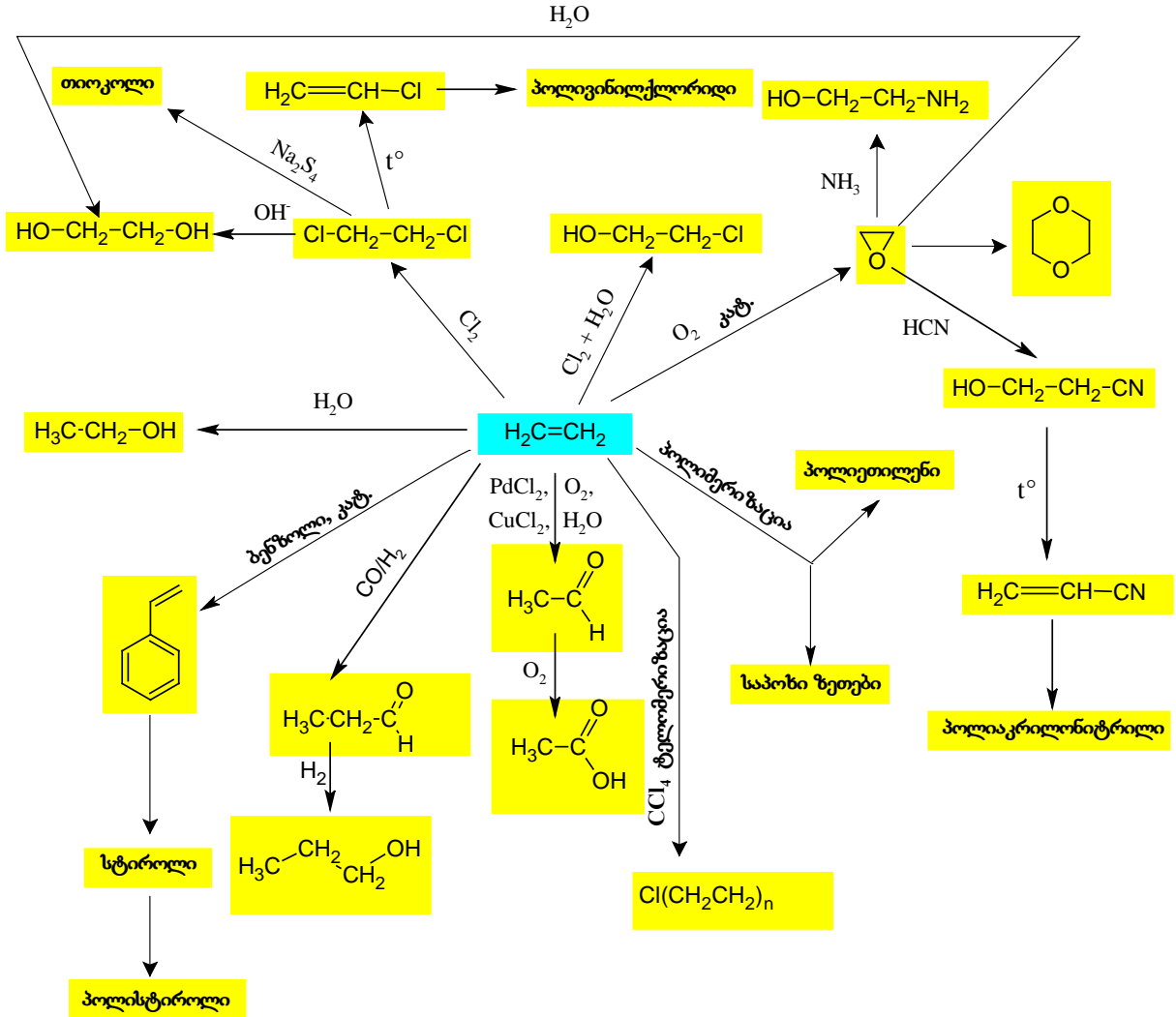
ალკენები ეწოდება უჯერ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n} , მოიცავენ მხოლოდ ერთ ორმაგ ბმასა და sp^2 -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომებს. ალკენების ისტორიული დასახელებაა **ოლეფინები** (ლათინური: *Oleum* გეთი, *facere* კეთება).

3.2. ალკენების გამოყენება

ალკენები ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაერთებია ორგანული სინთეზისა და ორგანულ ნაერთთა ტექნოლოგიისათვის. ალკენებიდან, როგორც რეაქციისუნარიანი ნაერთებიდან, შესაძლებელია მრავალი ღირებული ნაერთის სინთეზი, რომელთა შორის შეიძლება აღინიშნოს სპირტები, დიჰალოგენიდები, ჰალოგენჰიდრიდები, ალდეჰიდები, კეტონები, კარბონმჟავები, ეპოქსიდები, გამსხნელები და სხვა. ალკენების ერთ-ერთი უმთავრესი გამოყენების არეალია მა-

ღალმობლეკულოური ნაერთების (პოლიმერების) – პოლიეთილენის, პოლიპროპილენის, პოლივინილქლორიდის, პოლისტიროლის და სხვათა ტექნოლოგია.

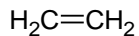
აღკენების გამოყენების არასრული არეალი სქემატურად მოცემულია ნახაზი 3-1-ზე.



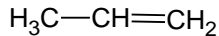
ნახაზი 3-1. ალკენების (ეთენის) გამოყენების არეალი ორგანულ სინთეზსა და ორგანულ ტექნოლოგიაში

3.3. ალკენების ნომენკლატურა

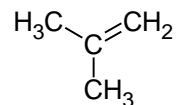
ალკენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლები-სათვის IUPAC-ის დასახელებასთან ერთად ჯერ კიდევ აქტიურად გამოიყენება ისტორიული დასახელებები. მაგალითად:



IUPAC: ეთენი
ტრивиალური: ეთილენი



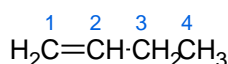
IUPAC: პროპენი
ტრивиალური: პროპილენი



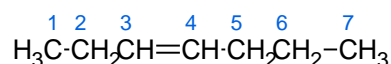
IUPAC: 2-მეთილპროპენი
ტრивиალური: იზობუტილენი

ალკენების დასახელებისას IUPAC-ის პრინციპების მიხედვით უნდა დავიცვათ შემდეგი წესი:

1. მოიძებნოს ყველაზე გრძელი ნახშირდაბოვანი ჩონჩხი, რომელიც მოიცავს ორმაგ ბმას და შესაბამისი ალკანის დასახელებაში „ან“ სუფიქსი შეიცვალოს „ენ“ სუფიქსით. მაგალითად, ბუტანი ⇒ ბუტენი, პროპანი ⇒ პროპენი.
2. დაინომროს ყველაზე გრძელი ორმაგი ბმის შემცველი ნახშირდაბოვანი ჩონჩხი იმ ბოლოდან, სადაც ახლოსაა ორმაგი ბმა:

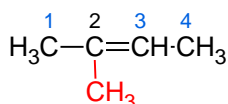


1-ბუტენი
(არასწორია 3-ბუტენი)

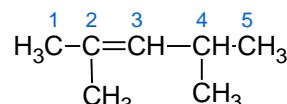


3-ჰეპტენი
(არასწორია 4-ჰეპტენი)

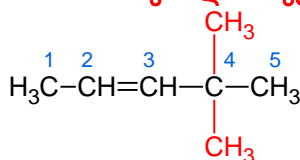
3. დასახელდეს ყველა ის ჩამნაცვლებელი, რომელიც ჩანაცვლებულია ძირითად ჩონჩხში. მათი დასახელება წარმოებს ალკანების ნომენკლატურის ანალოგიურად.



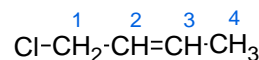
2-მეთილ-2-ბუტენი
(არასწორია 3-მეთილ-2-ბუტენი)



2,4-დიმეთილ-2-ჰენტენი
(არასწორია 2,4-მეთილ-3-ჰენტენი)



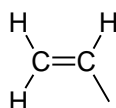
4,4-დიმეთილ-2-ჰექსენი
(არასწორია 4,4-დიმეთილ-3-ჰექსენი)



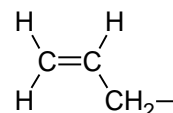
1-ქლორ-2-ბუტენი
(არასწორია 4-ქლორ-2-ბუტენი)

3.3-A. ალკენური ჯგუფების დასახელება

ალკენების ჯგუფების დასახელებისას „ენ“ სუფიქს ემატება „ილ“ სუფიქსი.



IUPAC: ეთენილი
ტრივალური: ვინილი



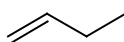
IUPAC: პროპენილი
ტრივალური: ალილი

ზემომოყვანილი ორი ალკენის ჯგუფების დასახელებისათვის დღესაც აქტიურად გამოიყენება ტრივიალური დასახელებები *ვინილი* და *ალილი*.

3.4. ალკენების იზომერია

ალკენებისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა სახის იზომერია. ალკენებმა იზომერები შეიძლება აწარმოონ ჩონჩხის ვარიანტებით (*კონსტიტუციური იზომერია*), ორმაგი ბმის გადაადგილებით (*ორმაგი ბმის მდებარეობის იზომერია*) და ჩამნაცვლებლების სივრცეში ვარიანტებით (*სტერეო იზომერია*).

კონსტიტუციური იზომერები

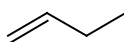


1-ბუტენი

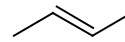


2-მეთილ-1-პროპენი

ორმაგი ბმის მდებარეობის იზომერები

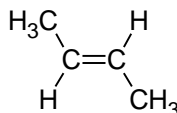


1-ბუტენი

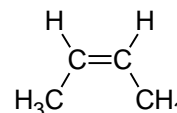


2-ბუტენი

სტერეოიზომერები



ტრანს-2-ბუტენი



ცის-2-ბუტენი

3.4-A. ალკენების სტერეოიზომერების ნომენკლატურა

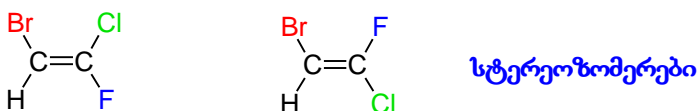
როდესაც ალკენებში ორმაგ ბმასთან არსებულ ნახშირბადატომებთან ჩანაცვლებულია ორი განსხვავებული ჩამნაცვლებელი, შესაძლებელია ორი სხვადასხვა სტერეოიზომერის დანერა. სტერეოიზომერს, რომელშიც ჩამნაცვლებლები ორმაგი ბმის სიბრტყის მიმართ ერთ მხარეს არიან განთავსებულნი, ეწოდება *ცის*-იზომერი, ხოლო როდესაც ჩამნაცვლებლები სიბრტყის სხვადასხვა მხარეს არიან ორიენტირებულნი – *ტრანს*-იზომერი.



პრეფიქსები – „ტრანს“ და „ცის“ ტექსტიდან გამოიყოფა დეფიზის საშუალებით.

3.4-B. ალკენების დიასტერეომერების აღნიშვნის (E)-(Z) სისტემა

ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურა ორმაგ ბმასთან არსებულ ნახშირბადატომებთან მოიცავს განსხვავებულ ჩამნაცვლებლებს. აქედან გამომდინარე, მას გააჩნია სტერეოიზომერები:



მაგრამ როგორ დავასახელოთ იგი ცის–“ და „ტრანს–“ პრეფიქსების გამოყენებით?

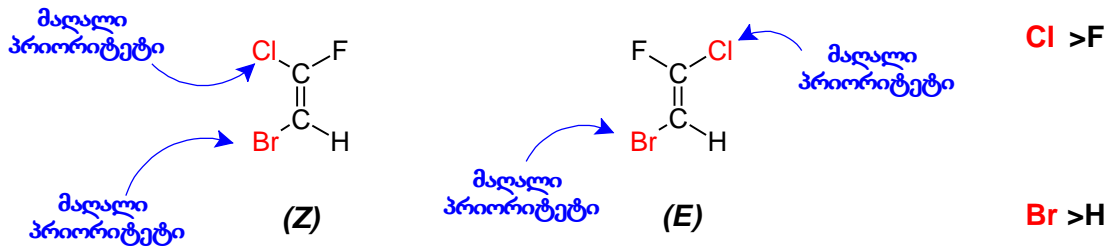
ალკენების სტერეოიზომერების დასახელებისას პრეფიქსები „ცის–“ და „ტრანს–“ გამოსადეგია მხოლოდ მაშინ, როდესაც ორმაგ ბმასთან არსებულ ნახშირბადატომზე მხოლოდ თითო განსხვავებული ჩამნაცვლებელია.

ზემოთ მოყვანილი შემთხვევისათვის გამოიყენება შედარებით უფრო ახალი (და უფრო უნივერსალური) სისტემა, რომელიც (E)-(Z) სისტემის სახელითაა ცნობილი. აღნიშნული სისტემა დაფუძნებულია კან*–ინგოლდ[□]–პრელოგის[□] მიერ შემოთავაზებული ჯგუფების თვისებებზე. (E)-(Z) სისტემის მიხედვით ალკენის დასახელებისას უნდა განისაზღვროს ჩამნაცვლებული ჯგუფების პრიორიტეტი. როდესაც მაღალი პრიორიტეტის მქონე ჩამნაცვლებლები სიბრტყის ერთ მხარეს იქნებიან ჩამნაცვლებული, მაშინ ალკენი წარმოადგენს (Z)-იზომერს (სიმბოლო Z აღებულია გერმანული სიტყვიდან *zusammen* – „ერთად“), ხოლო, როდესაც ჩამნაცვლებლები სხვადასხვა მხარესაა განთავსებული, მაშინ მიიღება (E)-იზომერი (სიმბოლო E აღებულია გერმანული სიტყვიდან *entgegen* – „საწინააღმდეგ“).

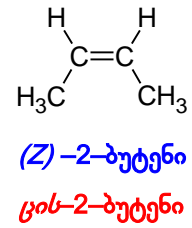
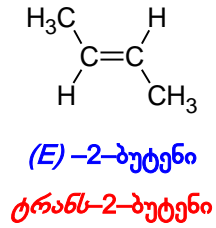
* რობერტ კანი (Robert Sidney Cahn) – (1880-1970) ინგლისელი მეცნიერი,

□ ქრისტეფორ ინგოლდი (Christopher Kelk Ingold) - (1893-1970) ინგლისელი მეცნიერი. მის მიერ იქნა შემოტანილი მექანიზმების თეორიაში მცნებები „ელექტროფილი“, „ნუკლეოფილი“, „რეზონანსული ეფექტი“, აღნიშვნები SN1, SN2, E1 და E2.

□ ვლადიმერ პრელოგი (Vladimir Prelog) – (1906 –1998) ხორვატი მეცნიერი. 1975 წელს მიენიჭა ნობელის პრემია ბუნებრივ ნაერთთა ქიმიისა და სტერეოქიმიის სფეროში გაწეული დამსახურებისათვის.



(E)-(Z) სისტემა უნივერსალური სისტემაა და ამიტომ იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნას *ცის-ტრანს* პრეფიქსების ნაცვლადაც:

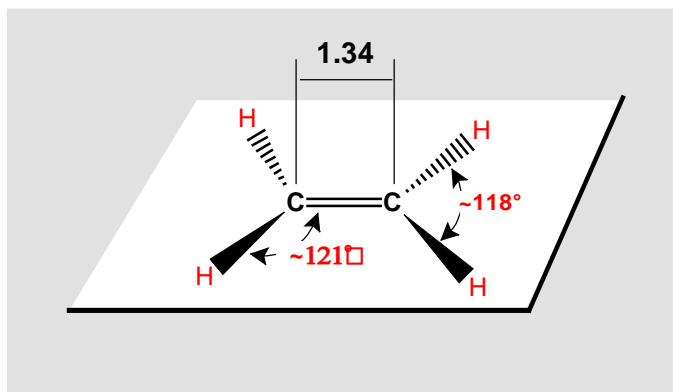


პრეფიქსები *E* და *Z* აუცილებლად მიეთითება ფრჩხილებში ჩასმული და ტექსტიდან გამოიყოფა დეფიზის საშუალებით.

3.5. ალკენების აღნაგობა

ალკენების მოლეკულები მოიცავენ sp^2 -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომებს. ორმაგ ბმასთან არსებული ნახშირბადატომები იმყოფებიან ერთ სიბრტყეში (გაიხსენეთ ბორანის აღნაგობა).

ორმაგი ბმის სიგრძე შეადგენს 1.34 \AA -ს, ხოლო ბმებს შორის კუთხის მნიშვნელობა 120° -ის ტოლია.

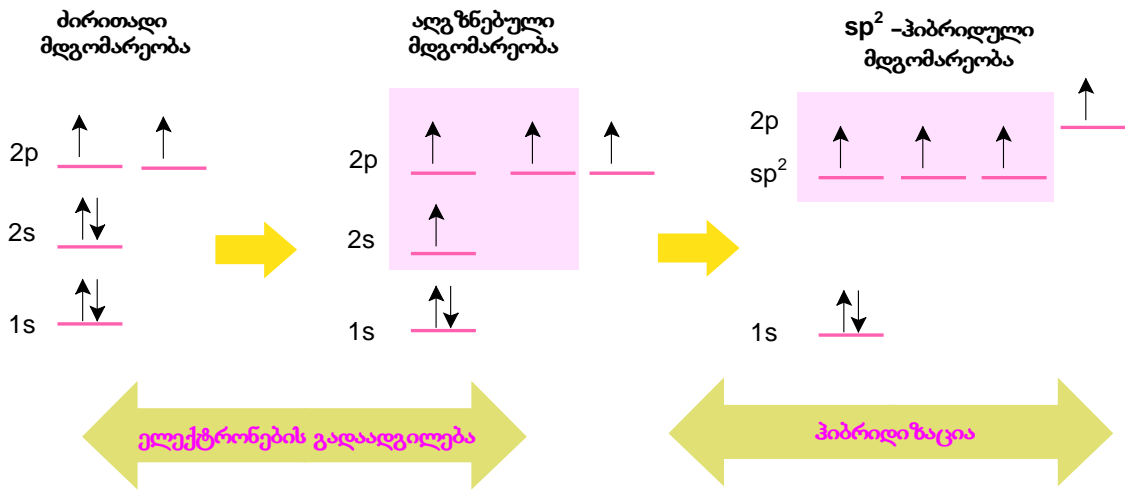


ნახაზი 3-2. ეთენის სტრუქტურა, ბმებს შორის კუთხეები და ბმის სიგრძე

3.5-A. ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია და ალკენების სტრუქტურა

ორმაგი ბმის ფორმირება ნახშირბადატომებს შორის შეიძლება ახსნილი იქნას sp^2 -ჰიბრიდიზაციის მოვლენის საშუალებითაც*. სქემატურად იგი შეიძლება წარმოდგინდეს ნახაზი 3-3-ის საშუალებით. sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალის წარმოქმნაში მონაწილეობას იღებს ერთი $2s$ და $2p$ ელექტრონი. ერთი p -ელექტრონი კი რჩება ჰიბრიდიზაციის გარეშე.

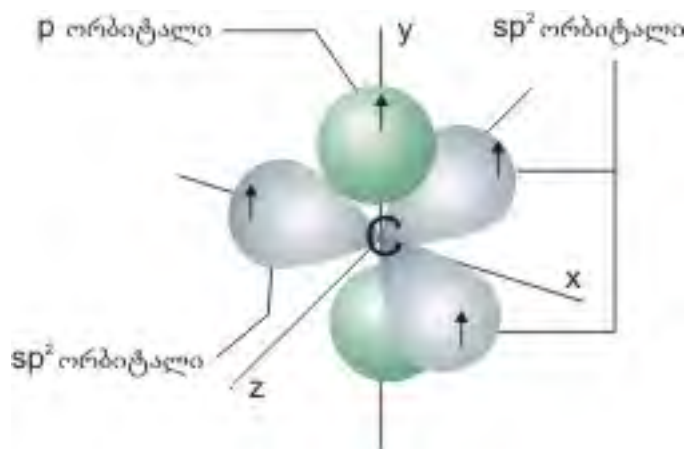
* ნახშირბადის ატომებს შორის ბმის წარმოქმნის ალტერნატიული ვერსია (ე. წ. „ბანანისებური ბმები“) განხილულია სტატიაში Palke W.E. J.Am. Chem. Soc., 1986, 108, 6543-6544.



ნახაზი 3-3. sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალის წარმოქმნა

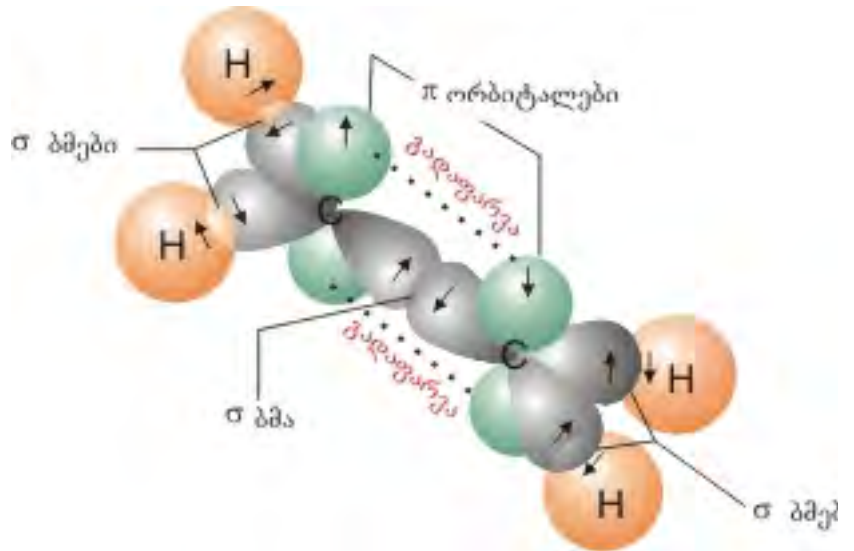
წარმოქმნილი sp^2 -ჰიბრიდული ორბიტალები ერთმანეთის მიმართ იკავებენ 120° -იან კუთხეს (წარმოქმნიან ტოლგვერდა სამკუთხედს). არაჰიბრიდული p-ელექტრონი კი იკავებს სიბრტყის მიმართ მართობულ მდგომარეობას (იხ. ნახაზი 3-4).

ეთენის მოლეკულის წარმოქმნისას sp^2 -ჰიბრიდული ნახშირბადატომის ერთი sp^2 -ორბიტალი გადაფარავს მეორე sp^2 -ჰიბრიდული ნახშირბადატომის sp^2 -ორბიტალს და მიიღება σ -ბმა. sp^2 -ჰიბრიდული ნახშირბადატომის დარჩენილი ორ-ორი sp^2 -ორბიტალები გადაფარავენ წყალბადატომის 1s-ორბიტალებს, რის შედეგადაც ასევე მიიღება σ -ბმები (იხ. ნახაზი 3-5). ნახშირბადატომებზე დარჩენილი p-ელექტრონები ერთმანეთს გადაფარავენ გვერდითი გადაფარვის საშუალებით, რის შედეგადაც მიიღება π -ბმა (იხ. ნახაზი 3-6). როგორც ჩანს, π -ბმას გააჩნია საკვანძო სიბრტყე.

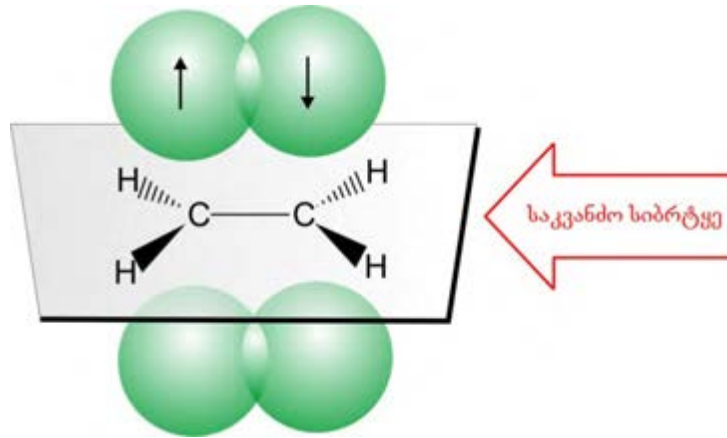


ნახაზი 3-4. sp^2 -ჰიბრიდიზირებული ნახშირბად ატომი

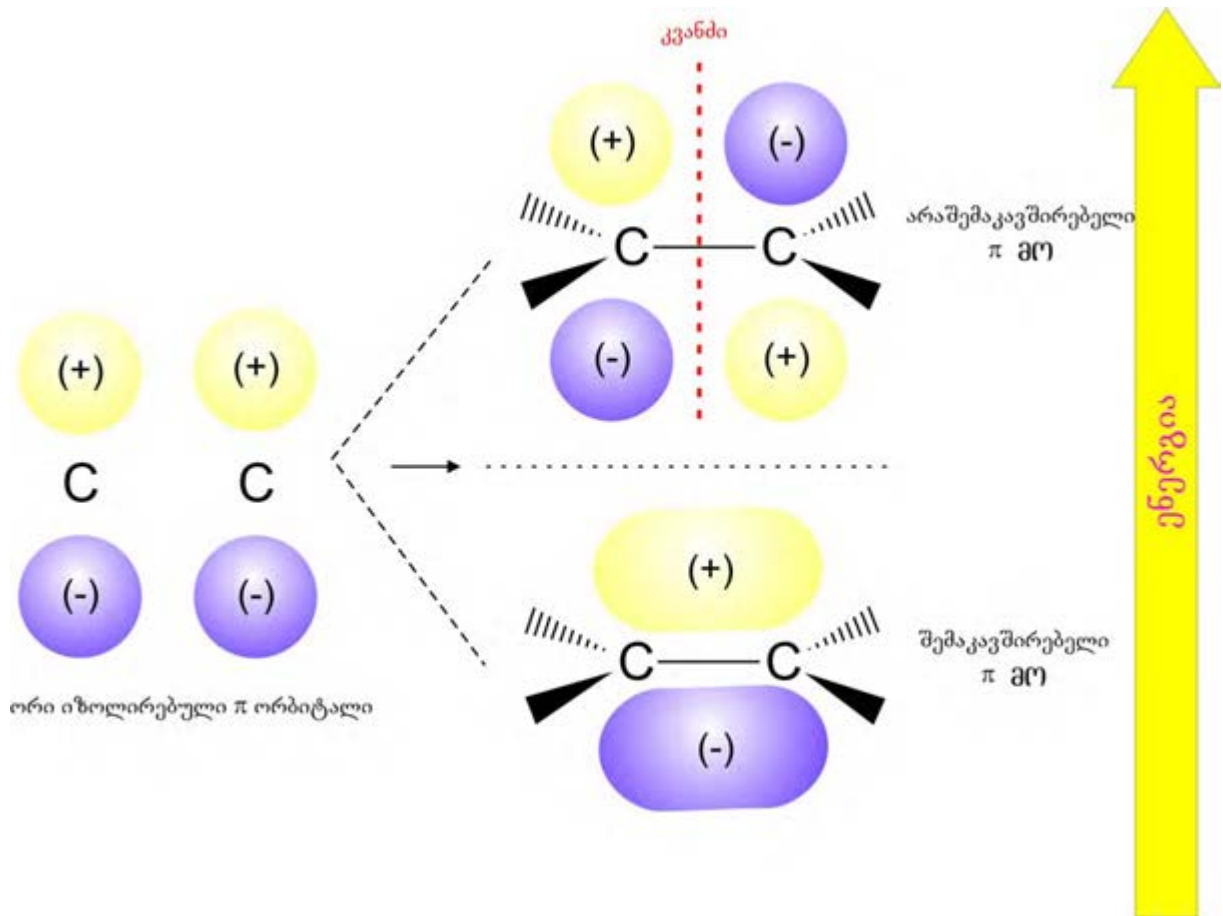
ნახაზი 3-5.
ეთენში
შემაკავშირებელი
მოლეკულური
ორბიტალების
მოდელი, რომელიც
წარმოიქმნება ორი sp^2 -
ჰიბრიდული
ნახშირბადატომისა და
ოთხი წყალბადატომის
მონაწილეობით



ნახაზი 3-6.
ეთენში p-
ორბიტალების
გვერდითი
გადაფარვით π-ბმის
ფორმირება



მოლეკულური ორბიტალების თეორიიდან გამომდინარე, p-
ორბიტალების გადაფარვით მიიღება როგორც შემაკავშირებელი
(π), ისე არაშემაკავშირებელი (π^*) ორბიტალები. შემაკავშირებელი
 π -ორბიტალი მიიღება, როდესაც ერთმანეთს გადაფარავენ
ერთნაირ ნიშნიანი p-ორბიტალები, ხოლო არაშემაკავშირებელი
 π^* -ორბიტალი ფორმირებულია სხვადასხვა ნიშნიანი ატომური
ორბიტალების გადაფარვით (იხ. ნახაზი 3-7).



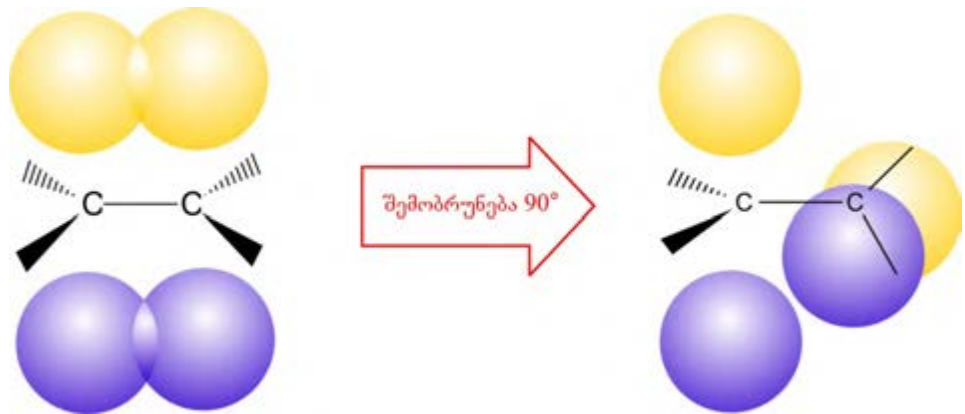
ნახაზი 3-7. ორი ატომური p-ორბიტალიდან π -შემაკავშირებელი და π^* -არაშემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალების წარმოქმნა. შემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალის ენერჯია უფრო მცირეა, ვიდრე არაშემაკავშირებელი მოლეკულური ორბიტალისა. ორივე ორბიტალი მოიცავს საკვანძო სიბრტყეს

3.5-B. ორმაგი ბმის ბრუნვა

ნახშირბად-ნახშირბად ატომებს შორის ორმაგი ბმის σ - π მოდელი მისი მრავალი თვისების ახსნის საშუალებას იძლევა. განვიხილოთ ორმაგი ბმის გარშემო შემობრუნება. *გავიხსენოთ, რომ ერთმაგი ბმის გარშემო ადგილი აქვს პრაქტიკულად თავისუფალ ბრუნვას.*

π -ბმის არსებობა σ -ბმისთან ერთად ხელს უშლის ორმაგი ბმის გარშემო შემობრუნებას, ვინაიდან π -ბმა წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც p-ორბიტალები ერთმანეთის პარალელურებია. ერთ-ერთი ნახშირბადატომის შემობრუნება ორმაგი ბმის გარშემო 90° -ით იწვევს π -ბმის გახლეჩას, რის შემდეგაც p-ორბიტალები ერთმანეთის მიმართ განლაგდებიან პერპენდიკულარულად. ასეთ შემთხვევაში კი მათ შორის გადაფარვას ადგილი აღარ ექნება და შესაბამისად, ბმა ვეღარ წარმოიქმნება.

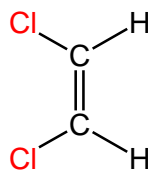
ნახაზი 3-8.
ორმაგი ბმის
გარშემო 90°-ით
შემობრუნება იწვევს
ორმაგი ბმის
გახლეჩას



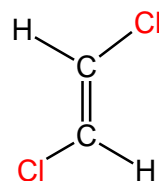
ორმაგი ბმის გარშემო შემობრუნების თერმოქიმიური გაანგარიშებისას დგინდება, რომ ორმაგი ბმის სიმტკიცე 63 კკალ-მოლი⁻¹-ის ტოლია (გავიხსენოთ, რომ ერთმაგი ბმის გარშემო ბრუნვის ენერჯია არ აღემატება 3-ნ კკალ-მოლი⁻¹-ს). აქედან გამომდინარე, თუ ალკანებში ოთახის ტემპერატურაზე ადგილი აქვს თავისუფალ ბრუნვას, ორმაგი ბმის შემთხვევაში ამას ადგილი არ ექნება.

3.5-C. ცის-ტრანს იზომერიზმი

ორმაგი ბმის გარშემო ბრუნვის შეზღუდვა წარმოშობს იზომერიის ახალ სახეს, რომელსაც **სტერეოიზომერია** ეწოდება. სტერეოიზომერია განვიხილოთ 1,2-დიქლორეთანის მაგალითზე:



ცის-1,2-დიქლორეთანი

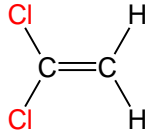


ტრანს-1,2-დიქლორეთანი

მოყვანილი ორი ნივთიერება არის ერთმანეთის იზომერი ანუ არიან სხვადასხვა ნივთიერებები. მარცხენა სტრუქტურაში ქლორის ატომები ჩანაცვლებულნი არიან სიბრტყის ერთიდაიგივე მხარეს, ხოლო მარჯვენა სტრუქტურაში კი პირიქით – სიბრტყის სხვადასხვა მხარეს. შესაბამისად, პირველ იზომერს ეწოდება **ცის-იზომერი** (cis - ლათინური – „იმვე მხარეს“), ხოლო მეორეს – **ტრანს-იზომერი** (trans - ლათინური – „გადასწვრივ“, „მეორე მხარეს“). როგორც ჩანს, მოყვანილი იზომერები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ჩამნაცვლებლების სივრცეში განლაგებით. ასეთ იზომერებს ზოგადად ეწოდებ-

ბათ სტერეოიზომერები, ხოლო როგორც ხშირად უწოდებენ ცის-ტრანს იზომერები.

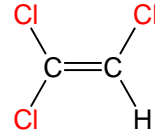
იმისათვის, რომ ალკენს გააჩნდეს ცის-ტრანს იზომერია, იგი უნდა აკმაყოფილებდეს გარკვეულ სტრუქტურულ აღნაგობას. კერძოდ, აუცილებელია ორმაგ ბმასთან არსებული ნახშირბადატომები მოიცავდნენ ორ განსხვავებულ ჩამნაცვლებელს. უფრო მეტი სიხადისათვის განვიხილოთ შემდეგი კონკრეტული მაგალითები:



1,1-დიქლორეთანი

არ აქვს ცის-ტრანს იზომერი

თითოეულ ნახშირბადთან ჩანაცვლებულია ერთნაირი ჩამნაცვლებლები



1,1,2-ტრიქლორეთანი

არ აქვს ცის-ტრანს იზომერი

ერთ ნახშირბადთან ჩანაცვლებულია ორი ერთნაირი ჩამნაცვლებლები

ცის-ტრანს იზომერებს აქვთ განსხვავებული ფიზიკური თვისებები. კერძოდ, მათ აქვთ სხვადასხვა დუღილისა და ლღობის ტემპერატურები. განსხვავებულია მათი დიპოლური მომენტიც (იხ. ცხრილი 3-1).

ცხრილი 3-1. ცის-ტრანს იზომერების ფიზიკური თვისებები

ნაერთი	T _{ღღ.} , °C	T _{ლღ.} , °C	დიპოლური მომენტი (D)
ცის-1,2-დიქლორეთანი	-80	60	1.90
ტრანს-1,2-დიქლორეთანი	-50	48	0
ცის-1,2-დიბრომეთანი	-53	112.5	1.35
ტრანს-1,2-დიბრომეთანი	-6	108	0

3.6. ალკენების ფიზიკური თვისებები

ალკენების ფიზიკური თვისებები ახლოსაა ალკანების ფიზიკურ თვისებებთან. ალკენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლები აირებია (იხ. ცხრილი III-2).

ალკენები არიან მცირედ პოლარული ნაერთები, ამიტომ ისინი ძირითადად იხსნებიან არაპოლარულ და მცირედ პოლარულ ორგანულ გამხსნელებში. ალკენები უმნიშვნელო რაოდენობით

იხსნებიან წყალში. მათი სიმკვრივე წყლის სიმკვრივეზე ძლიერ ნაკლებია.

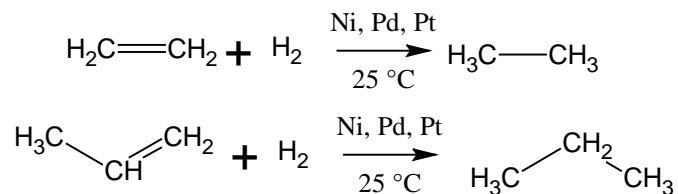
ცხრილი III-2. ალკენების ფიზიკური კონსტანტები

დასახელება	ფორმულა	T _{დღ.} , °C	T _{დუღ.} , °C	სიმკვრივე, d ₄ ²⁰ გმლ ⁻¹
ეთენი	CH ₂ =CH ₂	-169	-104	0.384
პროპენი	CH ₃ CH=CH ₂	-185	-47	0.514
1-ბუტენი	CH ₃ CH ₂ CH=CH ₂	-185	-6.3	0.595
(Z)-2-ბუტენი	CH ₃ CH=CHCH ₃ (ცის)	-139	3.7	0.621
(E)-2-ბუტენი	CH ₃ CH=CHCH ₃ (ტრანს)	-106	0.9	0.604
1-პენტენი	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH=CH ₂	-165	30	0.641
2-მეთილ-1-ბუტენი	CH ₂ =C(CH ₃) ₂ CH ₂ CH ₃	-138	31	0.650
1-ჰექსენი	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH=CH ₂	-140	63	0.673
1-ჰეპტენი	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CH ₂	-119	94	0.697

3.7. ალკენების ქიმიური თვისებები

3.7-A. ალკენების კატალიზური ჰიდრობენზოლიზაცია

ალკენები ურთიერთქმედებენ წყალბადთან ოთახის ტემპერატურაზე ძლიერ დაქუცმაცებული (წვრილდისპერსული) მეტალების (ნიკელი, პალადიუმი, პლატინა, როდიუმი, რუთენიუმი) თანაობისას.



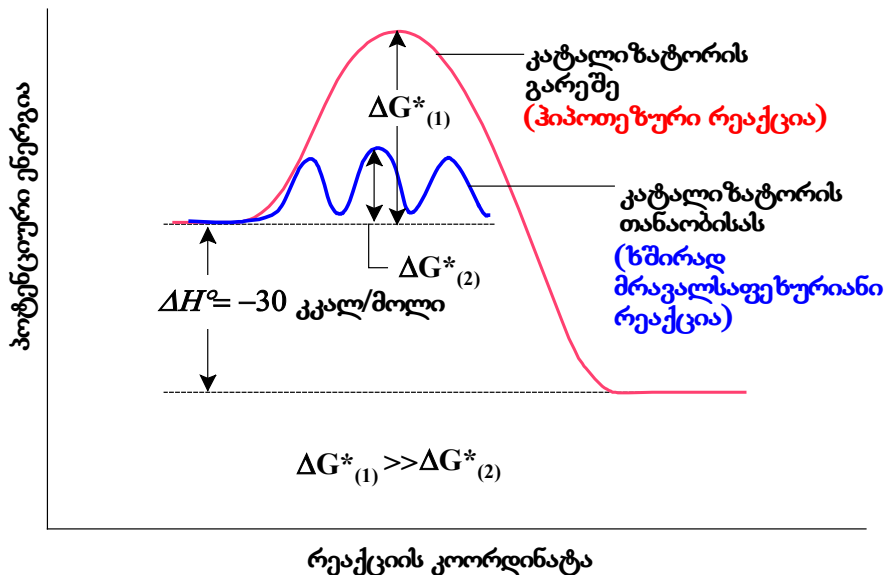
როგორც რეაქციის სქემიდან ჩანს, ადგილი აქვს ერთი ატომი წყალბადის მიერთებას ორმაგ ბმასთან მდებარე ნახშირბადატომთან, ხოლო მეორე წყალბადატომის მიერთებას – მეორე ნახშირბადატომთან. აღნიშნული ტიპის რეაქციებს ეწოდებათ **მიერთების რე-**

აქციები. ალკენების (და ასევე სხვა უჯერი ნაერთების) ჰიდრირების რეაქციას ნაჯერ ნახშირწყალბადამდე ასევე უწოდებენ *წყალბადებით გაჯერების ან ალდგენის რეაქციას*.

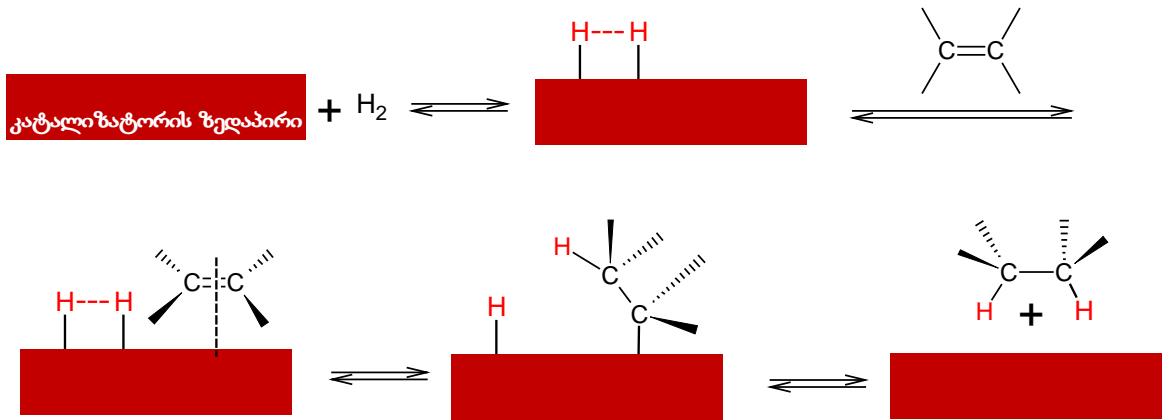
მოიფიქრეთ რატომ ეწოდება ალკენების ჰიდრირებას ალდგენის რეაქცია?

ალკენების ჰიდრირების რეაქცია არის ეგზოთერმული პროცესი და თითოეული იზოლირებული ორმაგი ბმის ჰიდრირებისას გამონთავისუფლდება ≈ 30 კკალ/მოლი⁻¹ ენერგია. მიუხედავად ამისა ალკენები წყალბადთან ოთახის ტემპერატურაზე არ ურთიერთქმედენ კატალიზატორის გარეშე. რა როლს ასრულებს კატალიზატორი ალკენების ჰიდრირების რეაქციაში? კატალიზატორის გამოყენება იწვევს აქტივაციის ენერგიის ბარიერის შემცირებას, რაც რეაქციას წარმართვადს ხდის (იხ. ნახაზი 3-9).

ნახაზი 3-9.
ალკენების ჰიდრირების რეაქციის პოტენციური ენერგიის დიაგრამა კატალიზატორის თანაობისას (—) და კატალიზატორის გარეშე (ჰიპოთეზური რეაქცია) (---). კატალიზატორის გარეშე მიმდინარე რეაქციის აქტივაციის ენერგია $\Delta G^*_{(1)}$ მრავალჯერ აღემატება კატალიზატორის თანაობისას მიმდინარე რეაქციის აქტივაციის ენერგიას $\Delta G^*_{(2)}$



ჰიდრირების რეაქციაში კატალიზატორის როლი სქემატურად გამოსახულია ნახაზი 3-10-ზე. რეაქციის პირველ საფეხურზე ადგილი აქვს მეტალური კატალიზატორის მიერ წყალბადის აბსორბციას, რომელსაც თან ახლავს ქიმიური ურთიერთქმედებაც. მეტალის ზედაპირის გაუნყვილებელი ელექტრონები წყვილდებიან წყალბადის ელექტრონებთან, რის შედეგადაც წყალბადი შეკავდება კატალიზატორის ზედაპირზე. შემდეგ ეტაპზე ადგილი აქვს წყალბადის ჰეტეროლიზურ გახლეჩას, რის შედეგადაც გენერირდება წყალბადის ანიონები. მიღებული წყალბადის კატიონი იწყებს ალკენზე შეტევას. რეაქციის საბოლოო საფეხურზე ალკენის მოლეკულას მიუერთდება წყალბადის მეორე ატომიც და მიიღება ალკანი.

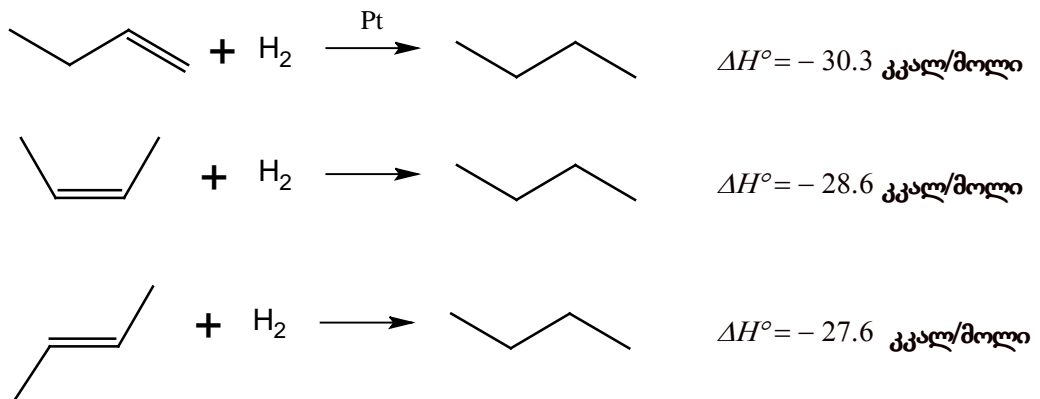


ნახაზი 3-10.

ალკენების ჰიდრირების რეაქციის მექანიზმი. კატალიზატორს წარმოადგენს წვრილდისპერსული მეტალი (Pt, Pd, Ni, Ru, Th). გაითვალისწინეთ, რომ წყალბადის ორივე ატომი ალკენს უერთდება ორმაგი ბმის ერთიდაიგივე მხრიდან

3.7-B. ალკენების ფარდობითი მდგრადობა

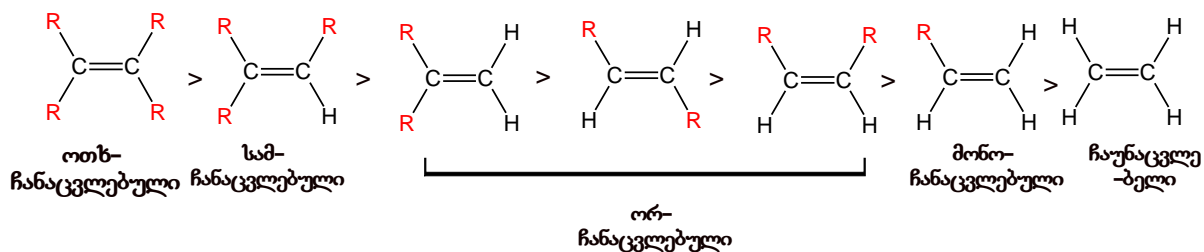
ალკენების ჰიდრირების რეაქცია საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ ალკენების შედარებით მდგრადობაზე. ალკენების ჰიდრირების რეაქციის ენერგია დაახლოებით 30 კკალ/მოლი⁻¹-ის ტოლია. მაგრამ მისი მნიშვნელობა ვარირებს ალკენების აღნაგობის მიხედვით:



მოყვანილი იზომერული ალკენების ჰიდრირების რეაქციის პროდუქტი ერთიდაიგივეა, მაგრამ გამოყოფილი რეაქციის სითბოს მნიშვნელობა კი განსხვავებულია. ვინაიდან 1-ბუტენის ჰიდრირების დროს გამოიყოფა უფრო მეტი ენერგია, ამიტომ იგი უფრო დიდი პოტენციური ენერგიის მატარებელია. შესაბამისად იგი ნაკლები სტაბილურობით ხასიათდება, ვიდრე ტრანს-2-ბუტენი.

ალკენების სტაბილურობაზე შესაძლებელია ვიმსჯელოთ მათი წვის სითბოს მნიშვნელობის მიხედვითაც.

ზოგადად ალკენები მდგრადობის შემცირების მიხედვით შეიძლება განვალაგოთ შემდეგი მწკრივის მიხედვით:



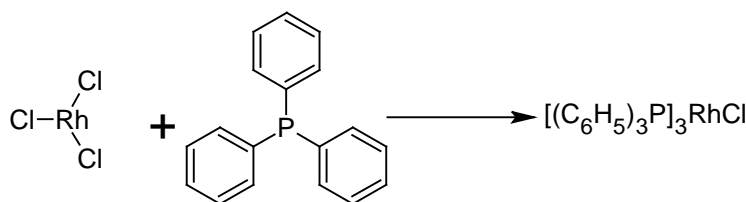
3.7-C. ალკენების ჰომოგენური კატალიზური ჰიდრირება



ჟოფრეი ვილკინსონი (Geoffrey Wilkinson) – ინგლისელი მეცნიერი. (1921–). 1973 წელს მიენიჭა ნობელის პრემია შრომისათვის „ორგანომეტალური ნაერთები“

ალკენების კატალიზური ჰეტეროგენური ჰიდრირების რეაქციას გარკვეული ნაკლოვანებები გააჩნია. კერძოდ, ხშირია გრძელუაჭვიანი ალკენების იზომერიზაცია და ნახშირბად–ნახშირბად ბმების დესტრუქცია. უკანასკნელი წლების განმავლობაში სულ უფრო და უფრო პოპულარული ხდება ალკენების კატალიზური ჰომოგენური ჰიდრირება, რომელსაც საფუძველი ჩაუყარა ჟ. ვილკინსონის შრომებმა. დღეისათვის უკვე შექმნილია მთელი რიგი კატალიზატორებისა, რომელთაც შესწევთ უნარი ალკენების ჰიდრირების რეაქცია წარმართონ ჰომოგენურ არეში. აღნიშნული კატალიზატორების დამახასიათებელი თვისებაა ორგანულ გამხსნელებში კარგი ხსნადობა.

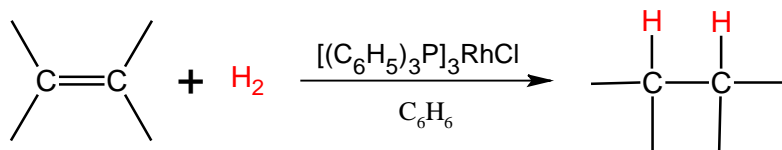
აღნიშნული ტიპის კატალიზატორებიდან საუკეთესო თვისებებით ხასიათდებიან როდიუმისა და რუთენიუმის ქლორიდების კომპლექსები ტრიფენილფოსფინთან – ტრის-(ტრიფენილფოსფინ)როდიუმის ქლორიდი $[(C_6H_5)_3P]_3RhCl$ და ტრის-(ტრიფენილფოსფინ)რუთენიუმის ჰიდროქლორიდი $[(C_6H_5)_3P]_3RuClH$.



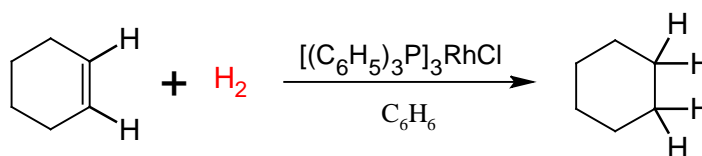
მიღებულ კატალიზატორი ინვეს იზოლირებული ორმაგი ბმის ალდგენას ნორმალურ პირობებში (1 ატმ., 25 °C).

* იხ. Solomons T.W.G. Fundamentals of organic chemistry. New-York: John Wiley & Sons, 1994, p 311-313.

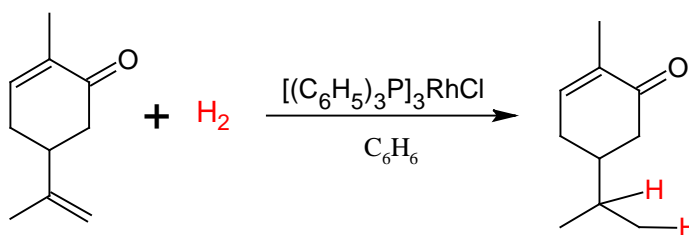
ზოგადი რეაქციის სქემა:



კონკრეტული მაგალითი:

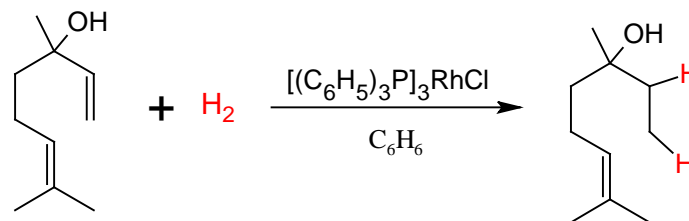


ორმაგი ბმა რაც უფრო მეტად არის ჩანაცვლებული, მით უფრო რთულად ექვემდებარება აღდგენას ვილკინსონის კატალიზატორის გამოყენებით. ეს კი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას სელექციური აღდგენისათვის. მაგალითად, კარვონის აღდგენისას ჰიდრირებას განიცდის მხოლოდ ერთი ორმაგი ბმა. ვილკინსონის კატალიზატორით აღდგენისას ადგილი აქვს წყალბადის სინ-მიგრატებას.



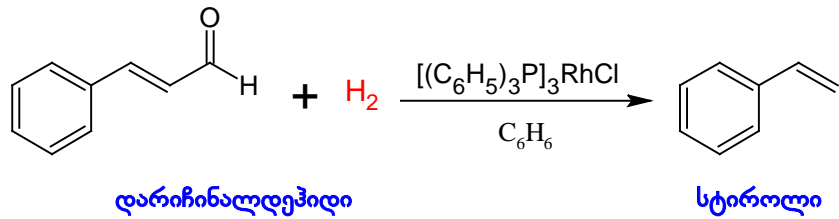
(-) კარვონი არის სურნელოვანი ნივთიერება და შედის პიტნის ზეთში

კარვონი



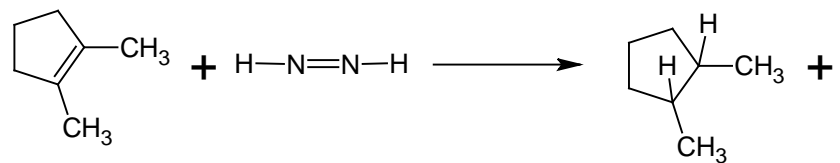
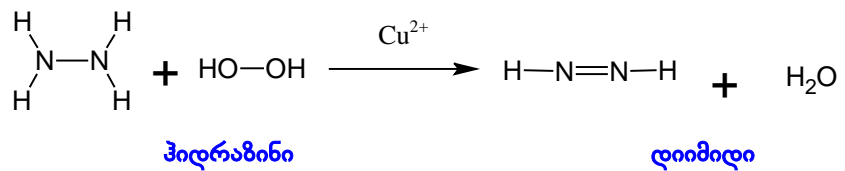
ლინალოლი

როდიუმის კატალიზატორი რუთენიუმის კატალიზატორისაგან განსხვავებით არ შეიძლება გამოყენებული იქნას უჯერი აღდგენის აღდგენისათვის, ვინაიდან იგი ორმაგი ბმის აღდგენის ნაცვლად ინვევს დეკარბონილირების რეაქციას.



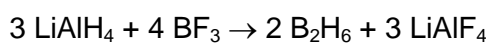
3.7-D. ალდგენა დიჰიდრატის გამოყენებით

ჰიდრაზინი N_2H_4 (ცნობილი კომპონენტი – სარაკეტო საწვავი) ადვილად იჟანგება დიჰიდში წყალბადის პეროქსიდით სპილენძის იონების თანაობისას. მიღებული დიჰიმიდი ძლიერ უმდგრადაა და იშლება აზოტად და წყალბადად, მაგრამ დიჰიმიდი ალკენის თანაარსებობისას იწვევს მის აღდგენას.

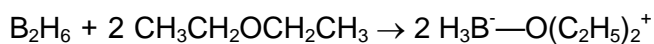


3.7-E. ალდგენა ორბანოზორანების გამოყენებით

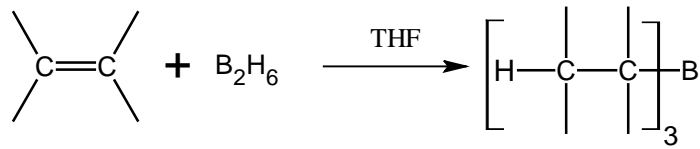
ბორის (III) ფთორიდის ეთერატის (BF_3 -ის ხსნარი დიეთილეთერში) ურთიერთქმედებით მეტალების კომპლექსურ ჰიდრიდებთან მიიღება დიბორანი (ძლიერ ტოქსიკური ნაერთია!!!), რომელსაც შეუძლია ალკენებთან რეაქციაში შესვლა ალკილბორანების წარმოქმნით. აღნიშნულ რეაქციას ალკენების ჰიდრობორირება ეწოდება.



დიბორანის წარმოქმნა

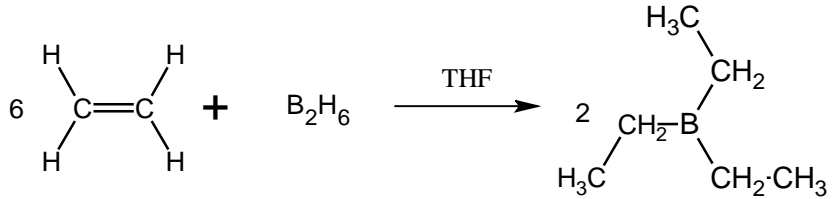


რეაქცია გამსხნელთან



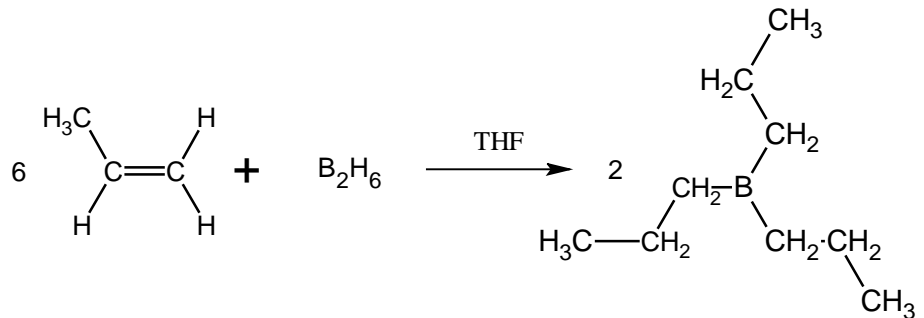
ალკილბორანი

მაგალითად, ეთენის დიბორანთან ურთიერთქმედებისას მიიღება ტრიეთილბორანი. რეაქცია მიმდინარეობს სამ საფეხურად და ადგილი აქვს ცის-მიერთებას.

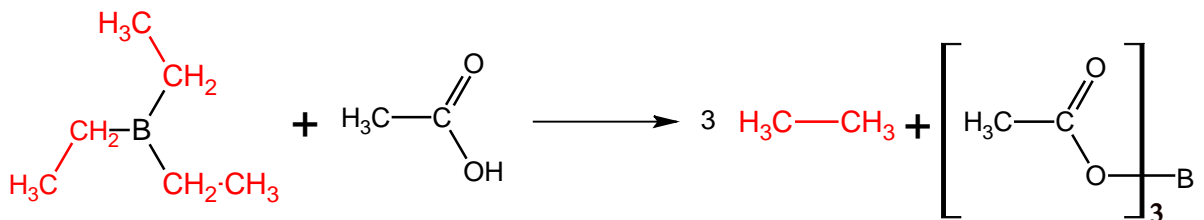


ეთენი დიბორანი ტრიეთილბორანი

თუ ალკენი არასიმეტრიულია, მაშინ დიბორანი უერთდება ნაკლებად ჩანაცვლებულ ნახშირბადატომს. მაგალითად, პროპენთან დიბორანის რეაქცია შემდეგი სქემის მიხედვით მიმდინარეობს:



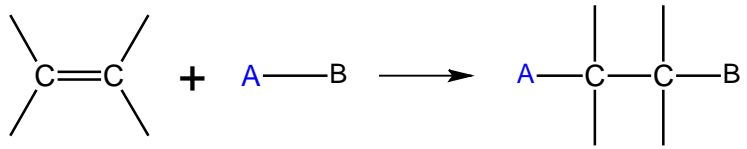
ტრიალკილბორანები ძლიერ რეაქციისუნარიანი ნაერთებია და მათი ურთიერთქმედება მინერალურ და ორგანულ მჟავებთან მიმდინარეობს ალკანების წარმოქმნით:



3.8. ალკანების მიერთების რეაქციები

3.9. შესაველი

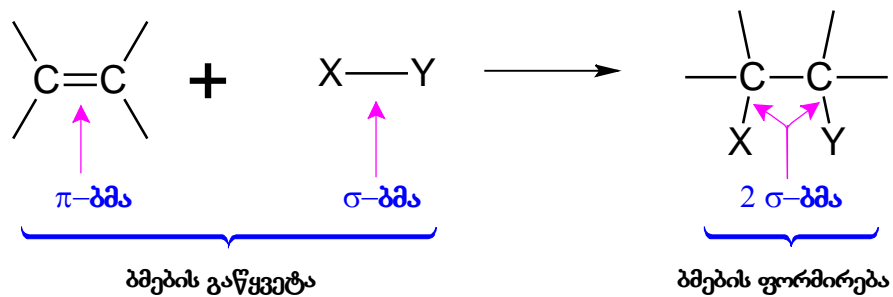
ორმაგი ბმის შემცველი ნაერთებისათვის დამახასიათებელია მიერთების რეაქციები, რომელიც ზოგადი სახით შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



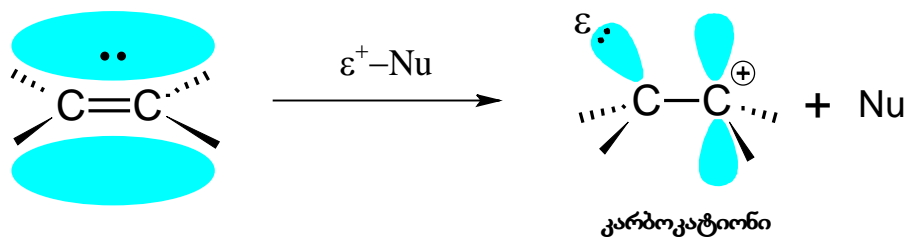
წინა პარაგრაფში ვნახეთ, რომ ალკენები შედიან წყალბადთან მიერთების რეაქციაში. ახლა განვიხილოთ ალკენებისათვის დამახასიათებელი ის რეაქციები, რომლებიც მიმდინარეობენ ორმაგ ბმაზე მიერთების მექანიზმით. ასეთი ტიპის რეაქციებიდან შეიძლება დასახელდეს ჰალოგენწყალბადების, ჰალოგენების, წყლის, გოგირდმუავას მიერთება.

ორმაგი ბმის ორი თვისება დაგვეხმარება იმის გარკვევაში, თუ ალკენებისათვის რატომაა დამახასიათებელი მიერთების რეაქციები.

1. მიერთების რეაქციის შედეგად ადგილი აქვს ერთი σ - და ერთი π -ბმიდან ორი σ -ბმის ფორმირებას. ასეთი გარდაქმნა ხშირად ენერგეტიკულად ხელსაყრელია. ორი σ -ბმის ფორმირებისას გამონთავისუფლებული ენერგიის რაოდენობა აღემატება ერთი σ - და ერთი π -ბმის გახლეჩაზე დახარჯულ ენერგიას. ამის გამო, მიერთების რეაქცია არის ეგზოთერმული.



2. π -ბმა ვინაიდან წარმოქმნილია ორი p-ორბიტალის გვერდითი გადაფარვით და გადაფარვას ადგილი აქვს სიბრტყის ზემოთ და ქვემოთ, ალკენების მოლეკულები შეიძლება განხილულ იქნას ელექტრონებით მდიდარ ნაერთებად ანუ ისინი ადვილად ექვემდებარებიან ელექტროფილური ნაწილაკების შეტევას. ელექტროფილის შეტევის შედეგად მიიღება კარბოკატიონი.



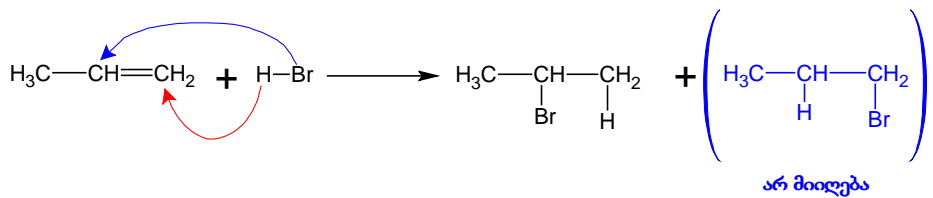
მიღებული კარბოკატიონი რეაქციის შემდეგ საფეხურზე ურთიერქმედებს რეაქციის წინა

სისტემაში სილიკაგელის ან ალუმინის დამატებით HCl-თან და HBr-თან რეაქცია CH₂Cl₂-ის არეში მნიშვნელოვნად ჩქარდება და იძენს პრაქტიკულ მნიშვნელობას ჩაუნაცვლებელი ალკენებისათვის*.

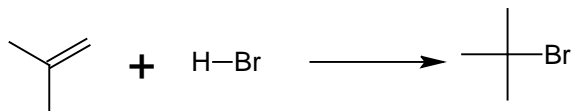
როდესაც ჰალოგენწყალბადი ურთიერთქმედებს არასიმეტრიულ ალკენთან, მიერთების რეაქცია მიმდინარეობს *რეგიოსელექციურად*. კერძოდ, მიერთება მიმდინარეობს ე.წ. **მარკოვნიკოვის წესის** მიხედვით. მარკოვნიკოვის წესის თანახმად, **არასიმეტრიულ ალკენზე ჰალოგენწყალბადის მიერთებისას წყალბადი უერთდება მეტად ჰიდრირებულ ნახშირბადატომს, ხოლო ჰალოგენი – ნაკლებად ჰიდრირებულ ნახშირბადატომს.**

აქედან გამომდინარე, პროპენის ურთიერთქმედებით ბრომწყალბადთან მიიღება 2-ბრომპროპანი და არა 1-ბრომპროპანი:

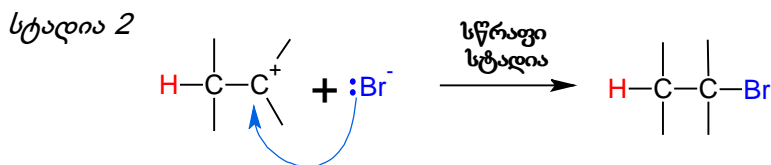
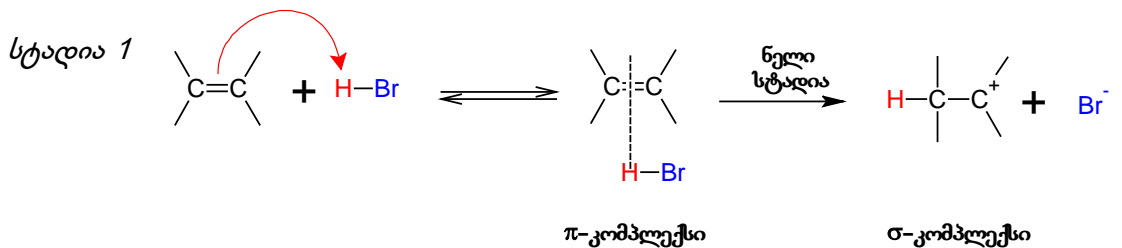
მარკოვნიკოვის წესი ორიგინალურ შრომაში იკითხება შემდეგნაირად:
„თუ არასიმეტრიული ალკენი ურთიერთქმედებს ჰალოგენწყალბადთან, ჰალოგენის იონი უერთდება იმ ნახშირბადატომს, რომელიც მოიცავს შედარებით უფრო ნაკლებ წყალბადის ატომებს.“



ანალოგიურად იქნება სხვა ალკენებისათვისაც:



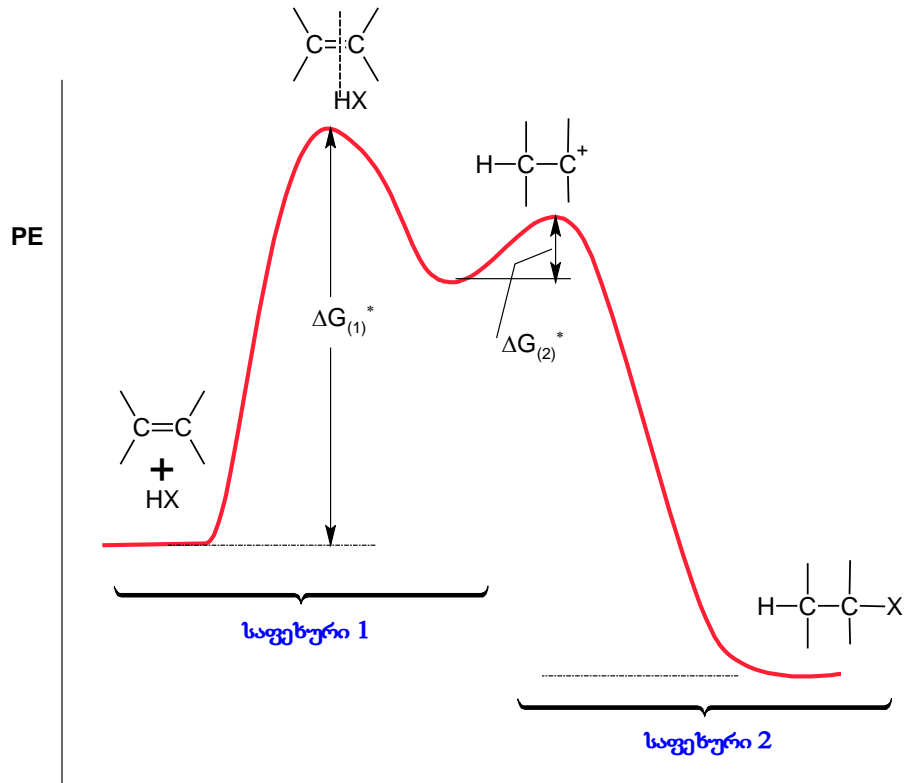
რეაქციის მექანიზმი შეიძლება წარმოდგინდეს ორი ელემენტარული საფეხურის საშუალებით:



რეაქციის პირველ საფეხურზე ალკენი იზიდავს პროტონს, რის შედეგადაც ფორმირდება ჯერ π -კომპლექსი, ხოლო შემდეგ σ -

* იხ. Kropp P.J., Daus K.A., Crawford S.D., Tubergen M.W., Kepler K.D., Craig S.L., Wilson V.P. J. Am. Chem. Soc., 1990, 112, 7433-7444.

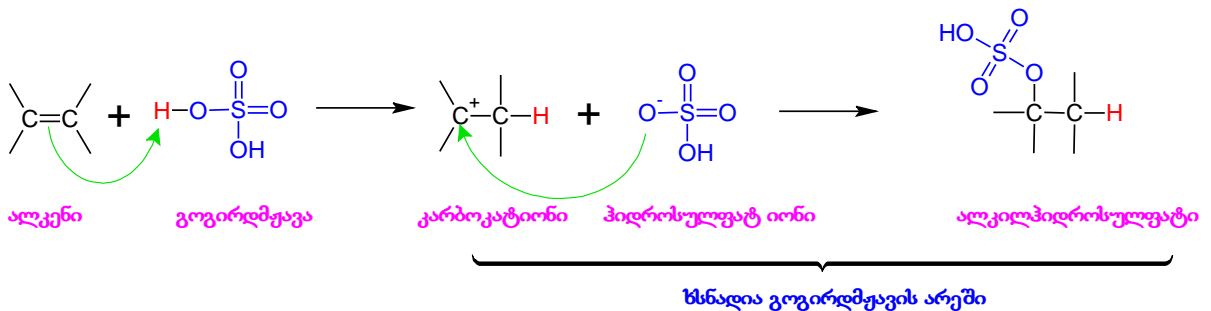
კომპლექსი, რომელიც წარმოადგენს კარბკატიონს. აღნიშნული სტადია არის მალიმიტირებელი. რეაქციის მეორე საფეხურზე კარბკატიონი ურთიერთქმედებს ბრომის ანიონთან და მიიღება რეაქციის პროდუქტი.



ნახაზი 3-11. ალკენზე HX-ის მიერთების რეაქციის პოტენციური ენერჯის დიაგრამა

3.9-C. მომირდმუშავს მიერთება ალკენებთან

როდესაც ალკენებზე ვმოქმედებთ ცივი კონცენტრირებული გოგირდმუშავს საშუალებით, ადგილი აქვს ალკენების გახსნას გოგირდმუშავში. აღნიშნულ მოვლენას ადგილი აქვს იმიტომ, რომ მიმდინარეობს რეაქცია ალკენსა და გოგირდმუშავს შორის, რის შედეგადაც მიიღება ალკილსულფატები. ეს უკანასკნელები კი წყალში ხსნადობით ხასიათდებიან.

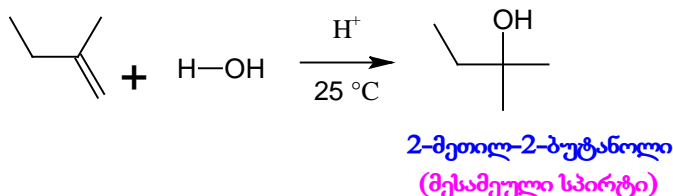
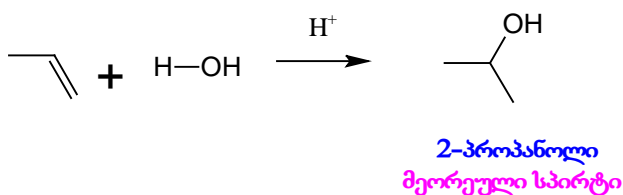


გოგირდმუავას მოქმედება მიმდინარეობს რეგიოსელექციურად ანუ ექვემდებარება მარკოვნიკოვის წესს.

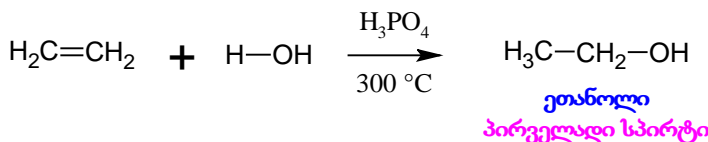
3.9-D. წყლის მიერთება ალკენებთან. მუავა კატალიზური ჰიდრატაცია

ალკენები მუავა ბუნების კატალიზატორების თანაობისას ურთიერთქმედებენ წყალთან შესაბამისი სპირტების წარმოქმნით. ზოგადად წყლის მიერთების რეაქციას ეწოდება **ჰიდრატაციის** რეაქცია. ალკენების ჰიდრატაციის რეაქციას აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა, ვინაიდან მისი საშუალებით იღებენ დაბალმოლეკულურ სპირტებს, რომელთაც თავის მხრივ უზარმაზარი გამოყენება აქვთ მსხვილმასშტაბიან სანარმოო პროცესებში.

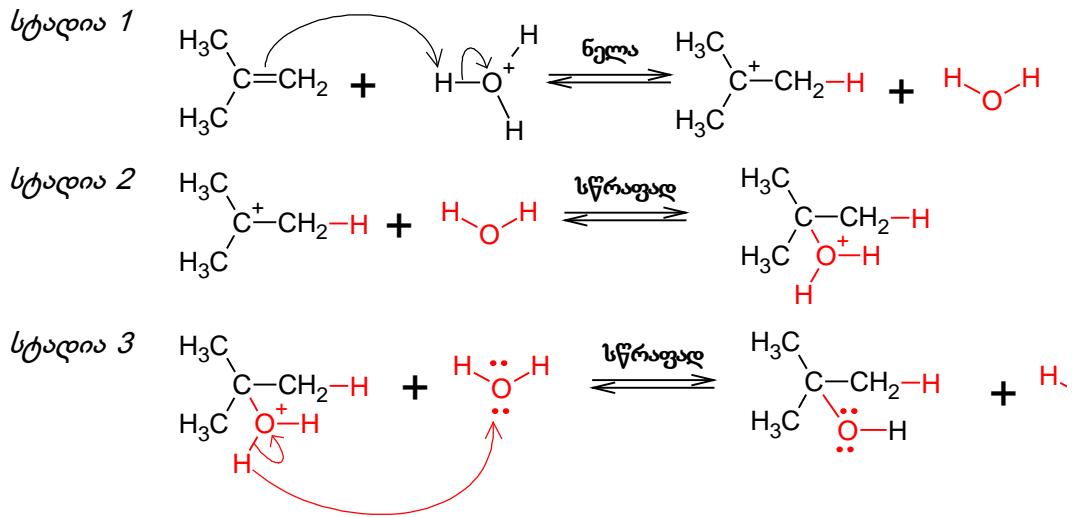
ალკენების ჰიდრატაციის რეაქციაც არის რეგიოსელექციური რეაქცია და მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის თანახმად:



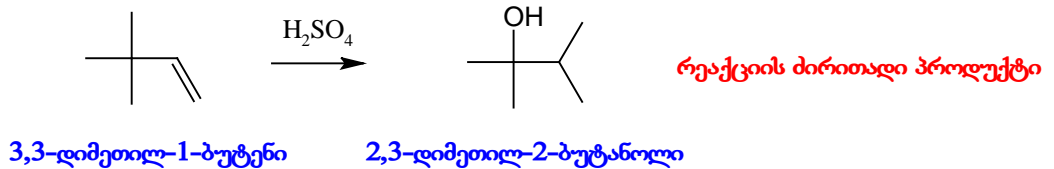
ვინაიდან ალკენების ჰიდრატაცია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის თანახმად, ამიტომ ძირითადად მიიღება მხოლოდ მეორეული და მესამეული სპირტები. გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ ეთენის ჰიდრატაცია, რომლის დროსაც მიიღება ეთანოლი:



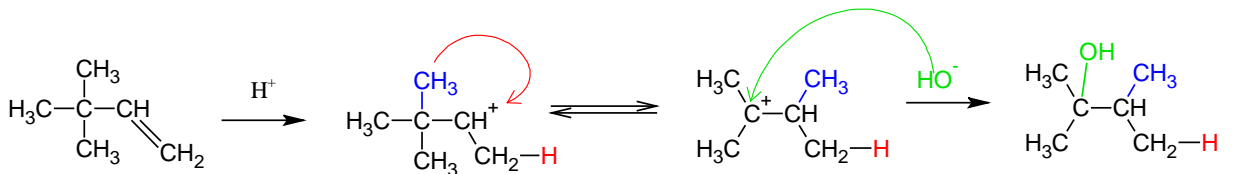
ალკენების ჰიდრატაცია მიმდინარეობს ელექტროფილური მიერთების მექანიზმის მიხედვით. შეიძლება ითქვას, რომ იგი მიმდინარეობს სპირტების დეჰიდრატაციის მექანიზმის უკუ მიმართულებით. განვიხილოთ მექანიზმი 2-მეთილპროპენისათვის.



როგორც მოყვანილი მექანიზმიდან ჩანს, რეაქციის სიჩქარის მაღალი-მიტირებელი სტადია არის პირველი საფეხური. ვინაიდან რეაქცია წონასწორულია (ანალოგიური მექანიზმით მიმდინარეობს სპირტების დეჰიდრატაციაც) ამიტომ რეაქციის კატალიზს ახორციელებენ კონცენტრირებული გოგირმჟავას საშუალებით. ალკენების ჰიდრატაციისას ზოგჯერ ადგილი აქვს შიდამოლეკულურ გადაჯგუფებას. მაგალითად, 3,3-დიმეთილ-1-ბუტენის ჰიდრატაციისას რეაქციის ძირითადი პროდუქტი არის 2,3-დიმეთილ-2-ბუტანოლი.



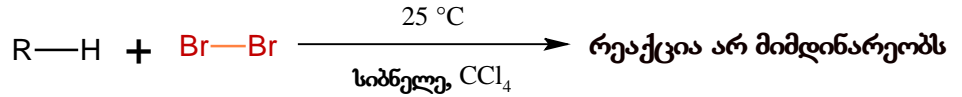
რა არის შიგამოლეკულური გადაჯგუფების მიზეზი? 3,3-დიმეთილ-1-ბუტენის ჰიდრატაციის პირველ საფეხურზე წარმოქმნილი კარბკატიონი განიცდის გადაჯგუფებას უფრო სტაბილურ კარბკატიონში, რაც იწვევს რეაქციის განსხვავებული მიმართულებით წარმართვას.



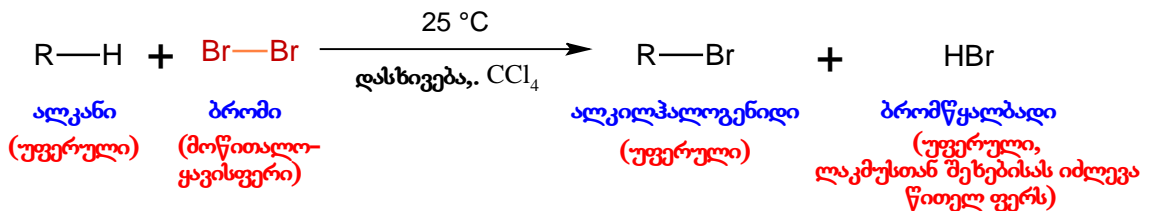
3.9-E. ბრომისა და ქლორის მიერთება ალკენებთან

ალკანები, როგორც წინა პარაგრაფში ვნახეთ, არ ურთიერთქმედებენ ჰალოგენებთან სიბნელეში. თუ ალკანებს დავამატებთ

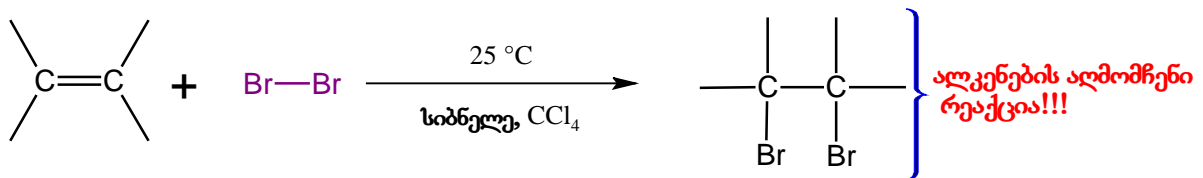
ბრომს, გახსნილს ტეტრაქლორმეთანში და სარეაქციო სისტემას მოვათავსებთ სიბნელეში, ბრომის მონიტალო-ყავისფერი შეფერილობა შენარჩუნდება მანამ, სანამ სისტემა არ იქნება დასხივებული ულტრაიისფერი სხივებით ან გაცხელებული. ყოველივე ეს ცალსახად მიუთითებს, რომ სიბნელეში და ოთახის ტემპერატურაზე ადგილი არ აქვს ქიმიური რეაქციის მსვლელობას.



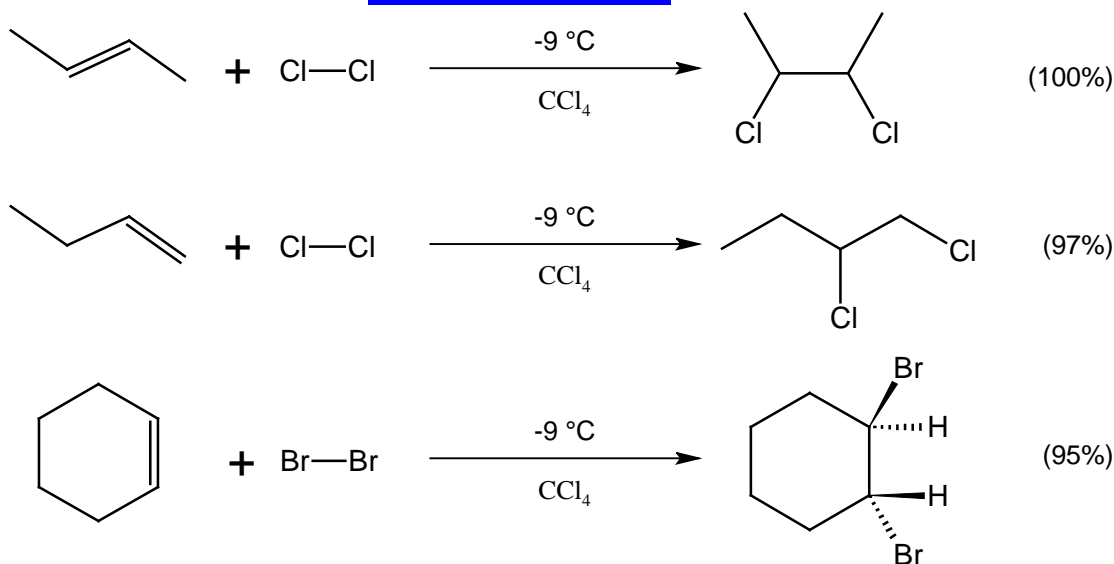
თუ ზემოთ მოყვანილ სისტემას დავასხივებთ, ბრომი ნელი ტემპით დაიწყებს რეაქციაში შესვლას, რაზეც მიუთითებს ნელი გაუფერულების პროცესი. იმავდროულად, თუ სარეაქციო სისტემის თავზე მოვათავსებთ ლაკმუსის ქაღალდს, ვნახავთ, რომ იგი წითლად შეიფერება. ეს კი მიუთითებს, რომ ბრომი იწყებს ალკანთან ჩანაცვლების რეაქციაში შესვლას, რის შედეგადაც მიიღება ბრომალკანი და ბრომწყალბადი (გამოყოფილი ბრომწყალბადი ფერავს ლაკმუსს წითლად!).



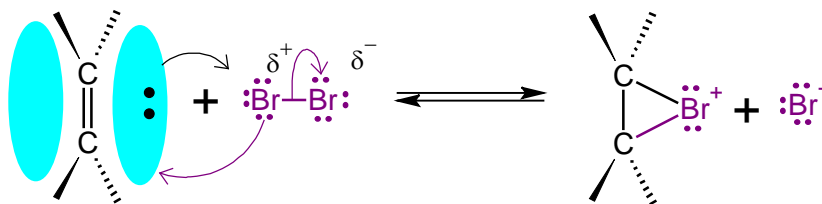
ალკენები, ალკანებისაგან განსხვავებით, ბრომთან CCl_4 -ის არეში ურთიერთქმედენ სწრაფად. ურთიერთქმედების შედეგად ადგილი აქვს სარეაქციო სისტემის სწრაფ გაუფერულებას, რის გამოც ბრომირების რეაქცია **შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ორმაგბმის ნერთების აღმოსაჩენად!** თუ ლაკმუსის ქაღალდს მივუახლოვებთ სარეაქციო სისტემას, ვნახავთ რომ იგი ფერს არ შეიცვლის. აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ბრომის ალკენებთან ურთიერთქმედებისას ადგილი აქვს მიერთების რეაქციის მიმდინარეობას:



ზოგადად ალკენები ბრომთან და ქლორთან ურთიერთქმედენ სწრაფად და მაღალი გამოსავლიანობით:

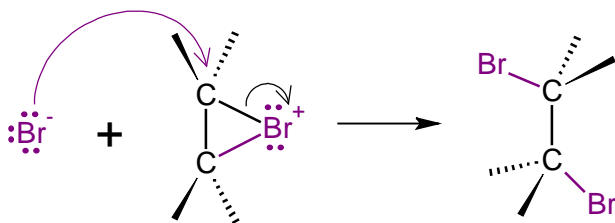


რეაქციის პირველ საფეხურზე ალკენის π -ბმა უტევს ბრომის მოლეკულას და იწვევს მის პოლარიზაციას შემდეგი სქემის მიხედვით:



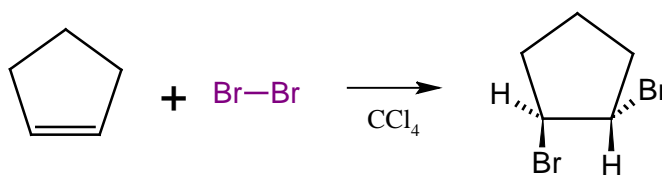
პოლარიზებული ბრომის მოლეკულა საბოლოოდ იხლიჩება ჰეტეროლიზურად და მიიღება ბრომის იონები.

რეაქციის მეორე საფეხურზე გენერირებული ბრომის იონი იწყებს ერთ-ერთ ნახშირბადატომზე შეტევას:



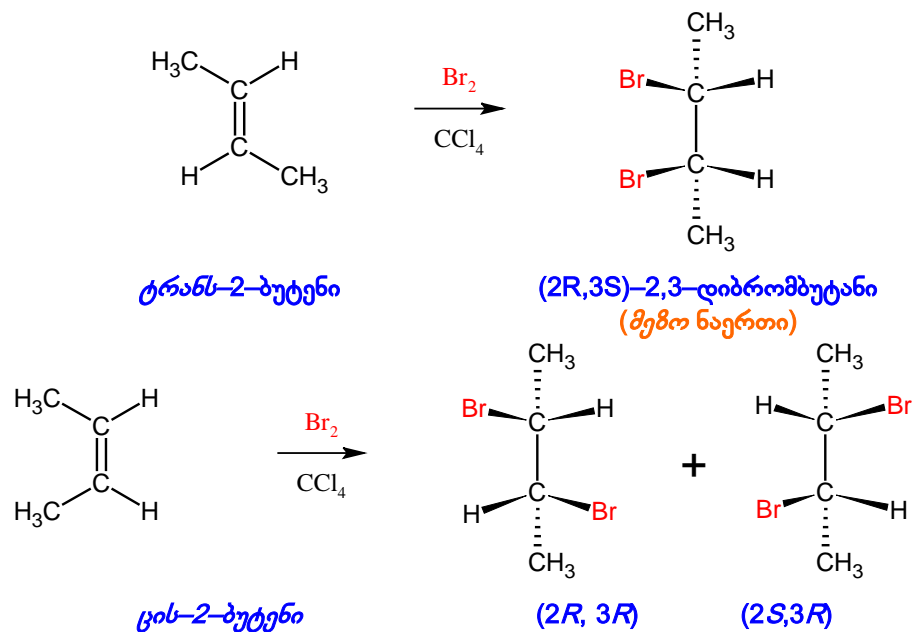
ვიც-დიბრომალკანი

ბრომირების რეაქციის უფრო საფუძვლიანი შესწავლა გვიჩვენებს, რომ იგი არის **სტერეოსპეციფიური** რეაქცია. თუ ბრომირების რეაქციას განვახორციელებთ ციკლური ალნაგობის ალკენებზე (ციკლოალკენებზე), ვნახავთ, რომ ადგილი აქვს **ანტი**-მიერთებას და მიიღება **ტრანს**-დიბრომნანარმი.



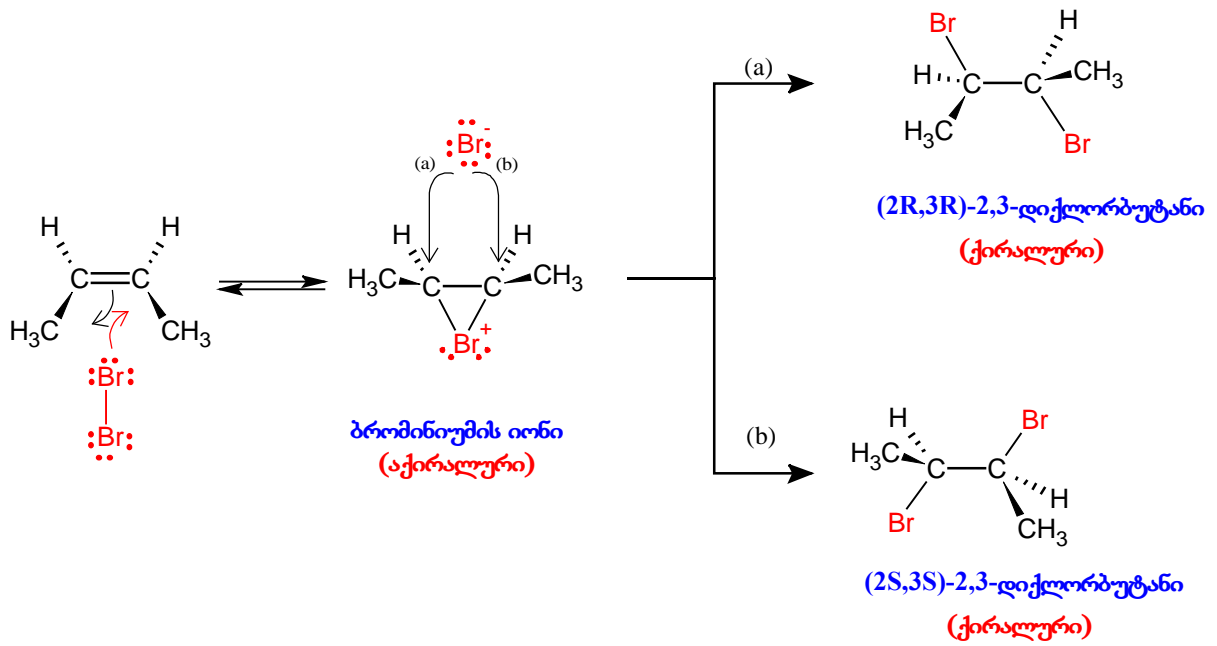
სტერეოსპეციფიური რეაქცია არის რეაქცია, რომლის დროსაც საწყისი სტერეოიზომერული ნაერთიდან მიიღება ასევე სტერეოიზომერული ნაერთი. მაგალითისათვის განვიხილოთ ორი სტერეოიზომერული 2-ბუტენის – ტრანს-2-ბუტენისა და ცის-2-ბუტენის ბრომირების რეაქცია.

ტრანს-2-ბუტენზე ბრომის მიერთებით მიიღება მეზო-პროდუქტი – (2*R*,3*S*)-2,3-დიბრომბუტანი, ხოლო ცის-2-ბუტენის ბრომირება იძლევა პროდუქტების რაცემატულ ნარევეს (2*R*,3*R*)-2,3-დიბრომბუტანსა და (2*S*,3*S*)-2,3-დიბრომბუტანს.



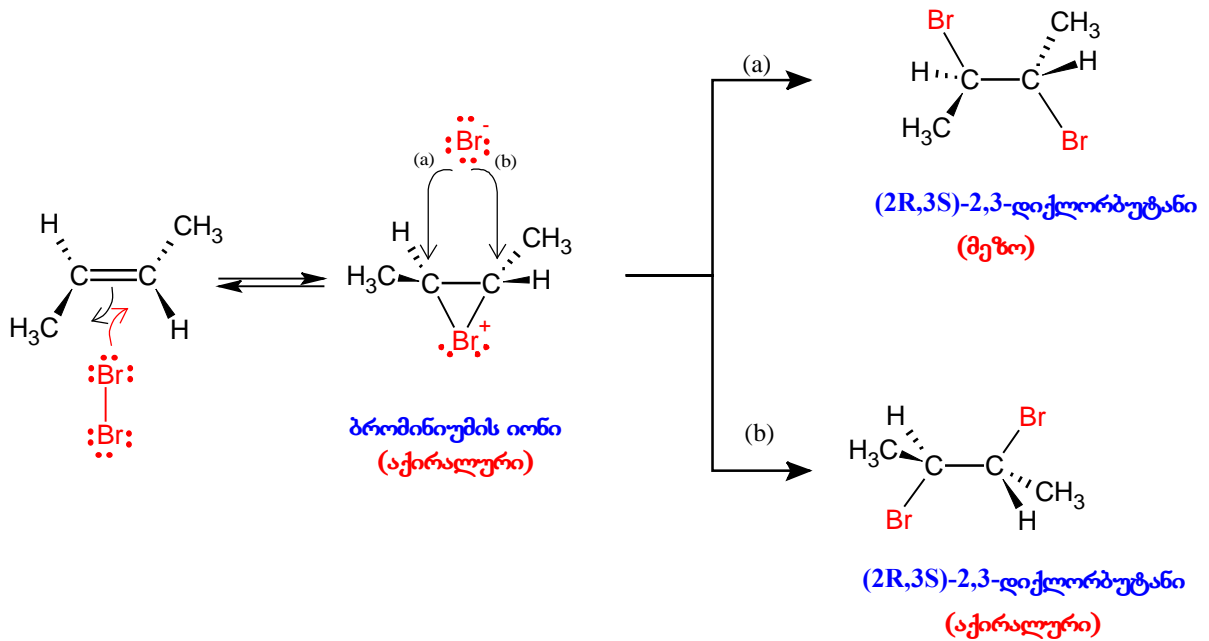
საწყისი ნაერთები ტრანს-2-ბუტენი და ცის-2-ბუტენი არიან სტერეოიზომერები – დიასტერეომერები. პირველი რეაქციის პროდუქტი არის მეზო ნაერთი – (2*R*,3*S*)-2,3-დიბრომბუტანი და არის სტერეოიზომერი მეორე რეაქციით მიღებული პროდუქტებისათვის.

რეაქციის ამგვარი მსვლელობა რომ უკეთ გავარკვიოთ, საკმარისია განვიხილოთ რეაქციის მექანიზმი (იხ. ნახაზი 3-12 და ნახაზი 3-13).



ნახაზი 3-12.

ცის-2-ბუტენის ბრომირების რეაქციის მექანიზმი. ნაჩვენებია, როგორ წარმოიქმნება ენანტიომერული 2,3-დიბრომბუტანები



ნახაზი 3-13.

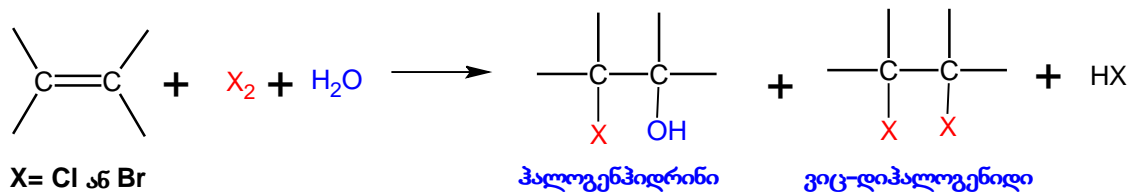
ტრანს-2-ბუტენის ბრომირების რეაქციის მექანიზმი. ნაჩვენებია, როგორ წარმოიქმნება მეზო-2,3-დიბრომბუტანი

3.9-F. ბრომიანი წყლის ურთიერთქმედება ალკენებთან

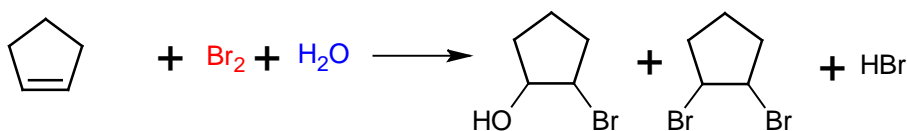
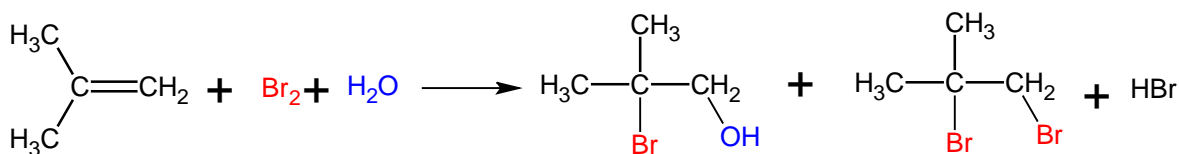
ალკენებისა და ჰალოგენების ურთიერთქმედების დროს თუ ნახშირბადის ტეტრაქლორიდის ნაცვლად ავიღებთ წყალს, რეაქციის ძირითადი პროდუქტი ვიც-დიბრომიდის ნაცვლად იქნება **ჰალოიდ-**

სპირტი ანუ ჰალოგენჰიდრინი. ცხადია, ამ შემთხვევაში წყალი გარდა გამხსნელისა ასრულებს რეაგენტის როლსაც.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

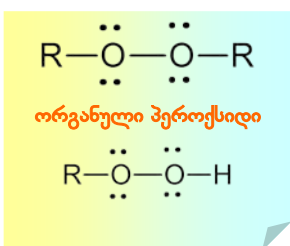


კონკრეტული მაგალითები:



3.10. ალკენების რადიკალური მიერთების რეაქციები

3.10-A. ბრომწყალბადის რადიკალური მიერთება



ალკენები ბრომწყალბადთან ორგანული პეროქსიდების თანაობისას ურთიერთქმედებენ მარკოვნიკოვის წესის საწინააღმდეგოდ. ანტიმარკოვნიკოვის მიერთების მექანიზმი დადგენილი იქნა ი. ხარაშისა და ფ. მაიოს* მიერ. ამიტომ, ზოგჯერ ალკენებზე ბრომწყალბადის რადიკალურ მიერთებას უწოდებენ ხარაშის ეფექტს.

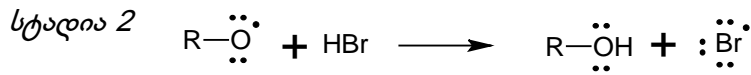
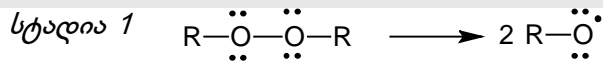


ხარაშისა და მაიოს მიერ ნაჩვენები იქნა, რომ ანტიმარკოვნიკოვის მიერთების რეაქცია მიმდინარეობს ჯაჭვურ-რადიკალური

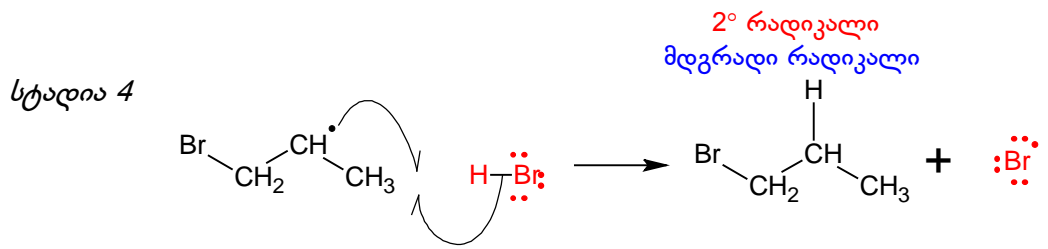
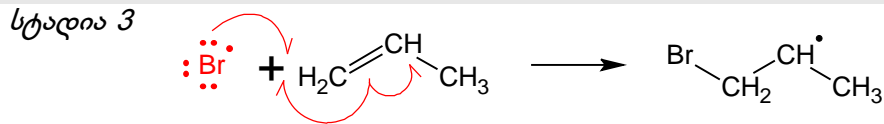
* ჩიკაგოს უნივერსიტეტი (აშშ)

მექანიზმით, რომელშიც რადიკალების ინიციატორის როლს ასრულებს ორგანული პეროქსიდი ან ჰიდროპეროქსიდი.

ჯაჭვის ინიცირება



ჯაჭვის გავრძელება

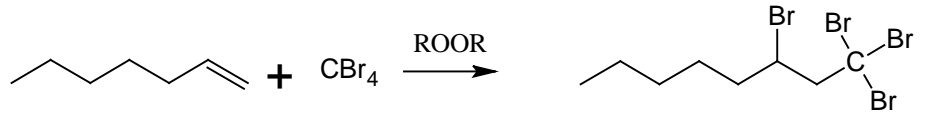


გაიხსენეთ რადიკალებისა და კატიონების ფარდობითი მდგრადობა!

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ხარაშის ეფექტი შეინიშნება მხოლოდ HBr-თან. HCl-თან და HI-თან ურთიერთქმედებისას რეაქციის მიმართულება უცვლელია.

3.10-B. ალკენების რადიკალური მიერთების რეაქციები

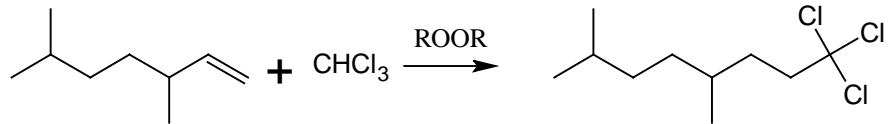
ორგანული პეროქსიდების თანობისას ალკენებისათვის დამახასიათებელია სხვა რეაქციებიც. კერძოდ, ისინი აქტიურად ურთიერთქმედებენ ტეტრაბრომნახშირბადთან. 1-ჰეპტენისა და ტეტრაბრომნახშირბადის ურთიერთქმედება ორგანული პეროქსიდების თანობისას მიმდინარეობს 1,1,1,3-ტეტრაბრომოქეტანის წარმოქმნით:



1-ჰეპტენი

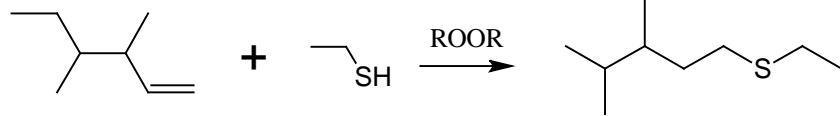
1,1,1,3-ტეტრაბრომოქტანი

ალკენებზე რადიკალური მიერთების რეაქციის მაგალითია ალკენების ურთიერთქმედება ქლოროფორმთან და თიოლებთან, რომლის შედეგადაც მიიღება *ჰემინალური ტრიქლორნანარმები* და *სულფიდები* შესაბამისად.



3,6-დიმეთილ-1-ჰეპტენი

1,1,1-ტრიქლორ-4,7-დიმეთილოქტანი

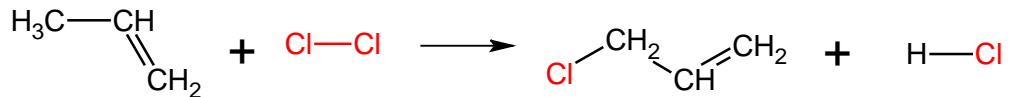


3,4-დიმეთილ-1-ჰექსენი

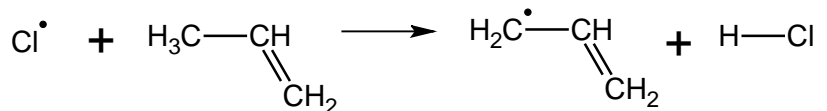
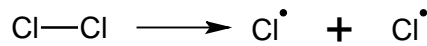
1-(ეთილითიო)-3,4-დიმეთილჰექსანი

3.10-C. ჰალოგენების ალილური ჩანაცვლება

მაღალ ტემპერატურაზე (300°C) პროპენი ურთიერთქმედებს ქლორთან და წარმოქმნის ალილქლორიდს.

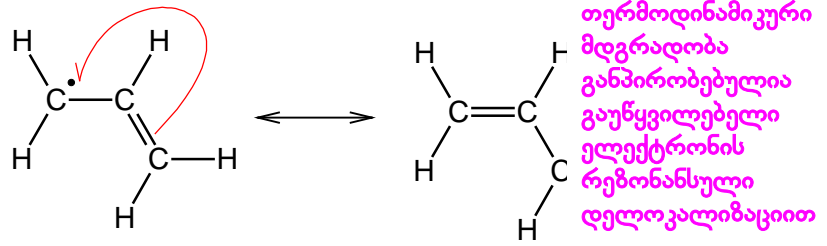


როგორც რეაქციიდან ჩანს, ადგილი აქვს არა მიერთებას, არამედ ჩანაცვლებას. როგორ წარმოიქმნება ალილქლორიდი? ქლორის მოლეკულის რადიკალებად დაშლის შემდეგ, ქლორის რადიკალი უტევს პროპენის მოლეკულას და მიიღება თერმოდინამიკურად მდგრადი ალილის რადიკალი.

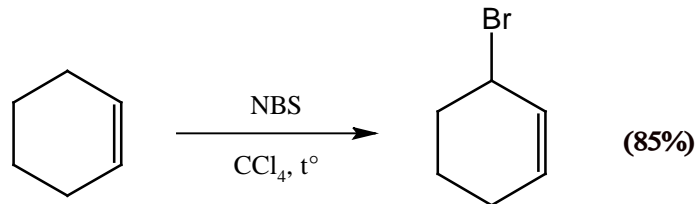
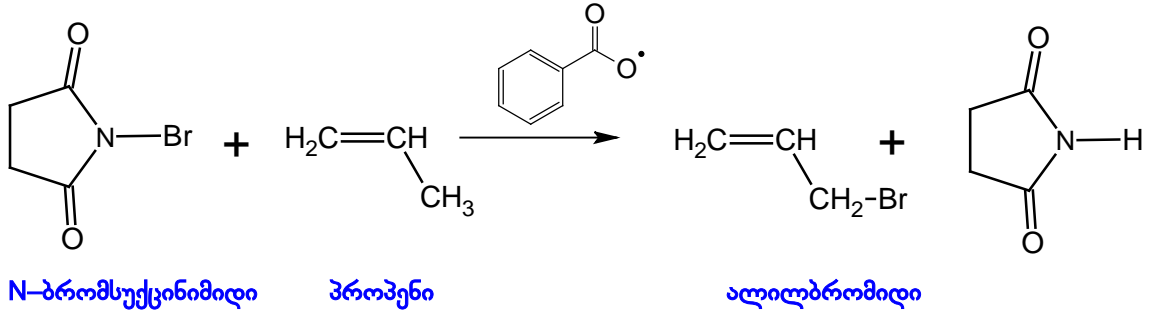


ალილის რადიკალი

ალილის რადიკალის თერმოდინამიკური მდგრადობა აიხსნება გაუნყვილებელი ელექტრონის რეზონანსული დელოკალიზაციით:



ალილური ბრომირება შეიძლება ჩატარდეს N-ბრომსუქცინიმიდის საშუალებით ბენზოილპეროქსიდის თანაობისას:

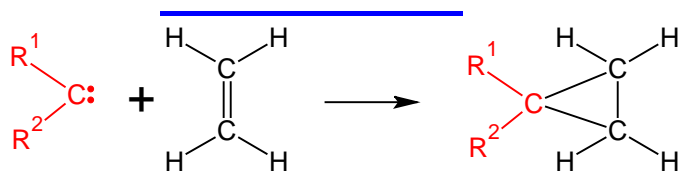


3.11. ციკლომიერთების რეაქცია

ალკენების საშუალებით შესაძლებელია მიღებული იქნას ნაერთები ციკლური აღნაგობით. ასეთი რეაქციები იწოდება ციკლომიერთების რეაქციებად. ციკლომიერთების რეაქციებს ყოფენ იმისადა მიხედვით, თუ რამდენი ნახშირბადის ატომის შემცველი რეაგენტები მონაწილეობენ ციკლომიერთების რეაქციაში. მაგალითად, არსებობს [2+1], [2+2], [4+2] და ა.შ. ციკლომიერთების რეაქციები.

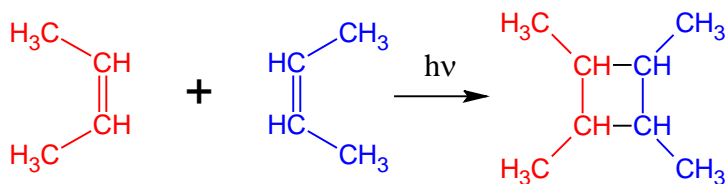
3.11-A. [2+1] ციკლომიერთების რეაქციები

ალკენები ურითერთქმედებენ კარბენებთან და წარმოქმნიან ციკლოპროპანის წარმოებულებს:



3.11-B. [2+2] ციკლომიერთების რეაქციები

[2+2] ციკლომიერთების რეაქციები წარმოადგენენ ციკლური დიმერიზაციის რეაქციებს. ციკლობუტენი უი სხივების გავლენით განიცდის ციკლოდიმერიზაციას და წარმოქმნის ციკლობუტანის წარმოებულს:



3.11-C. [2+4] ციკლომიერთების რეაქციები

[2+4] ციკლომიერთების რეაქცია მიმდინარეობს ალკადიენებსა და ალკენებს შორის (იხ. თავი 5, დილს-ალდერის რეაქცია).

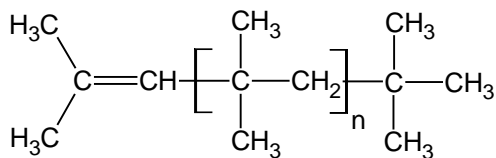
3.12. პოლიმერიზაციის რეაქცია

ალკენების ერთ-ერთი საინტერესო და დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობის თვისება არის უნარი წარმოქმნან მაღალმოლეკულური ნაერთები – ოლიგომერები და პოლიმერები.

ოლიგომერიზაციისა (დიმერიზაცია, ტრიმერიზაცია, ტეტრამერიზაცია და ა.შ.) და პოლიმერიზაციის დროს ადგილი აქვს ალკენის ერთი მოლეკულის მეორე მოლეკულის ორმაგ ბმასთან მიერთებას, რის შედეგადაც მიიღება გრძელი ჩონჩხის შემცველი ნაერთი.

აღნიშნული ტიპის რეაქციები მიმდინარეობს მხოლოდ სპეციფიური ნაერთების – კატალიზატორების გავლენით. კატალიზური თვისების მქონე ნაერთების სპექტრი საკმაოდ დიდია. ალკენების პოლიმერიზაცია შეიძლება განხორციელდეს მუყავების, თავისუფალი რადიკალების, მეტალორგანული ნაერთების თანაობისას.

შემდგომი პოლიმერიზაციის შედეგად მიიღება უკვე პოლიიზობუტილენი:



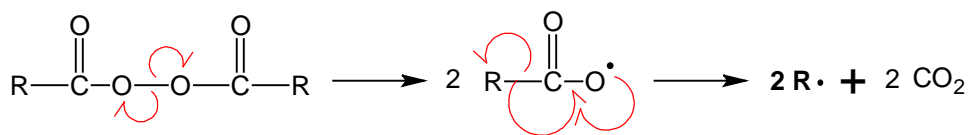
პოლიიზობუტილენი

3.12-B. პოლიმერიზაცია თავისუფალი რადიკალების თანაობისას

აღკენები პოლიმერიზაციის რეაქციაში შედიან თავისუფალი რადიკალების თანაობისას თუ იქნება რეაქციის ისეთი პირობები შექმნილი, რომ შესაძლებელი იქნება ჯაჭვის გაგრძელება (რადიკალების ხელახალი გენერირება). თავისუფალი რადიკალების ინიციატორებად გამოიყენება ორგანული პეროქსიდები.

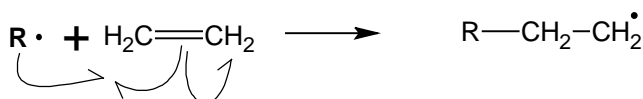
ჯაჭვის ინიცირება

სტადია 1



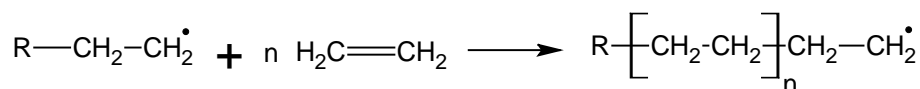
დიაცილპეროქსიდი

სტადია 2



ჯაჭვის გაგრძელება

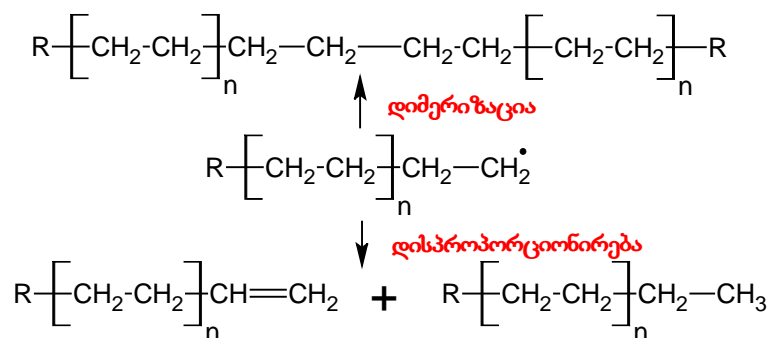
სტადია 3



ჯაჭვის გაგრძელების სტადია შეიძლება შეწყდეს, როდესაც ადგილი იქნება რადიკალების დიმერიზაციას ან დისპროპორციონირებას:

ჯაჭვის განყვეტა

სტადია 4

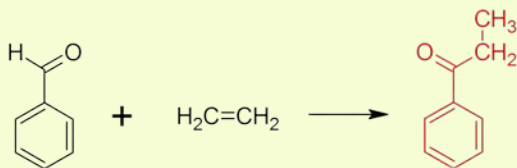


ჯაჭვური პოლიმერიზაცია ყველაზე რთულად მიმდინარეობს ეთილენთან. რეაქციის განხორციელებას ესაჭიროება 1500 ატმ. წნევა და მცირე რაოდენობით უანგბადის თანაარსებობა (რადიკალების ინიციატორი). ეთილენის ჯაჭვური პოლიმერიზაციის რეაქციით მიღებული პოლიმერის მოლეკულური მასა მერყეობს 20000–დან 40000–მდე. იგი წარმოადგენს რბილ, ელასტიურ უფერო მასას დარბილების ტემპერატურით 112-115 °C. მისი სიმკვრივე არის 0.92–0.93 გსმ⁻³. აღნიშნულ პოლიეთილენს ხშირად უწოდებენ „დაბალი სიმკვრივის პოლიეთილენს“ ან „მაღალი წნევის პოლიეთილენს.“

მაღალი წნევის პოლიეთილენი არის ძლიერ მედეგი პოლიმერი სხვადასხვა ქიმიური და ფიზიკური ზემოქმედების მიმართ. ამიტომ მისგან მზადდება მილსადენები, აფსკები, ტარა და სხვა.

პოლიეთილენის აკოჩანა.

კომპანია „Imperil Chemical Industries“ (ICI) ჩამოყალიბდა 1926 წელს რამდენიმე შედარებით პატარა ქიმიური კომპანიების შერწყმის შედეგად. 1930 წელს კომპანიის თანამშრომელმა ერიკ ფოსეტმა მიიღო ნებართვა ენარმოებინა კვლევების სერია მაღალი ტემპერატურისა და მაღალი წნევის პირობებში მიმდინარე ქიმიურ პროცესებზე. მისი ძირითადი მიზანი იყო ახალი საღებრების მიღება, თუმცა პროექტის წარუმატებლობის გამო, მალე დაიხურა. მოგვიანებით ფოსეტის ჯგუფს შეუერთდა რეჯინალდ გიბსონი. მათ 1933 წლის 24 მარტს სამუშაო კვირის ბოლო დღეს წამოიწყეს ახალი ექსპერიმენტი. ისინი ცდილობდნენ ბენზალდეჰიდისა და ეთილენის ურთიერქმედებით დაახლოებით 2000 ატმ წნევაზე მიეღოთ ახალი კეტონი:



ექსპერიმენტატორებმა სარეაქციო მასა დატოვეს რეაქტორში დასვენების დღეების გასვლამდე. ორშაბათს შენიშნეს, რომ რეაქტორში ჰერმეტიკობა იყო დაკარგული, ამიტომ სარეაქციო მასას კვლავ დაამატეს ეთილენის ახალი პორცია. როდესაც ექსპერიმენტი დასრულდა, რეაქტორში მკვლევარებმა აღმოაჩინეს მხოლოდ ცვილისმაგვარი ნივთიერება, რომლის ანალიზის შემდეგ დადგინდა მისი ემპირიული ფორმულა CH₂. ექსპერიმენტის ხელახლა ჩატარების შემთხვევებში ავტორები ერთიდაიგივე შედეგებამდე ვერ მიდიოდნენ. ამასთანავე, ხშირი იყო სისტემის აფეთქება. 1933 წლის ივლისის თვეში სამუშაოები კვლავ დაიხურა.

მოგვიანებით, 1935 წელს ფოსეტმა და გიბსონმა კვლავ განაახლეს პროექტი. პროექტის პირველი წარმატება იყო რეაქციის მიმდინარეობის კონტროლირება – რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სითბოს ასართმევად სარეაქციო მასას ამატებდნენ ცივი ეთილენის ახალ პორციებს. მუშაობის განახლებიდან ერთი თვის შემდეგ უკვე შესაძლებელი გახდა პირველი პროდუქტის დემონსტრირება. ასევე დადგენილი იქნა, რომ პოლიმერიზაციის პროცესში დიდ როლს ასრულებდა უანგბადი. მის გარეშე პრაქტიკულად რეაქცია არ მიმდინარეობდა. ხოლო დიდი რაოდენობით ადებისას რეაქცია კონტროლიდან გამოდიოდა. რომ არა პირველი ექსპერიმენტის დროს რეაქტორის არაჰერმეტიკობა (რამაც გამოიწვია სისტემაში უანგბადის რაოდენობის შემცირება) პოლიეთილენის სინთეზის მეთოდის აღმოჩენა ალბათ კიდევ დიდი ხნით გადაიდებოდა. ასევე დადგენილი იქნა, რომ პოლიეთილენის მიღების პროცესში ბენზალდეჰიდის დამატება საერთოდ არ არ იყო საჭირო.

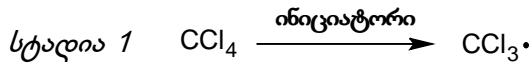
3.12-ც. ტელომერიზაცია

ტელომერიზაცია არის ოლიგომერიზაციის რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს ჯაჭვის გადამცემი (ტელომერი) ნაერთის თანაობისას.

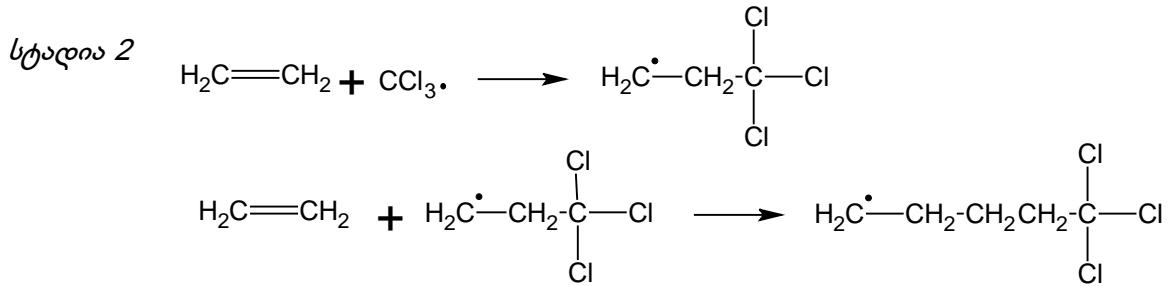
ტელომერიზაციის რეაქციის შედეგად მიიღება ოლიგომერების ნარევი, რომლებშიც მოლეკულის დაბოლოვებას წარმოადგენენ ტელომერები.

ტელომერიზაციის მაგალითის სახით შეიძლება მოვიყვანოთ ეთენის ურთიერთქმედება ოთხქლორიან ნახშირბადთან.

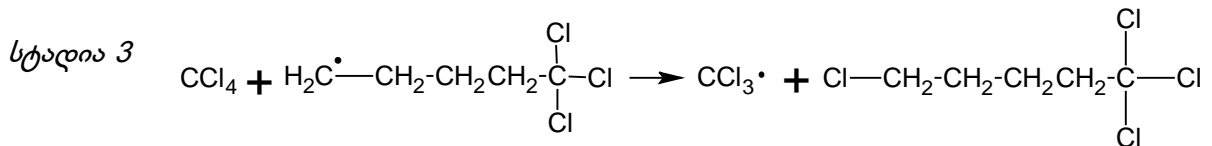
ჯაჭვის ინიცირება



ჯაჭვის გაგრძელება



ჯაჭვის გადაცემა

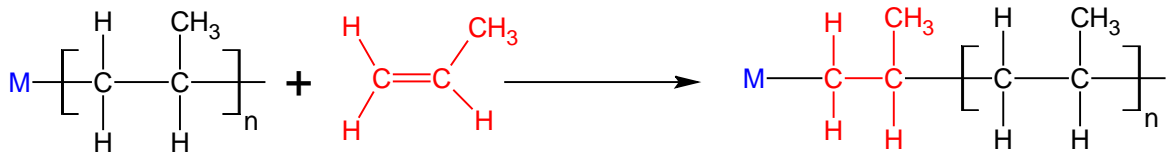


ტელომერიზაციის რეაქციას აქვს სამრეწველო დანიშნულება. მისი საშუალებით მიიღება ტეტრაქლორალკანები, რომლებიც თავის მხრივ გამოიყენება ჰიდროქსი- და ამინომჟავების მისაღებად.

3.12-D. პოლიმერიზაცია მეთალორგანული ნაერთების თანაობისას. კოორდინაციული პოლიმერიზაცია

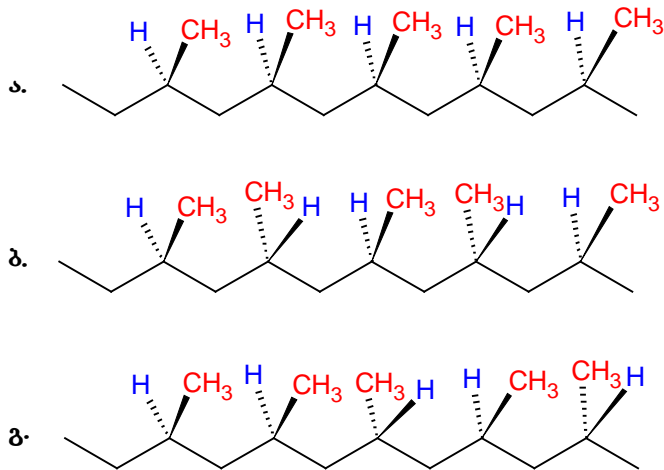
ალკენები ურთიერთქმედებენ ისეთ მეტალორგანულ ნაერთებთან, რომელშიც მეტალს გააჩნია თავისუფალი ორბიტალები (მაგალითად, ალუმინი, ტიტანი).

1963 წელს კარლ ციგლერსა და ჯულიო ნატას მიენიჭათ ნობელის პრემია პროპენის პოლიმერიზაციის კატალიზატორის შექმნისათვის. აღნიშნული კატალიზატორი წარმოადგენს მეტალორგანულ კომპლექსურ ნაერთს – $Al(C_2H_5)_3 \cdot TiCl_4$. მოცემული კატალიზატორის საშუალებით პოლიმერიზაციის რეაქციის მსვლელობისას ყოველი ახალი მონომერული რგოლი ერთვება პოლიმერის ჯაჭვში მეტალსა და ორგანულ ფრაგმენტს შორის.



მოცემულ კატალიზატორს **ციკლერ-ნატას** კატალიზატორს უწოდებენ და მისი საშუალებით შესაძლებელია **სტერეორეგულარული** პოლიმერების მიღება – ანუ პოლიმერი, რომელშიც მეთილის ჯგუფს ერთნაირი კონფიგურაცია უკავია. პოლიპროპილენის შემთხვევაში მეთილის ჯგუფებმა ქირალური ნახშირბადის გარშემო შეიძლება დაიკავონ ორივე მხარე, მაგრამ მონესრიგებულად (მორიგეობით). ასეთ პოლიმერს ეწოდება **სინდიოტაქტიკური** პოლიმერი. მეთილის ჯგუფების უფრო დიდი მონესრიგებულობა არის **იზოტაქტიკურ** პოლიმერებში, რომელშიც მას მხოლოდ ერთი და იგივე კონფიგურაცია უკავია.

ასეთი აღნაგობის პოლიმერის მოლეკულებს უნარი აქვთ ერთმანეთთან მჭიდროდ განლაგდნენ, რის შედეგადაც მიიღება მაღალი სიმკვრივის პოლიმერი.



ნახაზი 3-14.
 პოლიპროპილენის სამი
 სხვადასხვა სტრუქტურა:
 ა– იზოტაქტიკური,
 ბ–სინდიოტაქტიკური,
 გ–ატაქტიკური

მაღალი სიმკვრივის პოლიმერების კვლევა

პოლიეთილენი, რომელიც მიღებული იქნა ფოსფატისა და გიბსონის მიერ, დღეისათვის არის ე.წ. დაბალი სიმკვრივის ანუ მაღალი წნევის პოლიეთილენი. მიუხედავად იმისა, რომ ფოსფატისა და გიბსონის მიერ საკმაოდ იქნა დახვეწილი პოლიეთილენის მიღების ტექნოლოგია, მაგრამ ასეთი პოლიეთილენი მაინც ითვლებოდა „ჭუჭყიან“ პოლიმერად, რისი ძირითადი მიზეზიც იყო მოლეკულური „მოუნესრიგებლობა“.

პოლიმერიზაციის რეაქციის შემდგომი დახვეწა განახორციელა გერმანელმა მეცნიერმა კარლ ციგლერმა. იგი დაიბადა 1898 წელს ჰელზში (კასელის მახლობლად). კარლ ციგლერი თავდაუზოგავად მუშაობდა საკუთარ სახლში მოწყობილ ლაბორატორიაში და უკვე 23 წლის ასაკში მიაღწია პროფესორის ტიტულს. კ. ციგლერმა უზარმაზარი წვლილი შეიტანა მაღალმოლეკულური ნაერთების ქიმიის განვითარებაში.

კ. ციგლერმა პოლიმერიზაციის რეაქციებში შემოიტანა მეტალორგანული ნაერთები, როგორც კატალიზატორები, კერძოდ, იგი იყენებდა ალუმინორგანულ ნაერთებს. ციგლერმა მიაკვლია აგრეთვე, რომ ეთილენის პოლიმერიზაციისას სარეაქციო სისტემაში ნიკელის მინარევების (სისტემაში რჩებოდა რეაქტორის არასრულყოფილი გასუფთავების გამო) სახით არსებობის დროს აღვილი ჰქონდა მეტად საინტერესო და უჩვეულო მოვლენებს. ამიტომ შემდეგ ექსპერიმენტებში იგი უკვე იყენებდა ნიკელისა და ალუმინორგანული ნაერთების ნარევს. 1953 წლიდან ციგლერი მუშაობას განაგრძობს უკვე კოლეგებთან ჰოლცკამპთან და ბაიერთან ერთად და იწყებს ახალი ტიპის კატალიზატორის $Al(C_2H_5)_3 \cdot TiCl_4$ გამოცდას. ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ აღნიშნულ კატალიზატორზე ეთილენის გატარებისას ატმოსფერული წნევის პირობებში მიმდინარეობდა მომენტალური პოლიმერიზაციის რეაქცია.

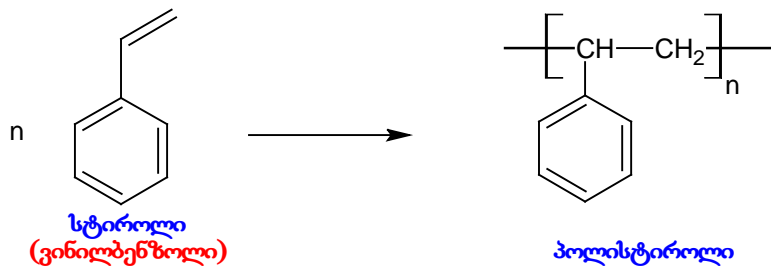
ნაშანდობლივია, რომ ციგლერის აღმოჩენაც ასევე შეიძლება შემთხვევითობას მიეწეროს! რომ არა სარეაქციო სისტემაში შემთხვევითი მოხვედრილი ნიკელი, საჭირო კატალიზატორის მოძიებას ვინ იცის კიდევ რამდენი დრო დასჭირდებოდა.

ციგლერის მიერ მიღებულ პოლიეთილენს აქვს კრისტალური აღნაგობა, გამოირჩევა მაღალი მექანიკური სიმტკიცითა და მაღალი სიმკვრივით. ამიტომ მას ეწოდა **მაღალი სიმკვრივის ან დაბალი წნევის პოლიეთილენი**.

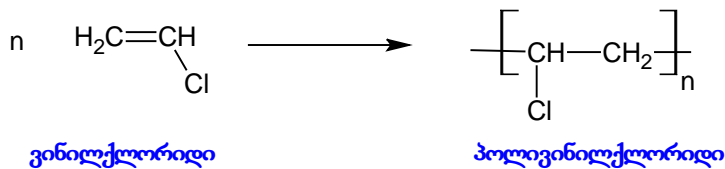
3.12-E. ეთილენური რიგის სხვა პოლიმერები

დღეისათვის სამომხმარებლო ბაზარი საკმაოდ გაჯერებულია ეთილენური რიგის პოლიმერებით. ეთილენურ რგოლში ჩამნაცალელებების გვარობის მიხედვით მიიღება სულ სხვადასხვა თვისებისა და დანიშნულების პოლიმერები.

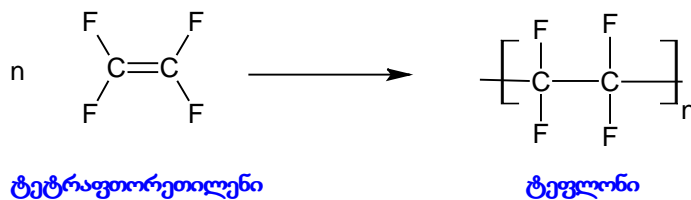
ერთ-ერთი ძირძველი პოლიმერია პოლისტიროლი, რომელიც მიიღება სტიროლის (ვინილბენზოლის) პოლიმერიზაციით:



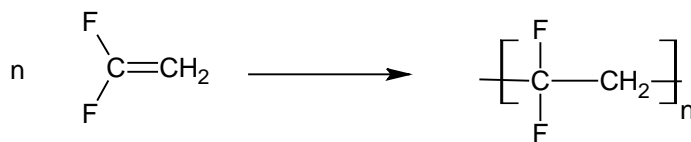
პოლიმერიზაციის რეაქცისათვის დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ეთილენის ჰალოგენწარმოებულებს. ქლორნაწარმებიდან ცნობილია ვინილქლორიდი, რომლიდანაც ღებულობენ პოლიმერს პოლივინილქლორიდს. იგი აქტიურად გამოიყენება წყლის მიღების, ტარის, გრამფირფიტების დასამზადებლად. პოლივინილქლორიდი დიალკილფთალატით პლასტიფიცირების შემდეგ გამოიყენება ხელოვნური ტყავის, სპეცლაბადების, საიზოლაციო მასალებისა და სხვა დასამზადებლად.



ძლიერ მაღალი მექანიკური და თერმომდგრადობით გამოირჩევიან ფთორირებული პოლიმერები. მაგალითად, პოლიმერი ტეფლონი (მოლეკულური მასით $2 \cdot 10^6$), რომელიც მიიღება ტეტრაფთორეთილენიდან რადიკალური პოლიმერიზაციით, მდგრადია კონცენტრირებული მჟავებისა და ტუტეების, ორგანული გამხსნელებისა და უმეტესი დამჟავგველების მიმართ. მისი ექსპლუატაცია შესაძლებელია 70°-დან 250°C-მდე. იგი მხოლოდ 600-800°C-ზე განიცდის დეპოლიმერიზაციას საწყის ტეტრაფთორეთილენში.



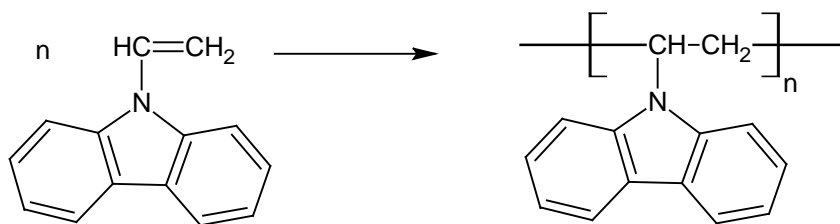
მეტად საინტერესო თვისებებით ხასიათდება პოლიმერი პოლივინილდიფთორიდი, რომელიც მიიღება 1,1-დიფთორეთილენიდან. იგი ხასიათდება პიეზოელექტრული თვისებით. აღნიშნული პოლიმერისაგან დამზადებული დეტალის მექანიკური ზემოქმედება (გადაღუნვა, დახვევა და სხვა) აღძრავს მასში ელექტრულ მუხტს. გარდა ამისა, თუ მისგან დამზადდებულ თხელ აფსკს მოვათავსებთ ხმოვანი სიგნალის ქვეშ, იგი აღძრული რხევისას გამოიმუშავებს ელექტრულ დენს. ან პირიქით, მასში ელექტრული სიგნალის გატარებისას აღიძვრება რხევითი მოძრაობა, რაც ელექტრო აკუსტიკური მოწყობილობების (მაგ., დინამიკების, ყურსასმენების და სხვა) დამზადების საშუალებას იძლევა.



1,1-დიფთორეთილენი

პოლივინილდიფთორიდი

პოლიმერი **პოლივინილკარბაზოლი** ერთ-ერთი ყველაზე „ჭკვიანი“ პოლიმერია. მას გააჩნია ფოტომესიერება ანუ მის ფირფიტაზე თუ დაუასხივებთ უი სხივებს რაიმე სურათის გავლით, იგი სურათის ნეგატიურ ანაბეჭდს დაიმასსოვრებს. სწორედ ამ პოლიმერის აღმოჩენამ დაუდო დასაბამი ასლგადამღები მონეციობილობებისა და ლაზერული პრინტერების ტექნოლოგიას.

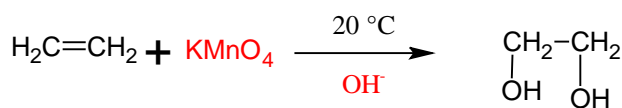


ვინილკარბაზოლი

პოლივინილკარბაზოლი

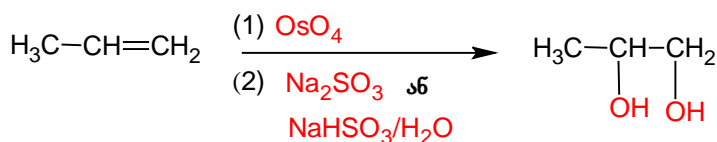
3.13. ალკენების დაჟანგვა

ალკენებისათვის დამახასიათებელია ორმაგი ბმის ჟანგვის რეაქციები. კალიუმის პერმანგანატის ან ოსმიუმის ტეტრაოქსიდის ზემოქმედებით მიიღება 1,2-დიოლები ანუ გლიკოლები.



ეთენი

1,2-ეთანდიოლი
(ეთილენ გლიკოლი)



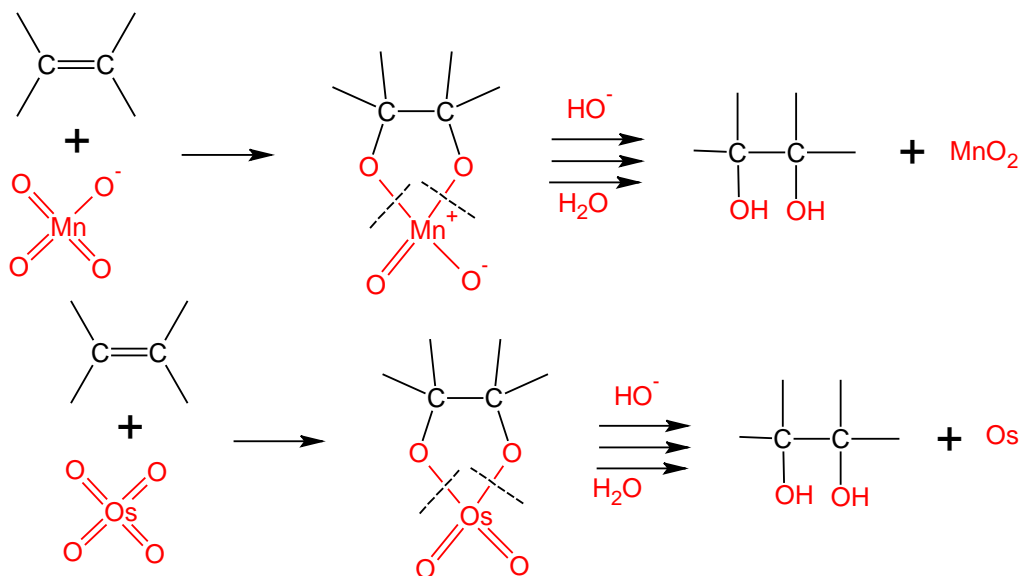
პროპენი

1,2-პროპანდიოლი
(პროპილენგლიკოლი)

3.13-A. ალკენების სინ-ჰიდროქსილირება

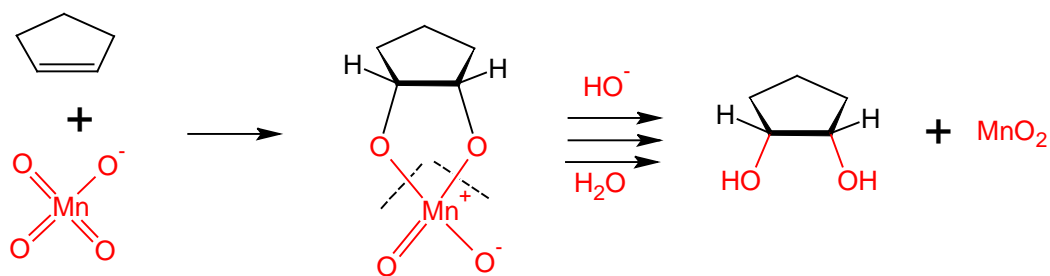
ალკენებზე კალიუმის პერმანგანატის ან ოსმიუმის ტეტრაოქსიდის ურთიერთქმედებისას რეაქციის პირველ საფეხურზე წარმოიქმნება ციკლური აღნაგობის *შუალედური პროდუქტი – ინტერმედიატი*. რეაქციის შემდეგ საფეხურებზე ადგილი აქვს მეტალი-ჟანგბადი ბმების განწყვეტას, რის შედეგადაც მიიღება სინ-ჰიდროქსილირების პროდუქტები – ვიც-დიოლები.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

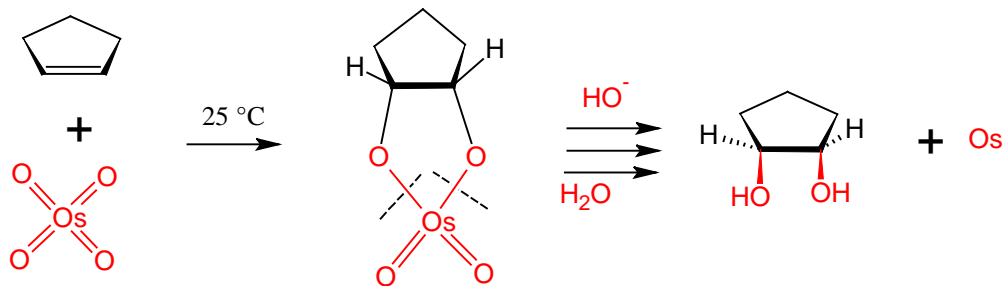


ოსმატი

კონკრეტული მაგალითი:



ცის-1,2-ციკლოპენტანდიოლი



ოსმატი

ცის-1,2-ციკლოპენტანდიოლი

სინ-ჰიდროქსილირება ნათლად ჩანს ციკლოპენტენის უანგვის მაგალითზე. მისი კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარით ან ოსმიუმის ტეტრაოქსიდის დაუანგვით მიიღება ცის-1,2-ციკლოპენტანდიოლი.

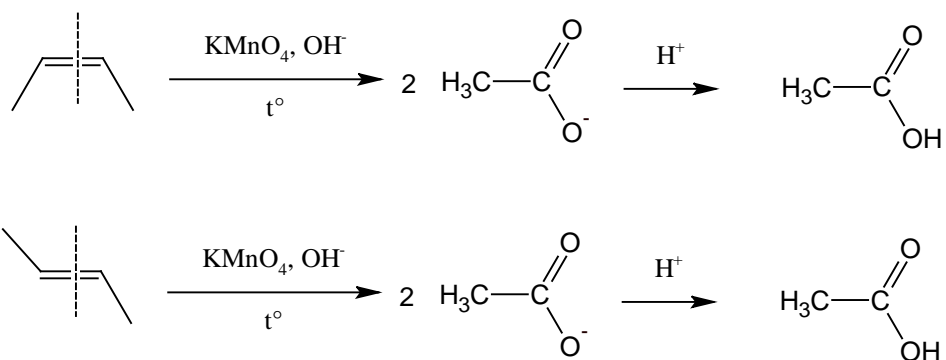
ალკენების უანგვისას ოსმიუმის ტეტრაოქსიდის გამოყენებისას რეაქციის გამოსალიანობა შედარებით უფრო მაღალია, მაგრამ დამუანგველის სიძვირის გამო, მას იშვიათად იყენებენ. შედარებით უფრო იაფი დამუანგველია კალიუმის პერმანგანატი, მაგრამ მისი გამოყენების ნაკლი მდგომარეობს იმაში, რომ მას შესწევს უნარი დაუანგოს როგორც ალკენი, ისე დაუანგვის პროლუქტი – გლიკოლი. ამიტომ, პერმანგანატით დაუანგვისას უანგვის ღრმა პროცესების თავიდან აცილების მიზნით რეაქციას ატარებენ ტუტე არეში დაბალ ტემპერატურაზე.

გარდა ამისა, პერმანგანატის გამოყენებას აქვს კიდევ ერთი დადებითი მხარე. ეს არის რეაქციის მსვლელობისას ფერის ცვლილება იასამნისფერიდან უფერულში, რაც აღნიშნულ რეაქციას აღმოჩენ თვისებას ანიჭებს.

ამოცანა 3.1
განასხვავეთ ქიმიური რეაქციების საშუალებით ეთანი და ეთენი?

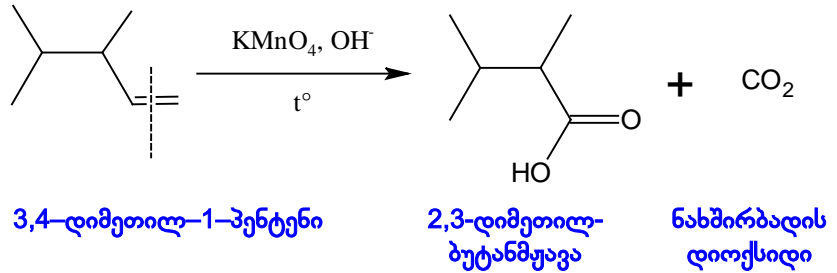
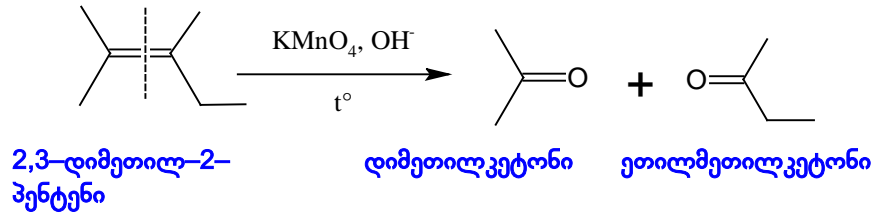
3.13-B. ალკენების უანგვითი ბახლეჩა

ალკენებზე კალიუმის პერმანგანატის ცხელი ტუტენყალხსნარით მოქმედება იწვევს ორმაგი ბმის გახლეჩას და მიიღება კარბონმუავის მარილები. ცის- და ტრანს-2-ბუტენის დაუანგვა კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით მაღალ ტემპერატურაზე იძლევა ერთიდაიგივე რაოდენობით ძმარმუავას (ან მის მარილებს). აღნიშნულ რეაქციაში ივარაუდება, რომ ინტერმედიატს წარმოადგენს გლიკოლი.



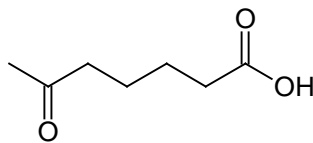
ალკენების დესტრუქციული უანგვისას კარბონმუავების ნაცლად შეიძლება წარმოიქმნას კეტონები და ნახშირბადის დიოქსიდი იმისდა მიხედვით, თუ როგორი აღნაგობა აქვს საწყის ალკენს. თუ ალკენში

ორმაგ ბმასთან არსებული ნახშირბადატომები მთლიანად ჩანაცვლებულია რადიკალებით, მაშინ ადგილი აქვს კეტონების წარმოქმნას, ხოლო თუ ორმაგ ბმას განაპირა მდებარეობა უკავია, მაშინ უანგვის შედეგად გამოიყოფა CO₂.



ამოცანა 3.2

ალკენი, რომლის ფორმულაა C₇H₁₄ ექვემდებარება კალიუმის პერმანგანატის ცხელი ხსნარით დაუანგვის რეაქციას. რეაქციის შედეგად მიიღება ქვემოთ მოყვანილი ნაერთი:

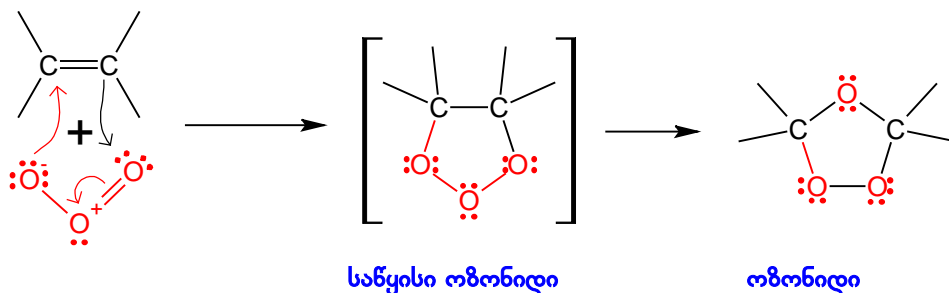


დაადგინეთ საწყისი ნაერთის სტრუქტურა და დანერეთ შესაბამისი უანგვის რეაქცია.

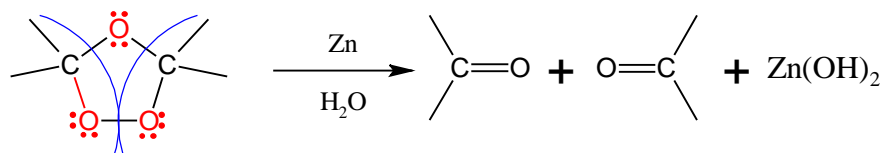
3.13-C. ალკენების ოზონოლიზი

ორმაგი ბმის მდებარეობის დადგენისათვის ხშირად იყენებენ ალკენების დესტრუქციული უანგვის რეაქციას, როდესაც დამუანგველად აღებულია ოზონი. აღნიშნულ რეაქციას **ოზონოლიზს** უწოდებენ. ოზონი ალკენებთან ურთიერთქმედებს

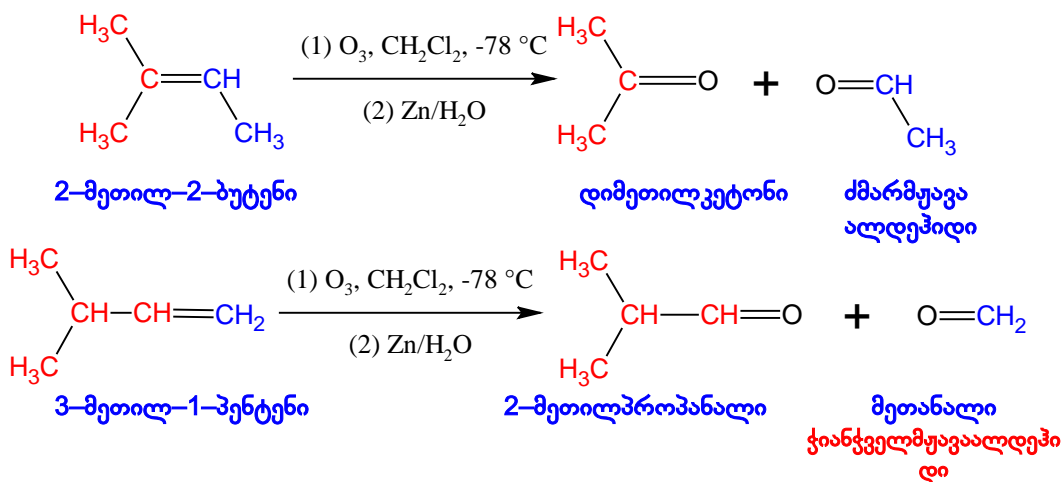
ენერგიულად და წარმოქმნის შუალედურ ნაერთს – მოლოზონიდს, რომელიც გადაჯგუფდება ოზონიდში.



ოზონიდები თავის მხრივ არიან საკმაოდ უმდგრადი ნაერთები და მათი იზოლირება სარეაქციო სისტემიდან ხშირად ვერ ხერხდება. მაგრამ შესაძლებელია მათი ალდგენითი გახლეჩა თუთიის მტვერისა და წყლის მოქმედებით. რეაქციის პროდუქტები ძირითადად არიან *კარბონილური ნაერთები* – ალდეჰიდები და კეტონები.

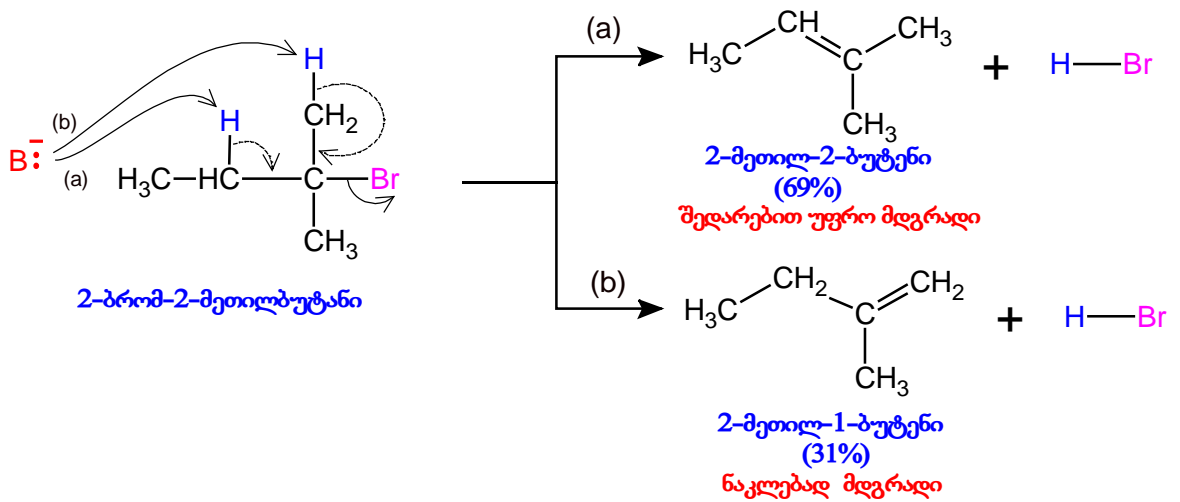


ოზონოლიზის კონკრეტული მაგალითები:



3.14. ალკენების სინთეზი ელიმინირების რეაქციებით

ელიმინირების (მოხლეჩის) რეაქციის საშუალებით მოლეკულაში შესაძლებელია ჯერადი ბმის ფორმირება. ამიტომ, ალკენების სინთეზისათვის ხშირად მიმართავენ ელიმინირების რეაქციების განხორციელებას. დღეისათვის ცნობილია ალკენების სინთეზის არაერთი მეთოდი, რომელიც ელიმინირების მექანიზმით მიმდინარეობს.

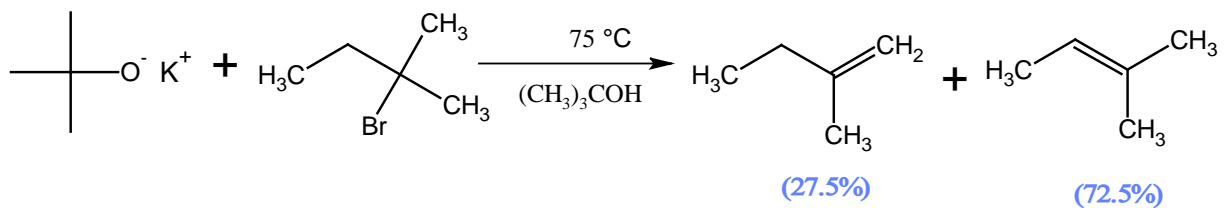


ალექსანდრე ზაიცევი
1841 - 1910

თუ ელიმინირების რეაქცია ჩატარებული იქნება ეთოქსიდ იონისა ან ჰიდროქსიდ იონის თანობისას, მაშინ რეაქციის ძირითადი პროდუქტი იქნება შედარებით უფრო სტაბილური (მაქსიმალურად ჩანაცვლებული) ალკენი. 2-მეთილ-2-ბუტენი არის სამი ჩამნაცვლებლის შემცველი ალკენი, ხოლო 2-მეთილ-1-ბუტენი კი დიჩანაცვლებული ალკენი. შესაბამისად, პირველი უფრო მდგრადია, ვიდრე მეორე. ელიმინირების აღნიშნული წესი შემოთავაზებული იქნა XIX საუკუნის დიდი რუსი მეცნიერის ზაიცევის მიერ და დღესაც **ზაიცევის წესის** სახელით არის ცნობილი.

3.14-B. გამონაკლისი ზაიცევის წესიდან

ელიმინირების რეაქციას თუ ჩავატარებთ კალიუმის მესამ-ბუტოქსიდის თანობისას მესამ-ბუტილის სპირტში, რეაქციის ძირითადი პროდუქტი იქნება ნაკლებჩანაცვლებული ალკენი, ანუ ელიმინირება წარიმართება ზაიცევის წესის საწინააღმდეგოდ (**ჰოფმანის წესი**).



რეაქციის ამგვარი მსვლელობა განპირობებულია მრავალი ფაქტორით, რომელთა შორის უპირველესია სტერიული გართულება.

* გერმანელი მეცნიერი. ორგანულ ქიმიაში ცნობილია ჰოფმანის გადაჯგუფება და ჰოფმანის ელიმინირების რეაქციები. ჰოფმანის მიერ იქნა შემოღებული მოლეკულების მოდელეებში ელემენტების ფერი (აზოტი-ლურჯი, უანგბადი-წითელი, ქლორი-მწვანე, გოგირდი-ყვითელი, წყალყადი-თეთრი), რომელიც დღესაც უცვლელი ფორმით გამოიყენება.

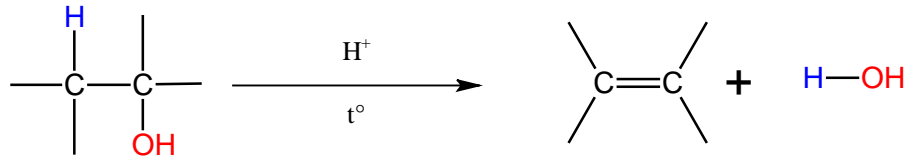
3.14-C. ალკანოლების დეჰიდრატაცია

მრავალი ალკანოლის გახურება ძლიერი მჟავების თანაობისას ინვევს წყლის მოლეკულის მოხლეჩას და ალკენების ფორმირებას.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



ავგუსტ ჰოფმანი
August Wilhelm von
Hofmann
1818 – 1892



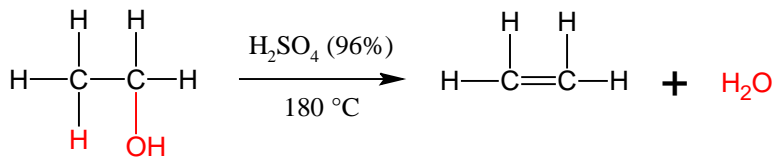
ალკენების დეჰიდრატაციას ატარებენ გოგირდმჟავისა და ფოსფორმჟავის (ბრენსტედის მჟავები) თანაობისას. სანარმოო მეთოდების (აირად ფაზური დეჰიდრატაცია) დროს კი უპირატესობას ანიჭებენ ალუმინის ოქსიდს (ლუისის მჟავა, რომელიც იპატიევის მიერ იქნა შემოთავაზებული *).



ვლადიმერ იპატიევი
09.11.1867- 29.11.1952

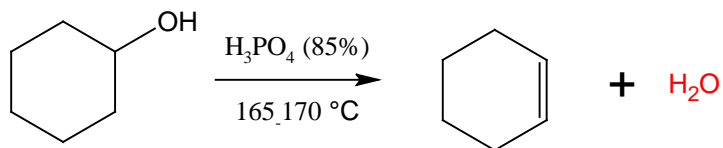
ალკანოლების დეჰიდრატაციის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს შემდეგ გარემოებებს:

1. რეაქციის პირობები – მჟავის კონცენტრაციისა და რეაქციის ტემპერატურის შერჩევისას უნდა გათვალისწინებული იქნას სპირტის აღნაგობა. პირველადი სპირტები, როგორც წესი, შედარებით უფრო რთულ პირობებში ექვემდებარებიან დეჰიდრატაციას. მაგალითად, ეთანოლის დეჰიდრატაციისათვის გამოიყენება კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, ხოლო რეაქციას ატარებენ 180°C-ზე.



ეთანოლი
1° სპირტი

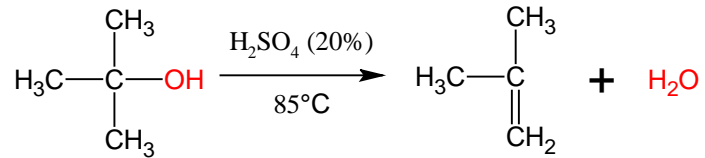
მეორეული სპირტები შედარებით უფრო რბილ პირობებში ექვემდებარებიან დეჰიდრატაციას. ციკლოჰექსანოლიდან წყლის მოლეკულის მოხლეჩას ესაჭიროება 85%-იან ფოსფორმჟავასთან გაცხელება 165-170°C-ზე.



* ამიტომ აღნიშნულ კატალიზატორს ზოგჯერ იპატიევის კატალიზატორსაც უწოდებენ

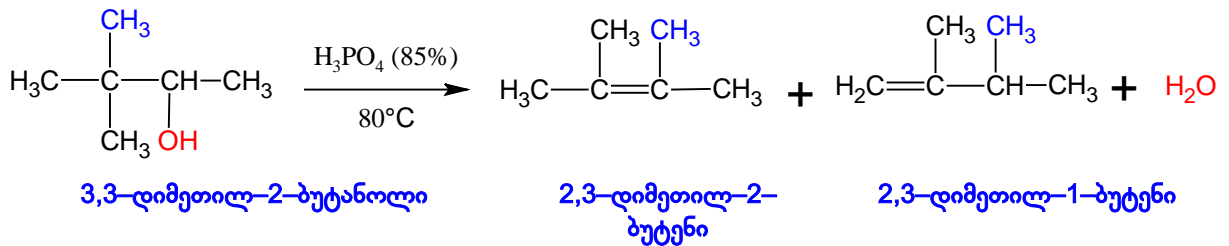
ციკლოპექსანოლი
2° სპირტი

მესამეული სპირტების დეჰიდრატაციისათვის კიდევ უფრო რბილი პირობებია საჭირო. მაგალითად, მესამ.-ბუტილის სპირტი დეჰიდრატირდება 20%-იანი გოგირდმუავით დამუშავებისას 85°C-ზე.



მესამ.-ბუტილის სპირტი
3° სპირტი

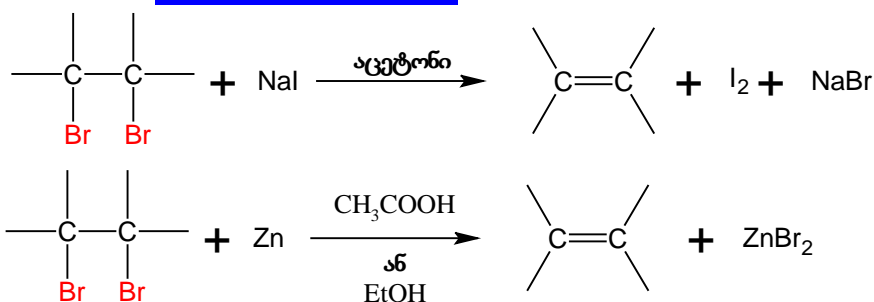
- ზოგიერთი პირველადი და მეორეული სპირტი დეჰიდრატაციისას განიცდის ნახშირბადოვანი ჩონჩხის გადაჯგუფებას. მაგალითად 3,3-დიმეთილ-2-ბუტანოლის დეჰიდრატაცია ძირითადად იძლევა 2,3-დიმეთილ-2-ბუტენს (80%) და 2,3-დიმეთილ-1-ბუტენს (20%).



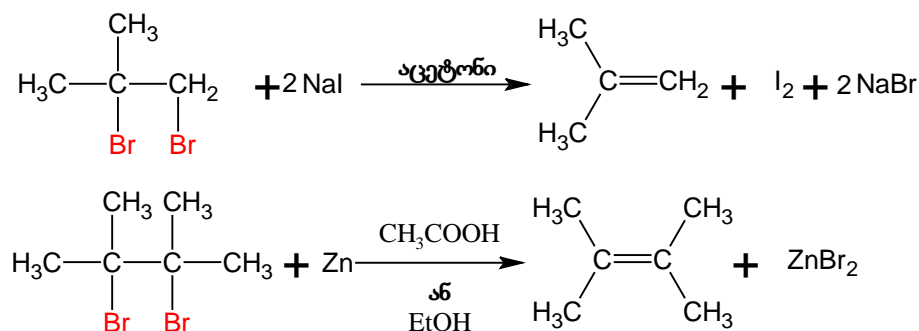
3.14-D. ვიცინალური დიბრომნანარმების დებრომირება

ვიცინალური დიჰალოგენარმოებულები განიცდიან დებრომირებას ნატრიუმის იოდიდის აცეტონური ხსნარის ან თუთიის მტვერის ზემოქმედებით ძმარმუავის არეში.

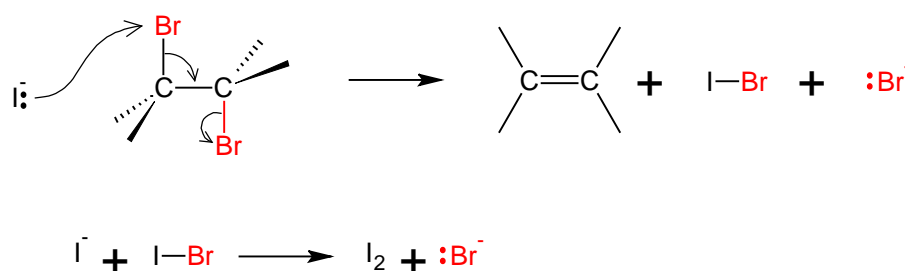
რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითები:



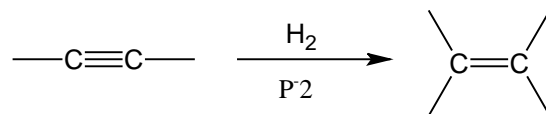
დებრომირება ნატრიუმის იოდიდით კატალიზისას მიმდინარეობს E2 მექანიზმით, როგორც ამას ადგილი აქვს დეჰიდროჰალოგენირებისას.



3.14-E. ცის-ალკენების სინთეზი ალკინების ჰიდრირებით. წყალბადის სინ-მიერთება

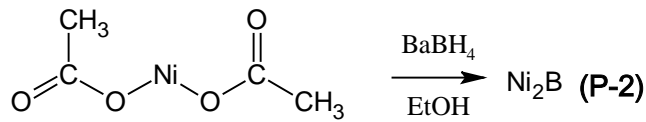
ალკენების სინთეზი შეიძლება განხორციელდეს ალკინების ნანილობრივი (არასრული) ჰიდრირების რეაქციით.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

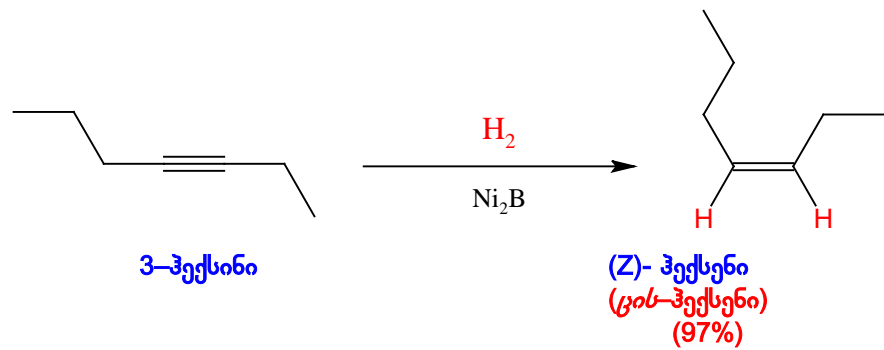


რეაქციის ჩატარებისათვის საჭიროა გამოყენებულ იქნას სპეციალური სელექციური კატალიზატორები. ერთ-ერთი ასეთი კატალიზატორი არის ნიკელის ბორიდი, რომელიც მიიღება ნიკელის აცეტატიდან და იწოდება P-2 კატალიზატორად.

157

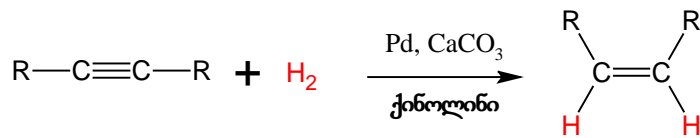


P-2 კატალიზატორის გამოყენებისას მიმდინარეობს ალკინებზე წყალბადის სინ-მიერთება და მიღებულ ალკენებს აქვთ (Z) ანუ ცის-კონფიგურაცია. მაგალითად, 3-ჰექსინის ჰიდრირება P-2 კატალიზატორის გამოყენებით იძლევა (Z)-3-ჰექსენს 97%-იანი გამოსავლიანობით.



ალკინებიდან ცის-ალკენების სინთეზი შეიძლება განხორციელდეს ე.წ. ლინდლარის კატალიზატორის გამოყენებითაც. ლინდლარის კატალიზატორი წარმოადგენს კალციუმის კარბონატზე დატანილ მეტალურ პალადიუმს. ჰიდრირების რეაქციას ატარებენ ქინოლინის არეში.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

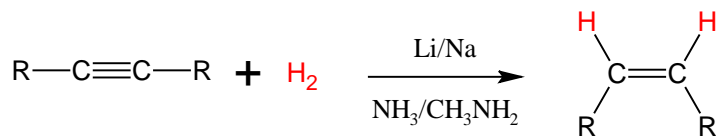


3.15. ტრანს-ალკენების სინთეზი ალკინების ჰიდრირებით.

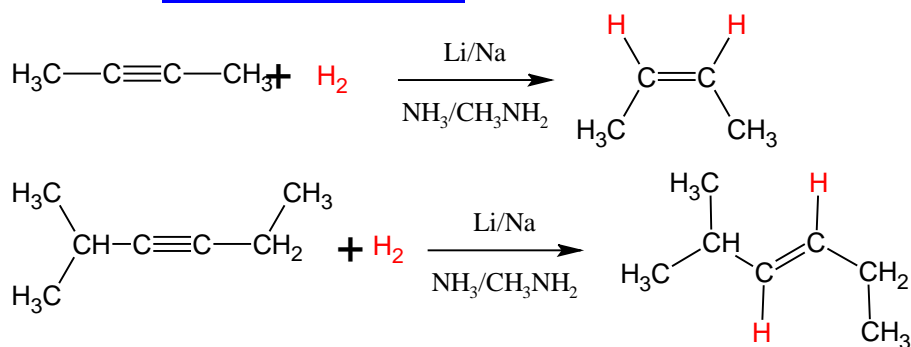
წყალბადის ანტი-მიერთება

ალკინების ალდგენის რეაქცია შესაძლებელია ჩატარდეს ტუტე მეტალების ლითიუმისა და ნატრიუმის გამოყენებით, ამიაკის ან ეთილამინის არეში, დაბალ ტემპერატურაზე. ამ შემთხვევაში ჰიდრირების რეაქცია მიმდინარეობს წყალბადის ტრანს-მიერთებით. ალდგენი კომპონენტი არის ატომური წყალბადი.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

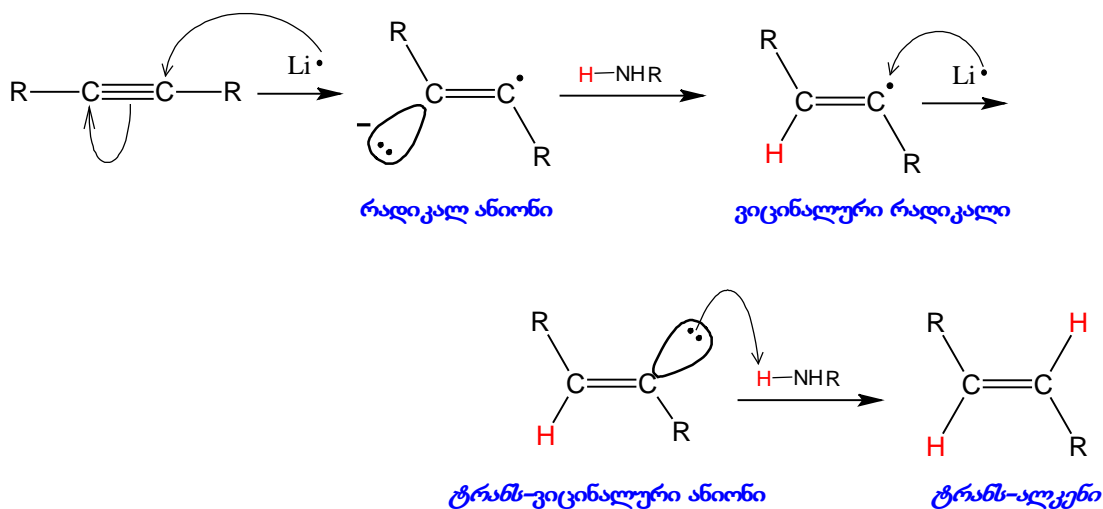


კონკრეტული მაგალითები:



ურთიერთქმედების პირველ საფეხურზე ადგილი აქვს ლითიუმის ატომიდან ელექტრონის გადასვლას ალკინზე, რის შედეგადაც მიიღება ინტერმედიატი. იგი მოიცავს გაუნწყვილებელ ელექტრონსა და არის უარყოფითი მუხტის მატარებელი. ე.ი. წარმოადგენს რადიკალ ანიონს. მეორე საფეხურზე ადგილი აქვს ამინიდიან (ან ამიაკიდან) პროტონის გადასვლას რადიკალ ანიონზე, რის შედეგადაც ფორმირდება ვიცინალური რადიკალი. შემდეგ ლითიუმიდან ელექტრონის ხელახალი გადასვლა ხელს უწყობს ტრანს-ვიცინალური ანიონის (ენერგეტიკულად უფრო მომგებიანი ფორმის) ჩამოყალიბებას. ურთიერთქმედების ბოლო საფეხურზე ამინიდან ინტერმედიატზე გადადის კიდევ ერთი პროტონი და მიიღება ტრანს-ალკენი.

რეაქციის მექანიზმი:



შეამოწმეთ საკუთარი ცოდნა

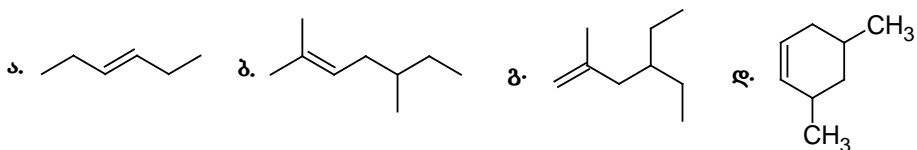
1. რომელ ნახშირწყალბადებს ეწოდებათ ალკენები?
2. რა არის ალკენების ჰომოლოგიური რიგის ფორმულა?
3. რომელი კლასის ნაერთებია ეთილენური რიგის ნახშირწყალბადები?
4. ჩამოთვალეთ ალკენების გამოყენების სფეროები.
5. სად არის გავრცელებული ალკენები?
6. რომელ ჰიბრიდულ მდგომარეობაში იმყოფება ნახშირბადატომი ალკენებში?
7. როგორი ბმის ტიპები გვხვდება ალკენებში? როგორ წარმოიქმნება ისინი?
8. რას შეადგენს კუთხის სიდიდე ალკენებში?
9. რა ტიპის იზომერია არის დამახასიათებელი ალკენებისათვის? რომელ ალკენებს არ აქვთ იზომერები და რატომ?
10. რომელ ალკენებს არ აქვთ ცის–ტრანს–იზომერები და რატომ?
11. როგორ გავლენას ახდენს ალკენების ფიზიკურ თვისებებზე სივრცითი აღნაგობა?
12. როგორ მიმდინარეობს ალკენების ჰეტეროგენური ჰიდრირება?
13. ჩამოთვალეთ კატალიზატორები, რომელთა საშუალებითაც მიმდინარეობს ალკენების ჰეტეროგენური ჰიდრირება.
14. რა თეორიული ღირებულება გააჩნია ალკენების ჰიდრირების რეაქციას?
15. განალაგეთ ალკენები მდგრადობის მიხედვით.
16. როგორ მიმდინარეობს ალკენების ჰომოგენური ჰიდრირების რეაქცია?
17. რა უპირატესობა გააჩნია ალკენების ჰომოგენურ ჰიდრირებას ჰეტეროგენურ ჰიდრირების რეაქციასთან?
18. როგორ მიმდინარეობს ალკენების ალდგენის რეაქცია დიიმიდების გამოყენებით?
19. როგორ მიმდინარეობს ალკენების ალდგენის რეაქცია ორგანობორანების გამოყენებით?
20. როგორი ტიპის რეაქციები ახასიათებთ ალკენებს?
21. რატომ არის ალკენებისათვის ენერგეტიკულად უფრო მომგებიანი მიერთების რეაქცია, ვიდრე ჩანაცვლების?
22. დაწერეთ ელექტროფილური მიერთების რეაქციის მექანიზმი.
23. რომელი რეაქციები მიმდინარეობს ელექტროფილური მიერთების მექანიზმით?
24. როგორ მიმდინარეობს ალკენების ჰიდროჰალოგენირების რეაქცია?
25. ჩამოაყალიბეთ მარკოვნიკოვის წესი.
26. როგორც არის განაწილებული ჰიდროჰალოგენიდების რეაქციისუნარიანობა ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში?
27. როგორ მიმდინარეობს ალკენებსა და გოგირდმუჟავას შორის ურთიერთქმედება?
28. როგორ მიმდინარეობს ალკენებსა და წყალს შორის ურთიერთქმედება?
29. როგორ მიმდინარეობს ალკენებსა და ჰალოგენებს შორის ურთიერთქმედება?
30. რატომ არ არის საჭირო კატალიზატორის გამოყენება ალკენების ჰალოგენირების რეაქციებში?
31. რას ეწოდება სტერეოსპეციფიური რეაქცია?
32. როგორ ცვლის ალკენების ჰალოგენირების რეაქციის მიმართულებას სარეაქციო სისტემაში

წყლის შეტანა?

33. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკენების რადიკალური მიერთების რეაქციები?
34. მოიყვანეთ რამდენიმე მაგალითი, რომელიც მიმდინარეობს რადიკალური მიერთების მექანიზმით.
35. როგორ მიმდინარეობს და რა პროდუქტები მიიღება ციკლომიერთების რეაქციებით.
36. რას ეწოდება პოლიმერიზაციის რეაქცია?
37. ჩამოთვალეთ პოლიმერები, რომელთა მიღებაც შესაძლებელია ალკენების პოლიმერიზაციის რეაქციებით.
38. დაწერეთ პოლიმერიზაციის რეაქცია, რომელიც მჟავა კატალიზით მიმდინარეობს
39. დაწერეთ პოლიმერიზაციის რეაქცია, რომელიც რადიკალური მექანიზმით მიმდინარეობს
40. რას ეწოდება ტელომერიზაციის რეაქცია
41. რა პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ტელომერიზაციის რეაქციას.
42. რას ცვლის ალკენების პოლიმერიზაციაში ციგლერ–ნატას კატალიზატორის შემოღება?
43. როგორი აღნაგობა აქვს იზოტაქტიკურ პოლიმერს?
44. როგორ მიმდინარეობს ალკენების დაუაგვის რეაქციები?
45. რა დამუანგველები გამოიყენება ალკენების უანგვის რეაქციებში? რატომ განსხვავდება მათი მოქმედება?
46. როგორ მიმდინარეობს ალკენების ოზონოლიზი?
47. ჩამოაყალიბეთ ზაიცევის წესი?
48. როგორ მიიღება ალკენები?
49. რა განაპირობებს ზაიცევის წესიდან გადახრას?
50. როგორ მიიღება ალკენები დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციით?
51. როგორ მიიღება ალკენები დეჰიდრატაციის რეაქციით?
52. როგორ მიიღება ალკენები ვიც–დიჰალოგენნარმებიდან?
53. რას ეწოდება სინ–მიერთების რეაქცია?
54. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკენების ჰიდრირება სინ–მიერთების მექანიზმით?
55. როგორ განვხორციელოთ ალკენებიდან ტრანს–ალკენების მიღება ჰიდრირების რეაქციით?

დამოუკიდებელი სამუშაო

1. დასახელეთ შემდეგი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:



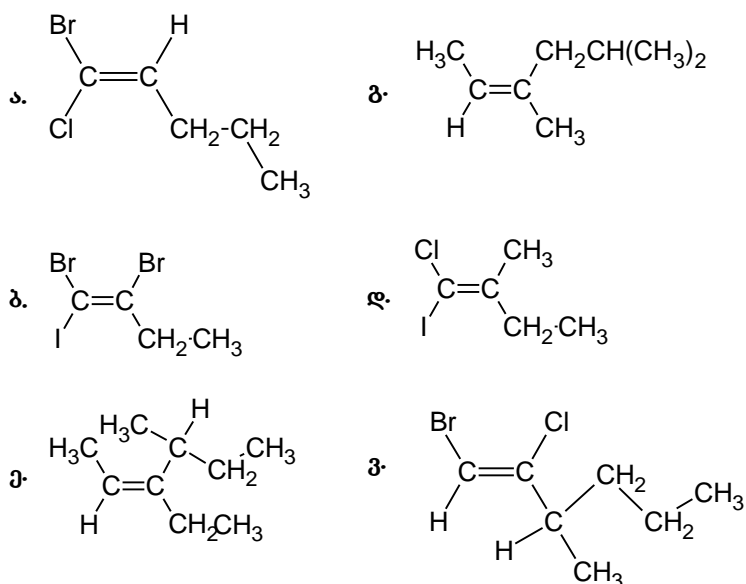
2. დანერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ა. ცის-3-ოქტენი | გ. 1,3-დიმეთილციკლოპექსენი |
| ბ. ტრანს-2-ჰექსენი | ზ. 3,4-დიმეთილციკლოპენტენი |
| გ. 2,4-დიმეთილ-2-პენტენი | თ. 2,4-დიმეთილ-2-პენტენი |
| დ. ტრანს-1-ქლორ-2-ბუტენი | ი. 1,2-დიქლორციკლოპექსენი |
| ე. 4,5-დიბრომ-1-პენტენი | კ. ტრანს-1,4-დიქლორ-1-პენტენი |

3. გაასწორეთ არასწორი დასახელებები:

- ა. 3-პენტენი
 ბ. 2-ვინილპენტანი
 გ. 2-ეთილ-2-ბუტენი
 დ. 2-მეთილციკლოპექსენი

4. დასახელეთ შემდეგი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:



5. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები დასახელებულია არასწორად დაწერეთ მათი სწორი დასახელებებიც ახსენით თქვენი მოსაზრების სისწორე.

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| ა. 4-პენტენი | დ. 4-მეთილციკლოპენტენი |
| ბ. 1,1-დიმეთილეთენი | ე. 3-ქლორ-2-ბუტენი |
| გ. 2-მეთილციკლოპექსენი | ვ. 5ბნ-დიქლორციკლოპექსენი |

6. დაწერეთ შემდეგი ნახშირწყალბადების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. სიმეტრიული და არასიმეტრიული ეთილპროპილეთილენი
- ბ. 2-მეთილ-1-პენტენი
- გ. 2,2,5-ტრიმეთილ-3-ჰექსენი
- დ. 2,3-დიმეთილ-1-ბუტენი
- ე. 4,6-დიმეთილ-3-ჰექსენი

7. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 4-მეთილ-2-პენტენი
- ბ. 3,4-დიმეთილ-2-ქლორ-3-ჰექსენი
- გ. 1-ბრომციკლოპექსენი
- დ. 1-ბრომ-4-მეთილ-3-ჰექსენი
- ე. 1ბ5-დიმეთილციკლოპექსენი
- ვ. 1-ბუტოქსი-1-პროპენი

8. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 2,6-დიმეთილ-1,3,6-ციკლოოქტატრიენი
- ბ. 3,6-დიმეთილ-1,4-ციკლოჰექსადიენი
- გ. ცის-2-ჰექსენი
- დ. ტრანს-4,4-დიმეთილ-2-პენტენი

9. 2-პენტენისათვის დაწერეთ ცის-ტრანს იზომერები და აღნიშნეთ, რომელია უფრო მდგრადი.

10. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

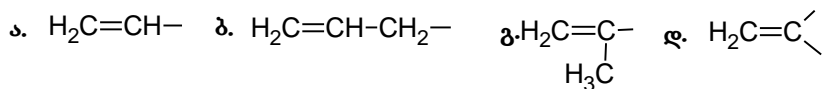
- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| ა. 2-მეთილჰექსენ-3 | დ. 2,5,5-ტრიმეთილჰექსენ-3 |
| ბ. 2,3-დიმეთილპენტენ-1 | ე. 2,2,6-ტრიმეთილოქტენ-4 |
| გ. 2,3,4-ტრიმეთილპენტენ-1 | |

11. დაწერეთ C_6H_{12} შედგენილობის ალკენის იზომერები და დაასახელებეთ საერთაშორისო ნომენკლატურით.

12. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთებისათვის დაწერეთ გეომეტრიული იზომერები:

- | | |
|--------------|--------------------------|
| ა. 2-ბუტენი | გ. 2,5-დიმეთილ-3-ჰექსენი |
| ბ. 2-პენტენი | დ. 3-მეთილ-2-პენტენი |

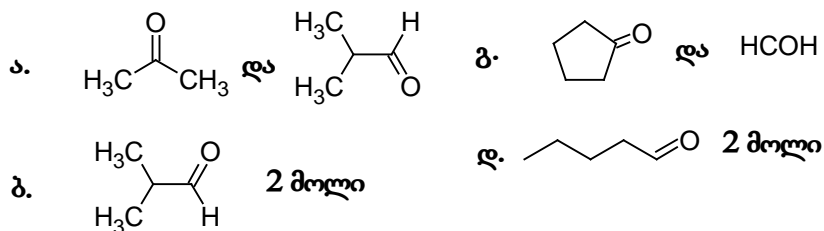
13. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი რადიკალები:



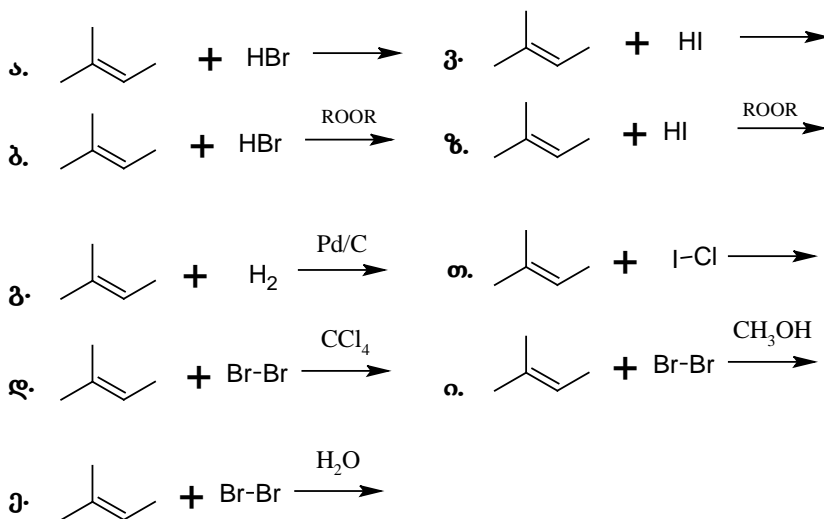
14. დაწერეთ შემდეგი ნახშირწყალბადების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. სიმეტრიული და არასიმეტრიული ეთილპროპილეთილენი
 ბ. 2-მეთილ-1-პენტენი
 გ. 2,2,5-ტრიმეთილ-3-ჰექსენი
 დ. 2,3-დიმეთილ-1-ბუტენი
 ე. 4,6-დიმეთილ-3-ჰექსენი

15. დაწერეთ იმ საწყისი ნაერთების ფორმულები რომელთა ურთიერთქმედებით ოზონთან და შემდგომი ალდგენითი ჰიდროლიზით მიიღება:



16. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების შედეგად მიღებული პროდუქტები:

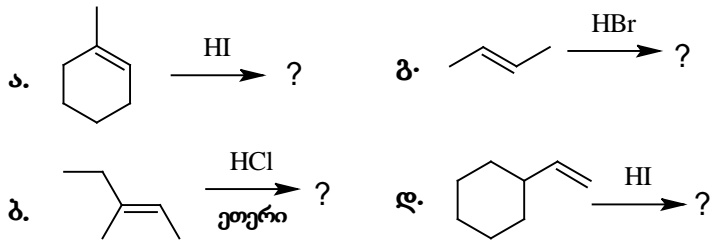


17. დაწერეთ იმ ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები რომელიც მიიღება ბუტენ-1-ის ურთიერთქმედებით თითოეულ ქვემოთ ჩამოთვლილ რეაგენტთან.

- | | |
|---|---|
| ა. HI | გ. $\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)$ |
| ბ. H_2, Pt | თ. $\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O})$ |
| გ. $\text{H}_2\text{SO}_4 (20^\circ\text{C}, \text{კონც.})$ | ი. $\text{KMnO}_4 (20^\circ\text{C}, \text{OH}^-)$ |
| დ. 1. $\text{H}_2\text{SO}_4 (20^\circ\text{C}, \text{კონც.})$; 2) $\text{H}_2\text{O} (\text{°})$ | კ. 1) O_3 ; 2) $\text{Zn} (\text{AcOH})$ |
| ე. HBr | ლ. 1) $\text{KMnO}_4 (\text{°}, \text{OH}^-)$; 2) H^+ |
| ვ. $\text{HBr} (\text{ROOR})$ | |

ალკენებისათვის ძირითადად დამახასიათებელია ორმაგ ბმაზე ელექტროფილური მიერთების რეაქციები.

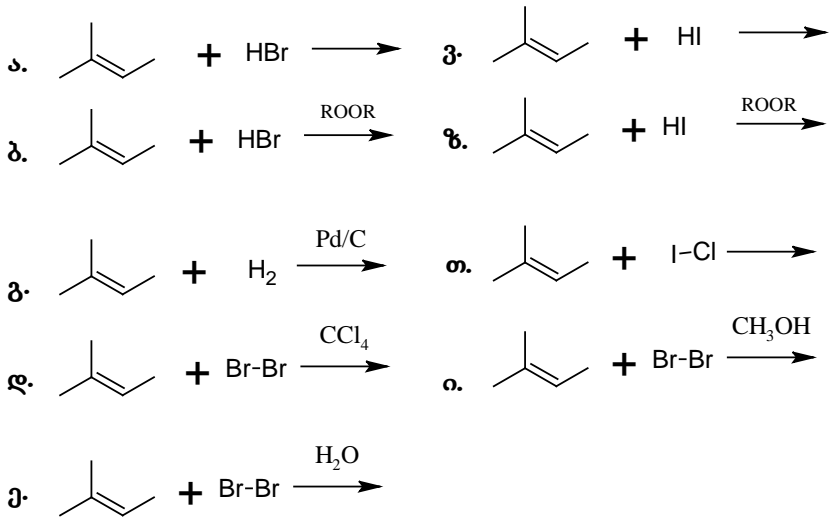
18. დაწერეთ რეაქციის ძირითადი პროდუქტი:



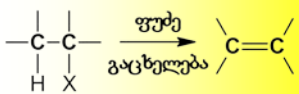
19. დაწერეთ 1-ბუტენიდან 2-ბუტენისა და 2,4-დიმეთილ-1-ჰენტენიდან 2,4-დიმეთილ-2-ჰენტენის მიღების რეაქციათა ტოლობები.

20. დაწერეთ პროპენის ურთიერთქმედების რეაქცია ქლორთან (ა) სინთათლეგზე და (ბ) 450-500°C-ზე.

21. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების შედეგად მიღებული პროდუქტები:

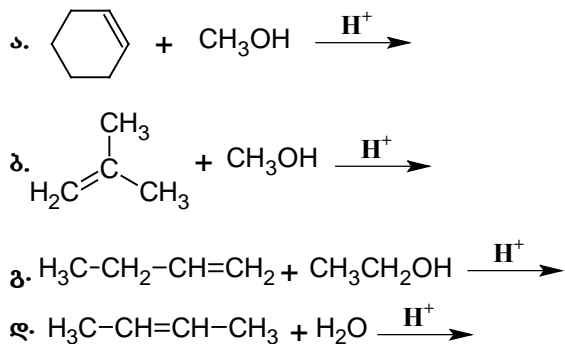


ალკენების მიღების ზოგადი მეთოდი არის ელიმინირების რეაქცია:

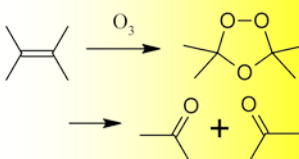


22. დაწერეთ 1-ბუტენიდან 2-ბუტენისა და 2,4-დიმეთილ-1-ჰენტენიდან 2,4-დიმეთილ-2-ჰენტენის მიღების რეაქციათა ტოლობები.

23. დაწერეთ ქვემოთმოყვანილი რეაქციების შედეგად მიღებული საბოლოო პროდუქტები:



ალკენების ოზონოლიზის რეაქცია:



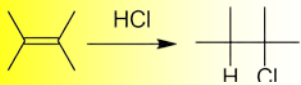
24. დაალაგეთ რადიკალები სტაბილურობის შემცირების მიხედვით:

- ა. $\dot{\text{C}}\text{H}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot\text{CH}=\text{CH}_2$ გ. $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot\text{CH}=\dot{\text{C}}\text{H}$
 ბ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\cdot\dot{\text{C}}\text{H}-\text{CH}=\text{CH}_2$ დ. $\text{CH}_3\cdot\dot{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_2\cdot\text{CH}=\text{CH}_2$

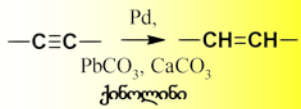
25. დაწერეთ 2-ბუტენის რეაქციები მოცემულ რეაგენტებთან:

- ა.* $\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)$ დ.* HBr ზ.* H_2SO_4
 ბ. $\text{Cl}_2 (\text{CCl}_4)$ ე. HCl თ.* $\text{H}_2\text{O} (\text{H}^+)$
 ვ. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ი. HI ი. $\text{HOCl} (\text{H}^+)$

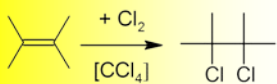
ალკენების ჰიდროჰალოგენირება მიმდინარეობს კატალიზატორის გამოყენების გარეშე,



ალკენების მიღება შესაძლებელია ალკინების ალდგენით სპეციფიურ პირობებში ლინდლარის კატალიზატორის თანაობისას



ალკენების ჰალოგენირება მიმდინარეობს კატალიზატორის გამოყენების გარეშე ინეტრულ გამხსნელებში



ვარსკვლავით აღნიშნული რეაქციებისათვის მოიყვანეთ მექანიზმი.

26. დაწერეთ ის საწყისი ალკენის სტრუქტურული ფორმულა რომლის ოზონირებით და შემდგომი ჰიდროლიზით მიიღება:

- ა. აცეტონი და ძმარალდეჰიდი
 ბ. მეთილეთილკეტონი და პროპიონალდეჰიდი
 გ. ტრიმეთილძმარალდეჰიდი და აცეტონი

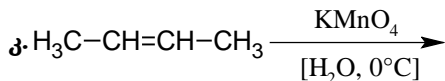
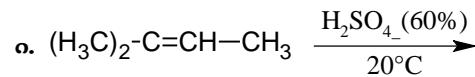
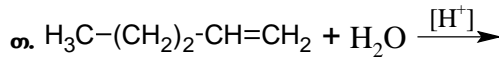
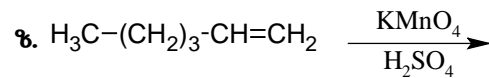
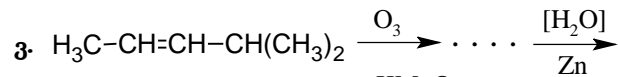
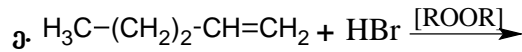
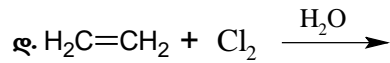
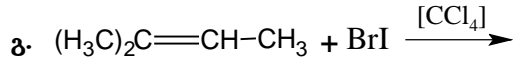
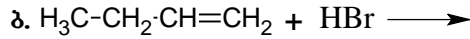
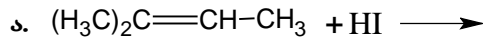
27. დაასრულეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციები. დაასახელეთ გამოსავალი პროდუქტები და ქიმიური გარდაქმნის ტიპები.

- ა. $(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HI} \longrightarrow$
 ბ. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow$
 გ. $(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{BrI} \xrightarrow{[\text{CCl}_4]}$
 დ. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$
 ე. $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \xrightarrow{[\text{ROOR}]}$
 ვ. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \xrightarrow{\text{O}_3} \dots \xrightarrow[\text{Zn}]{[\text{H}_2\text{O}]}$
 ზ. $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}$
 თ. $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{[\text{H}^+]}$
 ი. $(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow[20^\circ\text{C}]{\text{H}_2\text{SO}_4 (60\%)}$
 კ. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{[\text{H}_2\text{O}, 0^\circ\text{C}]} \text{KMnO}_4$

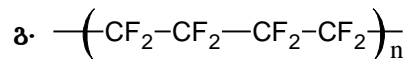
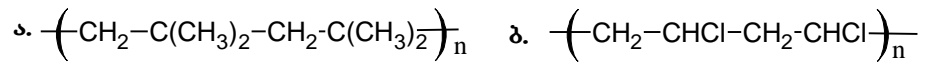
28. რომელი მონომერებიდან მიიღება ქვემოთ მოყვანილი აღნაგობის პოლიმერი:

- ა. $\left(\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2 \right)_n$ ბ. $\left(\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_2-\text{CHCl} \right)_n$
 გ. $\left(\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2 \right)_n$

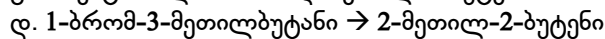
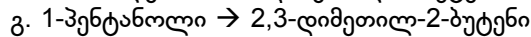
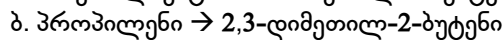
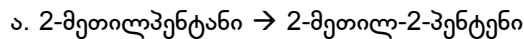
29. დაასრულეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციები და დასახელოთ გამოსავალი პროდუქტები და ქიმიური გარდაქმნის ტიპები.



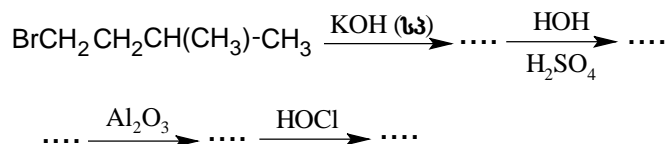
30. რომელი მონომერებიდან მიიღება ქვემოთ მოყვანილი აღნაგობის პოლიმერი:



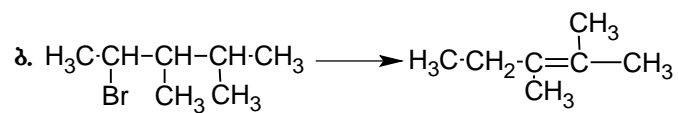
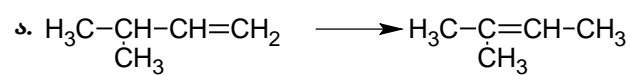
31. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:



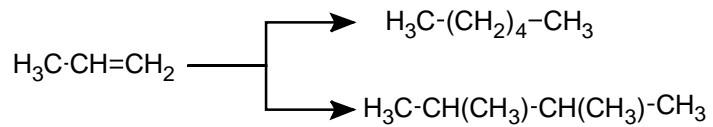
32. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნა:



33. განახორციელოთ შემდეგი გარდაქმნა მითითებულ გამოყენებული რეაგენტებით:



34. შეასრულეთ გარდაქმნები:



თავი 4.

- ✓ უჯერი ნახშირწყალბადები
- ✓ ალკინები

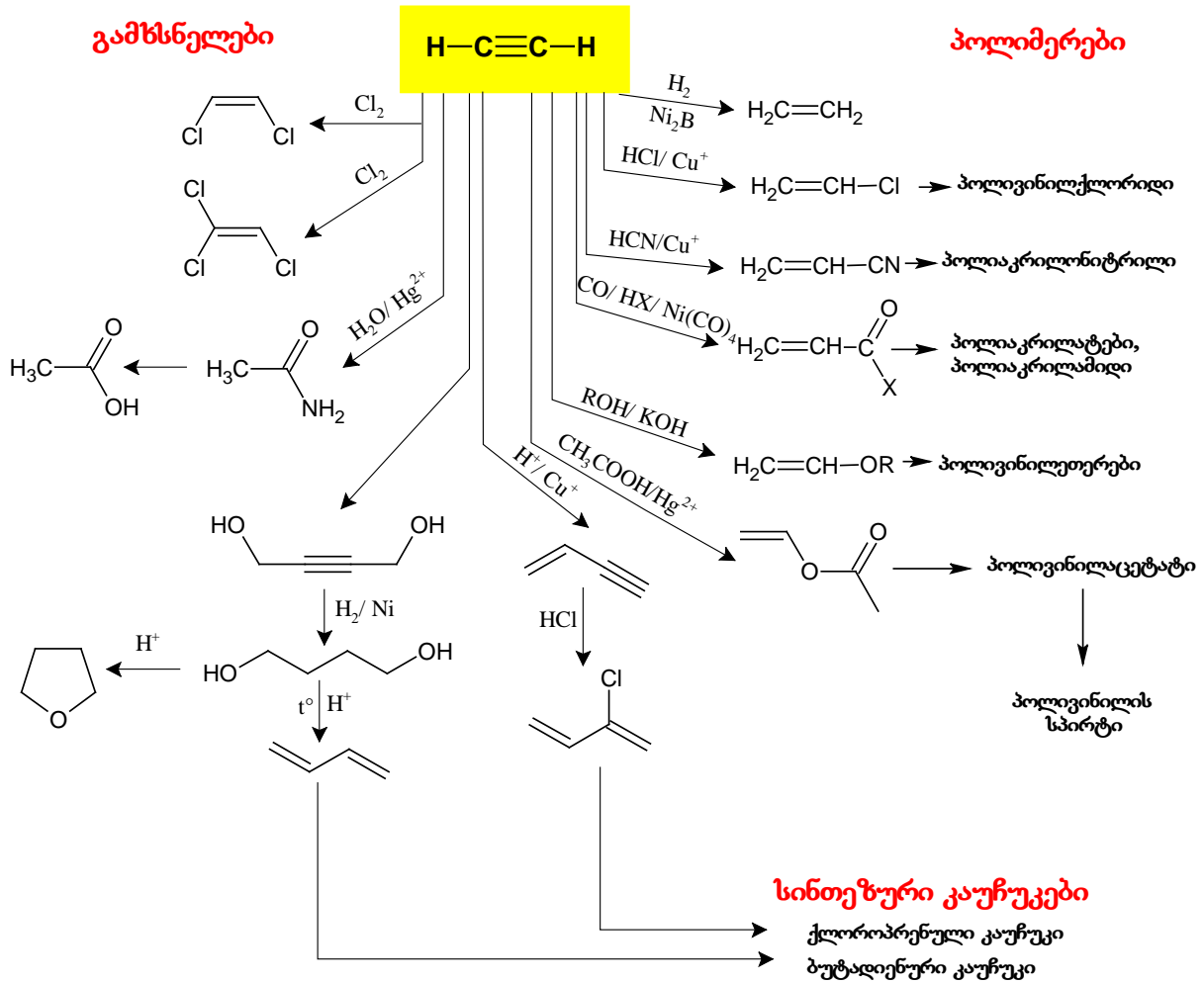
4.1. შესავალი

ალკინები ეწოდებათ უჯერ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n-2} , მოიცავენ მხოლოდ ერთ სამმაგ ბმასა და sp-ჰიბრიდულ ნახშირბადატომებს. ალკინების ისტორიული დასახელებაა **აცეტილენური რიგის ნახშირწყალბადები**.

4.2. ალკინების გამოყენება

ალკინების გამოყენების არეალი საკმაოდ ფართოა და მოიცავს მრავალი ძვირფასი ნაერთის თუ მასალის სინთეზს. ალკინებს, კერძოდ აცეტილენს იყენებენ შედეგებით სამუშაოებში, ვინაიდან იგი წვის დროს გამოანთავისუფლებს დიდი რაოდენობით ენერგიას. ალკინების პირდაპირი გამოყენების გარდა, მათი საშუალებით წარმოებს ისეთი ნაერთების სინთეზი, როგორცაა ჰალოგენნაწარმები, ალდეჰიდები და კეტონები, მჟავები და მათი ნაწარმები, ალკადიენები, ჰეტეროციკლური და არომატული ნაერთები, მონომერები და მათი შესაბამისი

პოლიმერები და სხვა. ალკინების გამოყენების არეალი ეთინის მაგალითზე მოცემულია ნახაზი 4-1-ზე.



ნახაზი 4-1. ალკინების გამოყენების არეალი ეთინის მაგალითზე

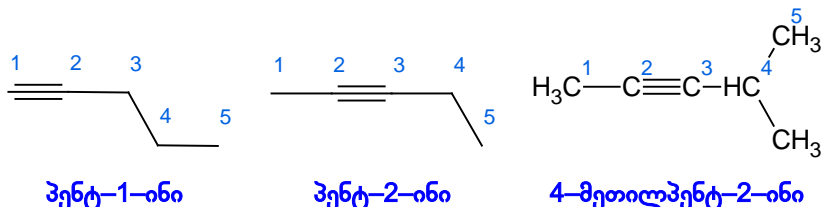
4.3. ალკინების ნომენკლატურა

ალკინების ჰომოლოგიური რიგის უმარტივესი წარმომადგენელი არის ეთინი C_2H_2 , რომლის ტრივიალური დასახელებაა აცეტილენი .

4-ოთხი და მეტი ნახშირბადმცველი ალკინების დასახელებისას IUPAC-ის პრინციპების მიხედვით ანალოგიურია ალკენების დასახელების. დასახელებისას ფუძედ აღებულია სამმა-

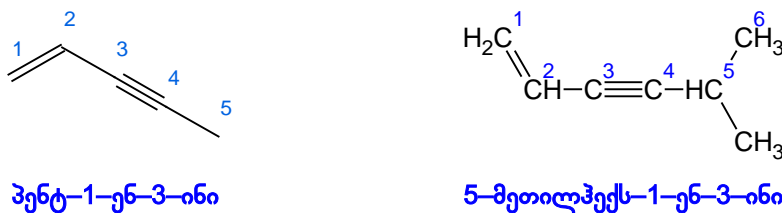
* დასახელება „აცეტილენი“ აღიარებულია IUPAC-ის ნომენკლატურის მიერ.

გი ბმის შემცველი ყველაზე გრძელი ნახშირბადოვანი ჩონჩხის ალკანის დასახელება, რომელშიც „ან“ დაბოლოვება შეცვლილია „ინ“ დაბოლოვებით. ჩონჩხის ნუმერაცია ნარმოებს იმ ბოლოდან, საიდანაც ახლოა სამმაგი ბმა:



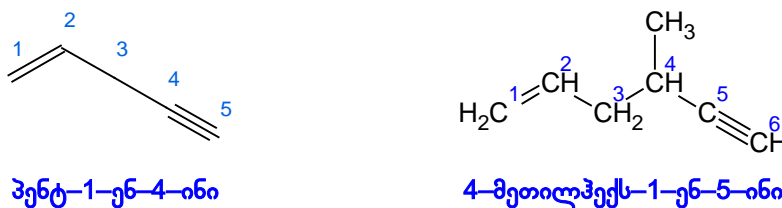
თუ ნახშირწყალბადი მოიცავს როგორც ორმაგ, ისე სამმაგ ბმას, მაშინ ძირითადი ჩონჩხის ნუმერაციისას გათვალისწინებული უნდა იქნას მათი მდებარეობა. კერძოდ,

1. თუ ორმაგი ბმა სამმაგ ბმაზე უფრო ახლოსაა ჩონჩხის დაბოლოვებასთან, მაშინ ნუმერაცია იწყება ორმაგი ბმის მდებარეობის გათვალისწინებით:



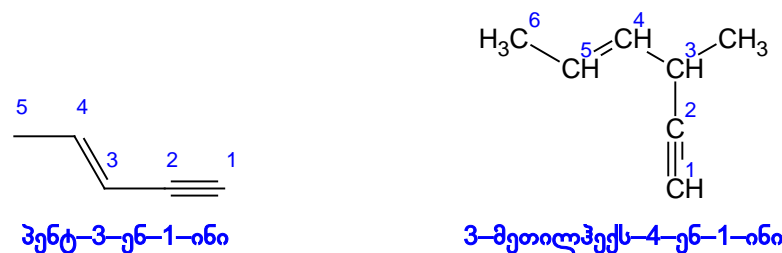
(არასწორია პენტ-4-ენ-2-ინი)
(არასწორია 2-მეთილპექს-5-ენ-3-ინი)

2. თუ ორმაგი და სამმაგი ბმა ერთიდაიგივე მანძილზეა დაშორებული, მაშინ ძირითადი ჩონჩხის ნუმერაცია იწყება ორმაგი ბმის მხრიდან:



(არასწორია პენტ-4-ენ-1-ინი)
(არასწორია 3-მეთილპექს-5-ენ-1-ინი)

3. თუ სამმაგი ბმა ორმაგ ბმაზე უფრო ახლოსაა ჩონჩხის დაბოლოვებასთან, მაშინ ნუმერაცია იწყება სამმაგი ბმის მდებარეობის გათვალისწინებით:





მიუხედავად იმისა, რომ ნუმერაცია ზოგჯერ ორმაგი ბმის მხრიდან იწყება სამმაგი ბმის რანგი უფრო მაღალია ვიდრე ორმაგი ბმის. ამიტომ სამმაგი ბმის შემცველი ნაერთების ბოლო სუფიქსი იქნება ყოველთვის „ინ“

4.3.A. ალკინური ჯგუფების დასახელება

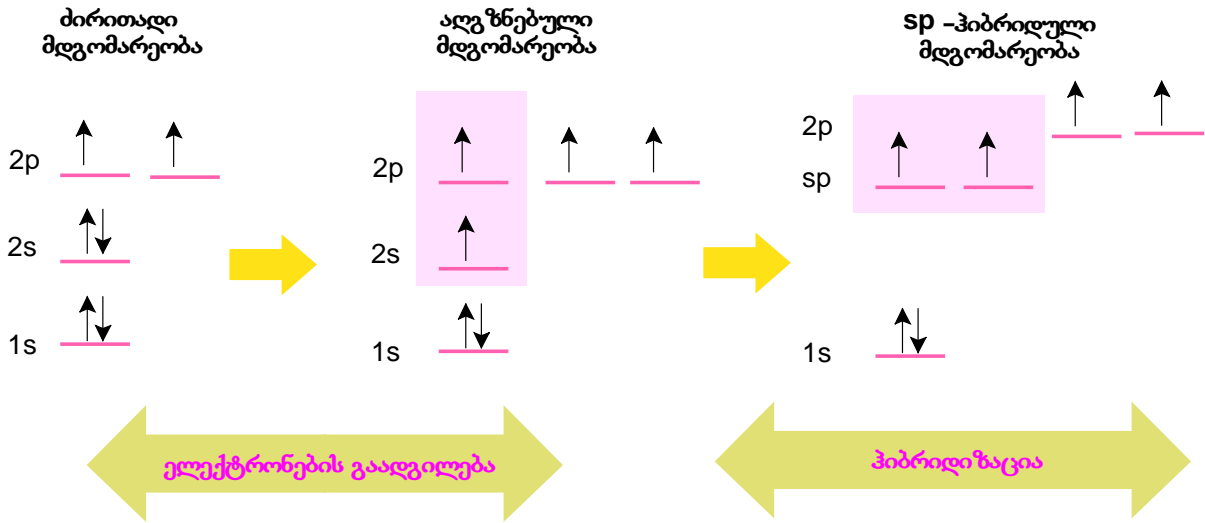
ალკინური ჯგუფების დასახელებისას „ინ“ დაბლოვება ემატება „ილ“ დაბლოვება. მაგალითად, ეთინი \Rightarrow ეთინილი, პროპინი \Rightarrow პროპინილი, და ა.შ.

4.4. ორბიტალის ჰიბრიდიზაცია და ალკინების სტრუქტურა

ალკინების მოლეკულაში შედის ორი ნახშირბადატომი, რომელთა იმყოფება sp-ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. ერთი s და ერთი p ელექტრონის მიერ sp-ჰიბრიდული ორბიტალის წარმოქმნას ჩვენ უკვე გავეცანით ბერილიუმის ჰიდრიდის განხილვისას (იხ. თავი 1.13).

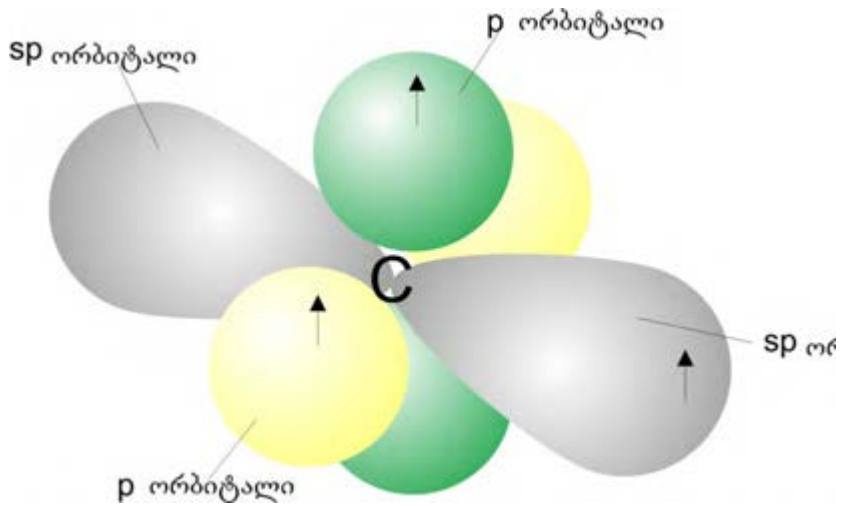
ალკინების აღნაგობის დადგენისათვის განხვიხილოთ უმარტივესი ალკინის – ეთინის მოლეკულის აღნაგობა. მისი აღნაგობის გახილვა ანალოგიური იქნება ეთანისა (იხ. თავი 2.1.C) და ეთენის (იხ. თავი 3.5) მოლეკულების აღნაგობის განხილვისას მოყვანილი მსჯელობისა.

აცეტილენში ნახშირბადატომის ერთი 2s და ერთი 2p ელექტრონი განიცდის ჰიბრიდიზაციას და წარმოქმნის sp-ჰიბრიდულ ორბიტალს (იხ. ნახაზი 4-2). ნახშირბადატომზე დარჩენილი ორი p ელექტრონი არ მონაწილეობს ჰიბრიდიზაციაში და იკავებენ ჰიბრიდული ორბიტალის მიმართ მართობულ ორიენტაციას (იხ. ნახაზი 4-3).

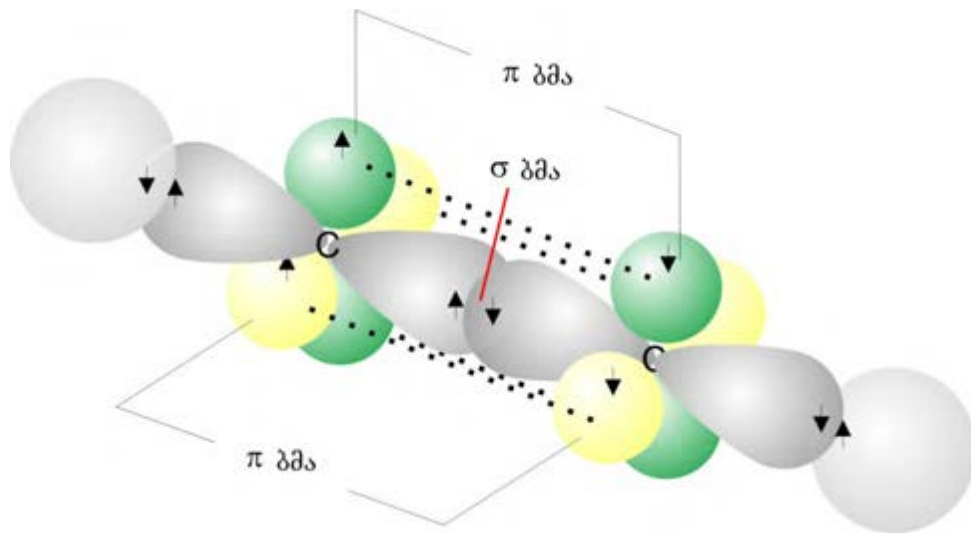


ნახაზი 4-2. sp-ჰიბრიდული ორბიტალის ჩამოყალიბება

ნახაზი 4-3.
sp-ჰიბრიდული
ნახშირბადატომი



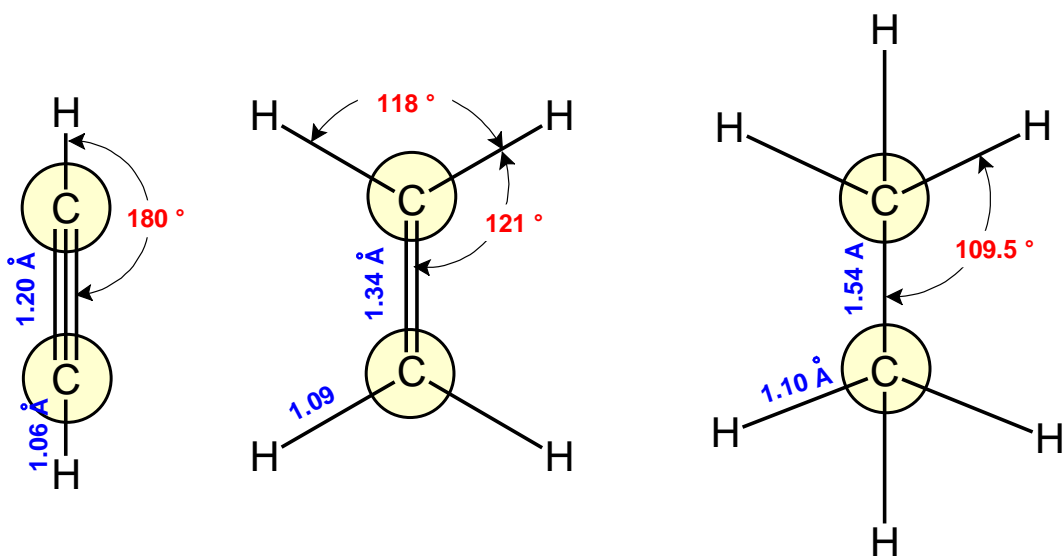
აცეტილენის მოლეკულის ფორმირებისას ორი sp-ჰიბრიდული ნახშირბადატომის sp-ჰიბრიდული ორბიტალები ერთმანეთს გადაფარავენ და წარმოქმნიან σ -ბმას. მეორე sp-ჰიბრიდული ორბიტალი კი წყალბადის 1s-ორბიტალთან გადაფარვით ასევე წარმოქმნის σ -ბმებს. ნახშირბადატომზე დარჩენილი ორ-ორი p-ელექტრონები ერთმანეთს გადაფარავენ გვერდითი გადაფარვით და წარმოქმნიან ორ π -ბმას. ამდენად, ნახშირბადატომებს შორის მყარდება სამმაგი ბმა: ერთი σ -ბმა და ორი π -ბმა (ნახაზი 4-4).



ნახაზი 4-4. ორი sp-ჰიბრიდული ნახშირბადატომისა და ორი წყალბაატომის მონაწილეობით ეთინში შემაკავშირებელი ორბიტალების წარმოქმნა. დიაგრამაზე სიმარტივისათვის არ არის ნაჩვენები არაშემაკავშირებელი ორბიტალების წარმოქმნა.

4.4.A. ბმის სიგრძეები ნახშირწყალბადაზში

ნახშირბად-ნახშირბად სამმაგი ბმა შედარებით უფრო მოკლე ბმაა, ვიდრე ნახშირბად-ნახშირბად ორმაგი ბმა, რომელიც თავის მხრივ უფრო მოკლეა, ვიდრე ნახშირბად-ნახშირბად ერთმაგი ბმა. ანალოგიურად, C-H ბმების სიგრძეებიც იცლება ნახშირბადის ჰიბრიდიზაციის ცვალებადობასთან ერთად. ალკინებში ყველაზე მოკლეა C-H ბმა, ალკენებში კი უფრო მოკლე, ვიდრე ალკანებში (იხ. ნახაზი 4-5).



ნახაზი 4-5. ბმის სიგრძეები და ბმებს შორის კუთხეები ეთანში, ეთენში და ეთინში

კითხვა

ახსენით ბმის სიგრძეების განსხვავების მიზეზი?

4.5. ალკინების ფიზიკური თვისებები

ალკინების ფიზიკური თვისებები ახლოსაა ალკანებისა და ალკენების ფიზიკურ თვისებებთან, თუმცა მათ უფრო მაღალი დუდილისა და ლღობის ტემპერატურები ახასიათებთ. ალკინების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლები აირებია (იხ. ცხრილი 4-1).

ალკენები არიან მცირედ პოლარული ნაერთები, ამიტომ ისინი ძირითადად იხსნებიან არაპოლარულ და მცირედ პოლარულ ორგანულ გამხსნელებში. ალკენები უმნიშვნელო რაოდენობით იხსნებიან წყალში. მათი სიმკვრივე წყლის სიმკვრივეზე ძლიერ ნაკლებია.

ცხრილი 4-1. ალკენების ფიზიკური კონსტანტები

დასახელება	ფორმულა	T _{ღვ.} , °C	T _{ღვ.} , °C	სიმკვრივე, d ₄ ²⁰ გმლ ⁻¹
<i>ეთინი</i>	CH≡CH	-80.3	-84.0	
<i>პროპინი</i>	CH ₃ C≡CH	-101.51	-23.2	
<i>1-ბუტინი</i>	CH ₃ CH ₂ C≡CH	-125.7	8.1	
<i>2-ბუტინი</i>	CH ₃ C≡CCH ₃	-32.3	27	0.691
<i>1-პენტინი</i>	CH ₃ (CH ₂) ₂ C≡CH	-90	39.3	0.695
<i>2-პენტინი</i>	CH ₃ CH ₂ C≡CCH ₃	-101	55.5	0.714
<i>1-ჰექსინი</i>	CH ₃ (CH ₂) ₃ C≡CH	-132	71	0.715
<i>2-ჰექსინი</i>	CH ₃ (CH ₂) ₂ C≡CCH ₃	-88	84	0.730
<i>3-ჰექსინი</i>	CH ₃ CH ₂ C≡CCH ₂ CH ₃	-101	81.8	0.724

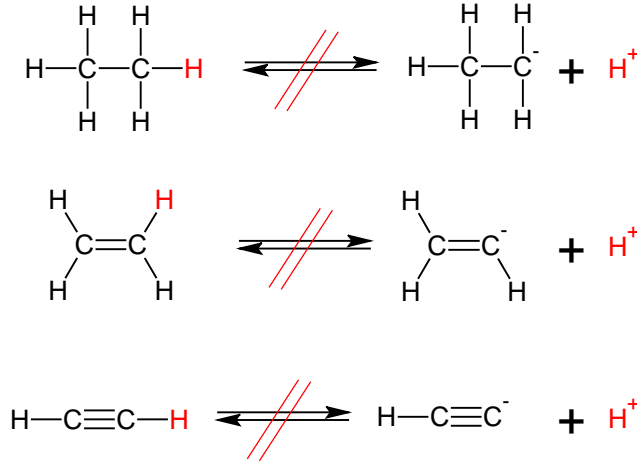
4.6. ალკინების მუავიანობა

ცნობილია, რომ ნაერთის მუავიანობა განისაზღვრება წყალბადატომის ძვრადობით.

ამიტომ, ჰალოგენწყალბადებში ყველაზე აქტიური მუავა თვისებით ხასიათდება იოდწყალბადი.

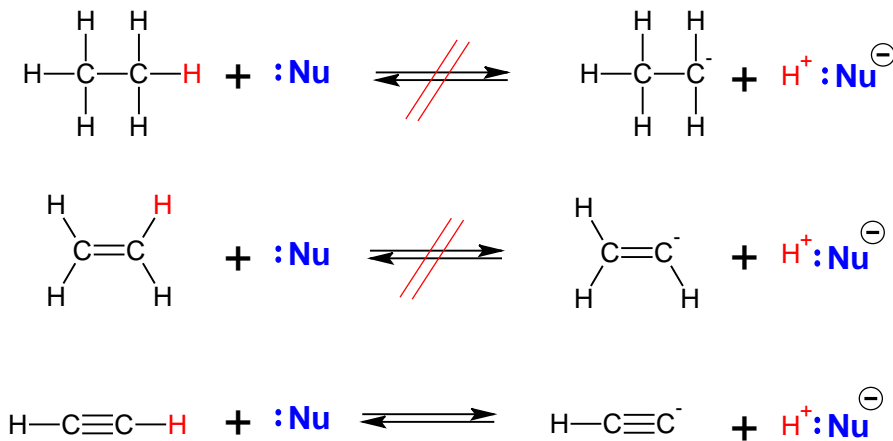
მიუხედავად იმისა, რომ ნახშირნაბლები მოიცავენ უამრავ წყალბადის ატომებს, არ განეკუთვნებიან მუავებს. ამის მიზეზი

არის ის, რომ კოვალენტური ბმა ნახშირბადსა და წყალბადს შორის არის ძლიერ სუსტად პოლარიზებული და ადვილი არ აქვს იონურ დისოციაციას. ალკანებში და ალკენებში არ მიმდინარეობს C-H ბმის ჰომოლიზური დისოციაცია.



ნახშირწყალბადებში იონური დისოციაცია არ მიმდინარეობს!!!
ამიტომ ისინი არ განეკუთვნებიან მუავებს.

ალკანებში და ალკენებში C-H ბმა იმდენად მტკიცეა, რომ პროტონის მოხლეჩა უძლიერესი ნუკლეოფილის გემოქმედებითაც კი შეუძლებელია. აცეტილენური წყალბადატომი კი შედარებით ძვრადია და ექვემდებარება ნუკლეოფილით მოხლეჩის რეაქციას:



აცეტილენური წყალბადატომი შესაძლებელია მოიხლეჩოს ძლიერი ნუკლეოფილის მოქმედებით!!!

აცეტილენი არ არის მუავა, მას აქვს მუავა თვისება! აცეტილენში მუავა თვისების გამოვლინება განპირობებულია sp-ორბიტალის უფრო დიდი მსგავსებით s-ორბიტალთან. მარტივი არითმეტიკის მოშველიებით ვნახავთ, რომ sp-

ორბიტალში s-ორბიტალის წილი არის 50%, მაშინ როდესაც sp^3 - და sp^2 -ორბიტალებში შესაბამისად 25% და 33%.

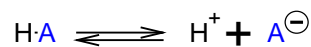


ნაერთებს, რომელთაც შესწევთ უნარი წყალბადის პროტონი გასცენ ნახშირბადის ატომიდან ეწოდებათ C-H მუავეები.

მაშასადამე, აცეტილენი და ტერმინალური სამმაგი ბმის მქონე ალკინები არიან C-H მუავეები.

მარილმუავეა 10^6 -ჯერ უფრო ძლიერი მუავეაა, ვიდრე ძმარმუავეა, ხოლო ძმარმუავეა კი თვის მხრივ 10^{21} -ჯერ უფრო ძლიერი მუავეაა, ვიდრე აცეტილენი. აქედან გამომდინარე, მარილმუავეა 10^{33} -ჯერ უფრო ძლიერი მუავეაა, ვიდრე აცეტილენი!!!

ნაერთების მუავეანობის მახასიათებლად გამოიყენება წონასწორობის მუდმივა K_a , რომლის ანგარიშიც წარმოებს შემდეგი ფორმულის საშუალებით:



$$K_a = \frac{[H^{\oplus}][A^{\ominus}]}{[HA]}$$

რაც უფრო დიდია K_a სიდიდე, მიც უფრო ძლიერია მუავეა (იხ. ცხრილი 4-2)

ცხრილი 4-2. ზოგიერთი ნაერთის მუავეანობა

ნითვიერება	ფორმულა*	K_a
ქლორმუავეა	HClO₄	10^{10}
იოდწყალბადმუავეა	HI	10^{10}
მარილმუავეა	HCl	10^7
აზოტმუავეა	HNO₃	$10^{2.3}$
ძმარმუავეა	CH₃COOH	$10^{-4.8}$
ეთანოლი	CH₃CH₂OH	10^{-16}
აცეტილენი	HC≡CH	10^{-26}
ამიაკი	NH₂H	10^{-35}

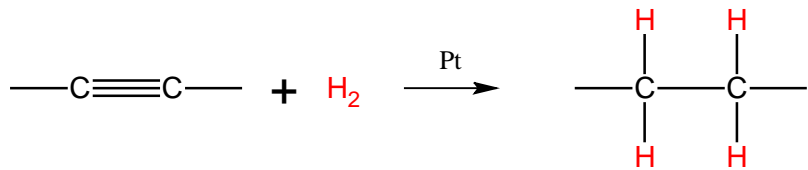
* წითელი ფერით მოცემულია ის პროტონი, რომელიც განაპირობებს ნაერთის მუავიანობას

4.7. ალკინების ქიმიური თვისებები

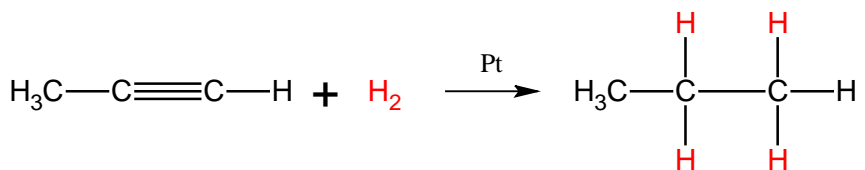
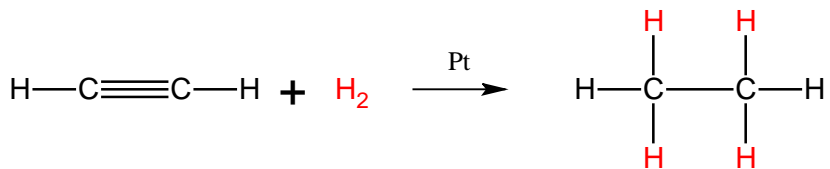
4.7.A. ალკინების ჰიდრირების რეაქცია

ალკინები ურთიერთქმედებენ წყალბადთან ნიკელის ან პლატინის კატალიზატორების თანობისას და წარმოქმნიან ალკანებს.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითები:



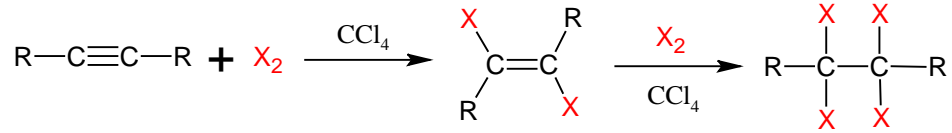
ალკინების აღდგენით სელექციური კატალიზატორებს თანობისას წარმოქმნიან (E) და (Z) ალკენებს (იხ. თავი 3.13.E და 3.13.F).

4.7.B. ალკინების ურთიერთქმედება ალკანებთან

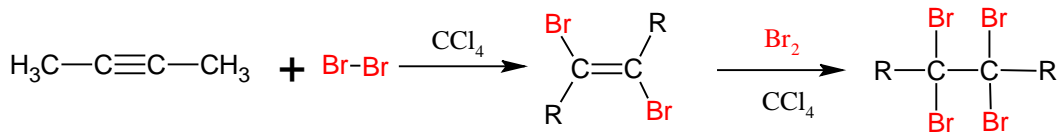
ალკინები, ალკენების მსგავსად მონაწილეობენ ქლორთან და ბრომთან მიერთების რეაქციაში. ალკინები ალკენებისაგან

განსხვავდებიან მხოლოდ იმით, რომ ისინი იერთებენ 2 მოლ ჰალოგენს.

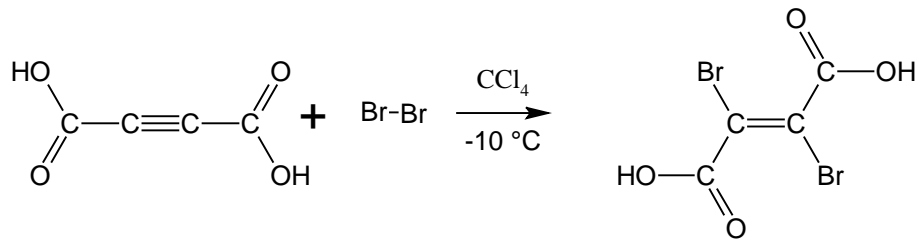
რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითი:



რეაქციის პირველ საფეხურზე გაჩერება (1 მოლი ჰალოგენის მიერთების პროდუქტის გამოყოფა) შესაძლებელია მხოლოდ რეაქციის დაბალ ტემპერატურაზე ჩატარებით. მიერთება მიმდინარეობს ანტი-მიერთების მექანიზმით:

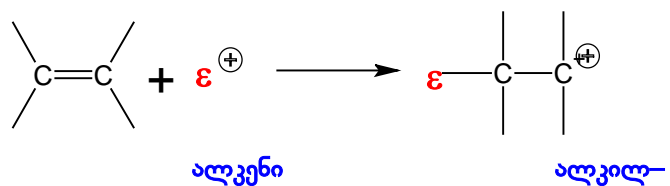


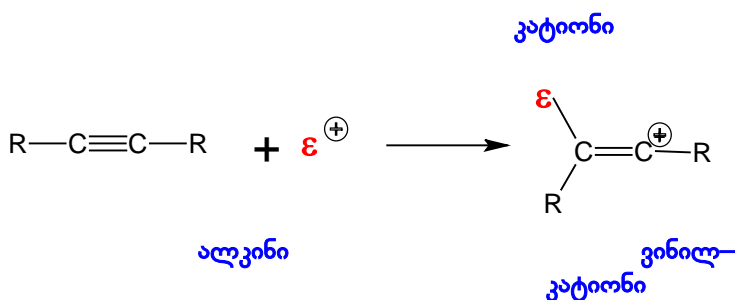
აცეტილენდიკარბონმჟავა

(70%)

საინტერესოა, რომ ალკინებთან ჰალოგენის მიერთების რეაქცია მიმდინარეობს შედარებით უფრო ნელა, ვიდრე ალკენებთან. ერთი შეხედვით, ალკინი, როგორც უფრო მეტად უჯერი ნაერთი, ალკენზე აქტიური უნდა იყოს მიერთების რეაქციებში.

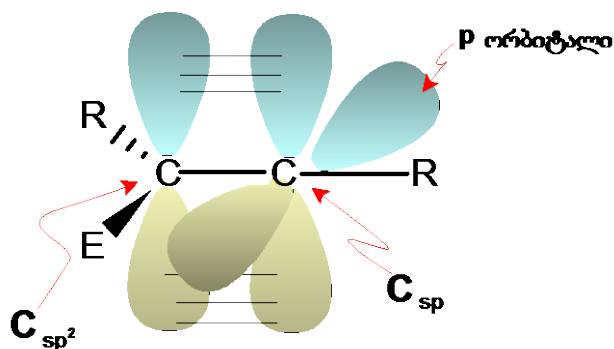
რა არის ალკინების შესუსტებული რეაქციისუნარიანობის მიზეზი? ალკენებთან და ალკინებთან ჰალოგენის მიერთება მიმდინარეობს ელექტროფილური მიერთების მექანიზმით. პირველ საფეხურზე ორივე შემთხვევაში წარმოიქმნება გარდამავალი კომპლექსები – კატიონები.





ალკენების შემთხვევაში წარმოიქმნება შედარებით მდგრადი კათიონი – ალკილ-კათიონი. ალკინების შემთხვევაში კი ელექტრონებით (და შესაბამისად ენერგიით) მდიდარი – ვინილ-კათიონი (იხ. ნახაზი 4-6).

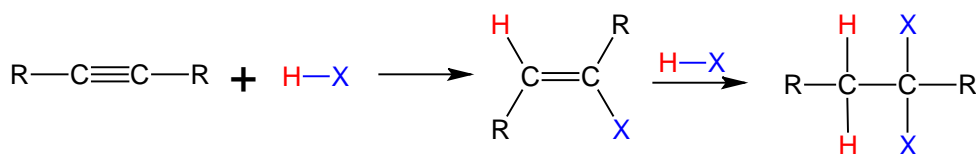
ნახაზი 4-6.
 ალილ-კათიონის აღნაგობა. იგი მოიცავს ერთ sp^2 , ერთი sp -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომს და ერთ თავისუფალ p -ელექტრონს



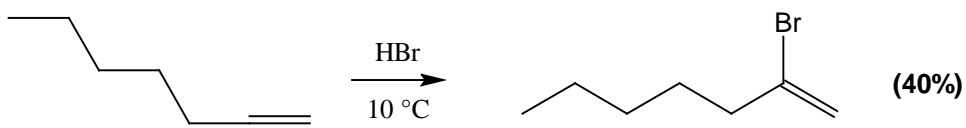
4.7.C. ალკინების ურთიერთქმედება ჰალოგენწყალბადებთან

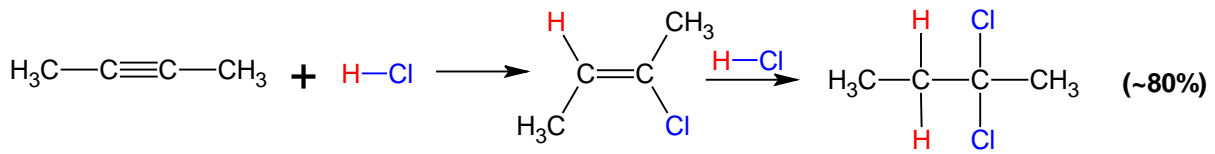
ალკინები ბრომწყალბადთან და ქლორწყალბადთან ურთიერთქმედებენ ალკენების მსგავსად. ალკინთან რეაქციაში შედის ორი მოლი ჰალოგენწყალბადი.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



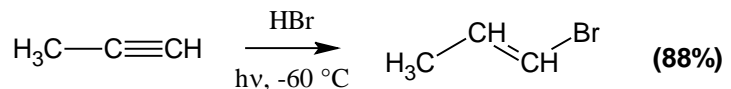
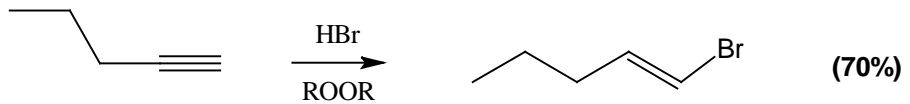
კონკრეტული მაგალითები:





რეაქციის ორივე სტადია მიმდინარეობს მარკოვნიკოვის წესის თანახმად და ადგილი აქვს ანტი-მიერთებას.

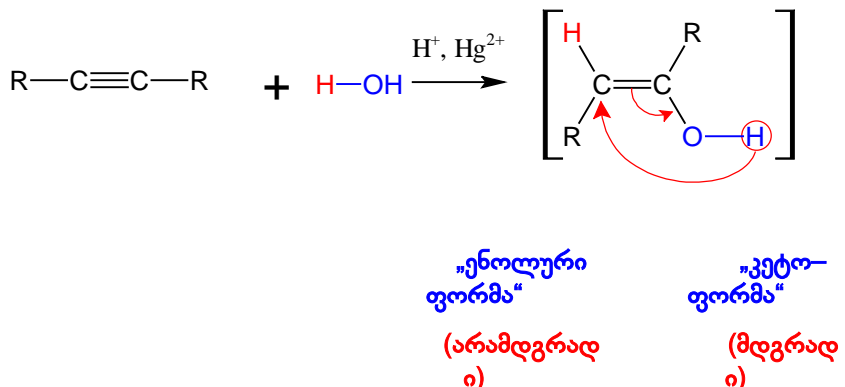
აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ალკინების მსგავსად, თუ ალკინების ჰიდროჰალოგენირების რეაქციას ჩავატარებთ ორგანული პეროქსიდების ან სხვა თავისუფალი რადიკალების ინიციატორების თანაობისას, ადგილი ექნება ანტიმარკოვნიკოვის მიერთების რეაქციას.



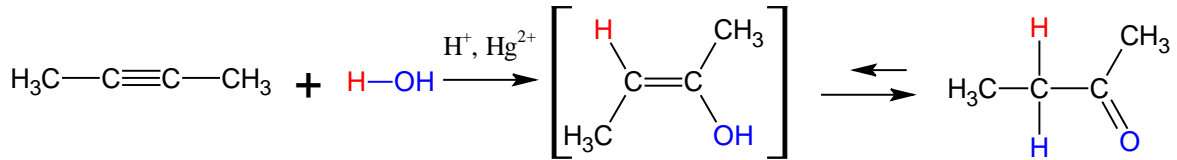
4.7.D. ალკინების ურთიერთქმედება წყალთან (კუჩროვის რეაქცია)

ალკინები ურთიერთქმედებენ წყალთან ვერცხლისწყლის ორგანოენტიანი იონების თანაობისას და წარმოქმნიან კარბონილურ ნაერთებს – ალდეჰიდებსა და კეტონებს. ხშირად ალკინების ჰიდრატაციის რეაქცია ატარებს კუჩროვის სახელს. რეაქციის პირველ საფეხურზე ალკინები იქცევიან ალკენების მსგავსად და იერთებენ წყლის მოლეკულას მარკოვნიკოვის წესის თანახმად. მაგრამ მიღებული უჯერი სპირტი – ენოლი – არამდგრადი ნაერთია და სარეაქციო სისტემაში მაშინვე გადაჯგუფდება სტაბილურ კარბონილურ ნაერთებში.

რეაქციის ზოგადი სქემა:



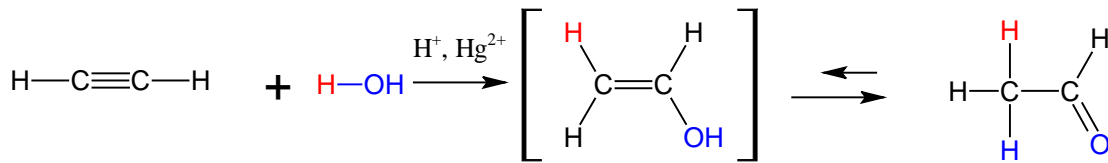
კონკრეტული მაგალითები:



(არამდგრადია)

2-ბუტანონი

(კეტონი)



(არამდგრადია)

ეთანალი

(ალდეჰიდი)

მოყვანილ რეაქციაში ენოლი არის შუალედური ნაერთი – ინტერმედიატი. ვინაიდან იგი რეაქციის მსვლელობისას წარმოიქმნება, მაგრამ მისი გამოყოფა არ ხერხდება, ამიტომ იგი რეაქციის სქემაში აღინიშნება კვადრატულ ფრჩხილებში მოთავსებული სახით.



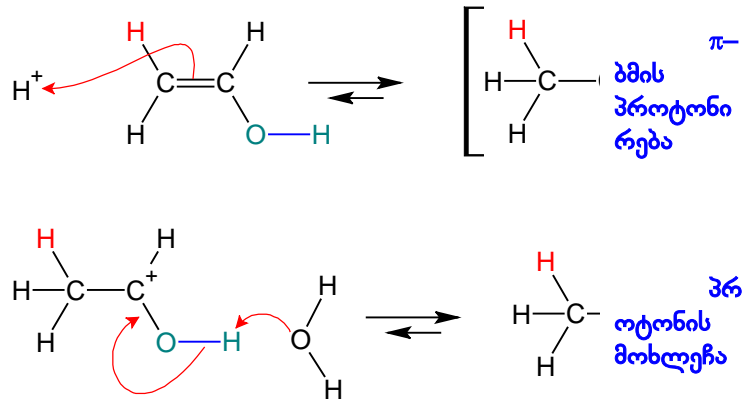
რეაქციის სქემებში კვადრატულ ფრჩხილებში მოთავსებული ინტერმედიატი არის ისეთი შუალედური ნაერთი, რომლის სარეაქციო სისტემიდან გამოყოფა არ ხერხდება

ენოლის გარდაქმნას კარბონილურ ნაერთში წონასწორული ხასიათი აქვს და მას უწოდებენ „კეტო-ენოლურ“ ტაუტომერიას. თავის მხრივ, კეტო-ენოლური ტაუტომერია არის პროტოპროპული წონასწორობის კერძო შემთხვევა.

წყლის მოლეკულის მიერთება ალკინზე მართალია მიმდინარეობს ელექტროფილური მიერთების მექანიზმით, მაგრამ მას გაცილებით რთული სახე აქვს, ვიდრე ჰალოგენირებისა და ჰიდროჰალოგენირების რეაქციებში. რეაქციის მიმდინარეობაზე გავლენას ახდენს როგორც ძლიერი მჟავა (H₂SO₄), ისე Hg²⁺ იონები. ერთ-ერთი სავარაუდო მექანიზმის თანახმად, გარდამავალ სტადიაზე ადგილი აქვს ვერცხლისწყლის შემცველ ციკლური ნაერთის წარმოქმნას.



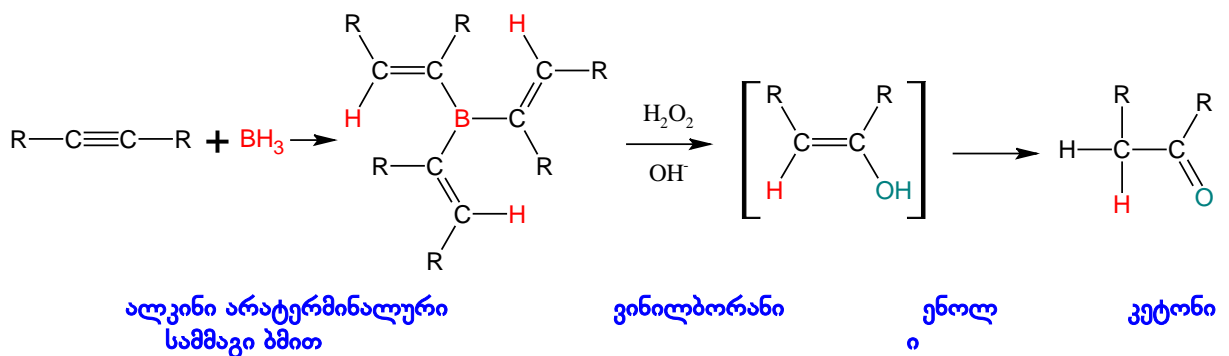
ენოლის გარდაქმნა კეტონურ ფორმაში მიმდინარეობს ასევე ძლიერ მუავა არეში. პირველ საფეხურზე ადგილი აქვს ენოლური π -ბმის პროტონირებას:

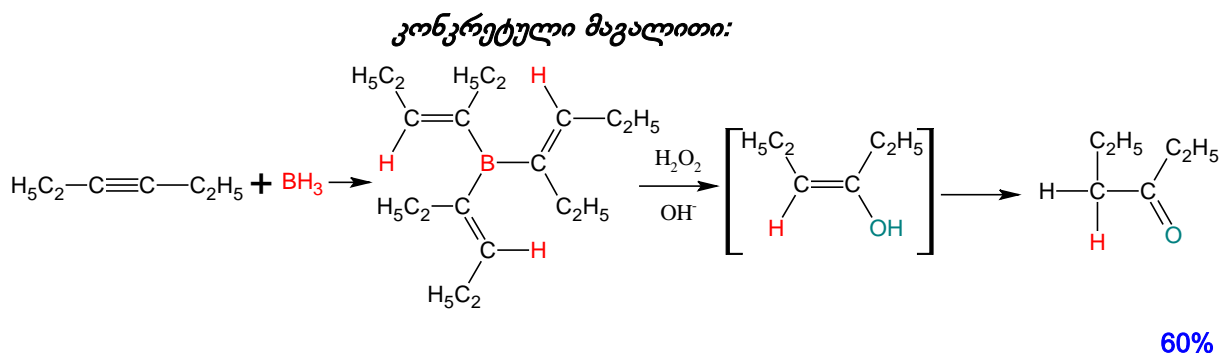


4.7.E. ალკინების ჰიდრაბაციის დიბორანის თანაოგისას

ალკინებზე წყლის მოლეკულის მიერთება შეიძლება განხორციელდეს დიბორანის საშუალებითაც. რეაქციის პირველ საფეხურზე ალკინი უერთდება დიბორანს და წარმოიქმნება ვინილბორანი. ეს უკანასკნელი შეიძლება დაიჟანგოს ვინილის სპირტამდე – ენოლამდე, რომელიც მაშინვე გადაჯგუფდება კარბონილურ ნაერთში.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

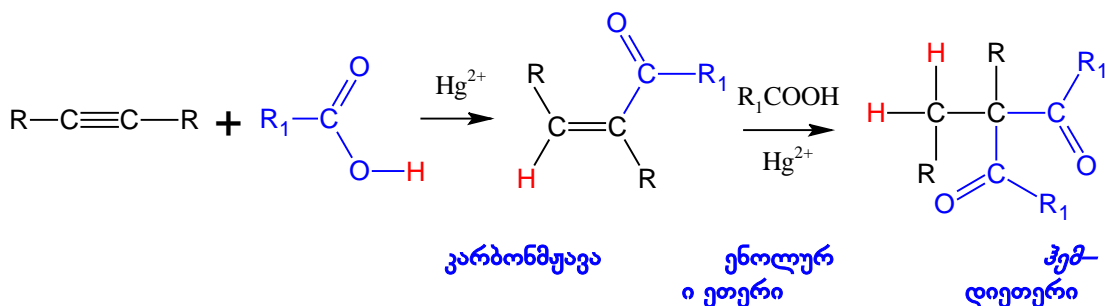




აღნიშნულ რეაქციას პრეპარატიული დანიშნულება გააჩნია მხოლოდ არატერმინალური სამმაგი ბმის შემცველ ალკინებთან. მონოჩანაცვლებულ ალკინებთან ვინილბორანების მიღება არაკონტროლირებადია და ამიტომ აღნიშნული ტიპის ალკინების ჰიდრატაციას ბორანის გამოყენებით არ ატარებენ.

4.7.F. ალკინების ურთიერთქმედება კარბონმჟავებთან

ალკინები ელექტროფილური მიერთების რეაქციის მექანიზმით ურთიერთქმედებენ კარბონმჟავებთან Hg^{2+} იონების თანაობისას და წარმოქმნიან ენოლურ ეთერებს ან ჰემდიეთერებს.

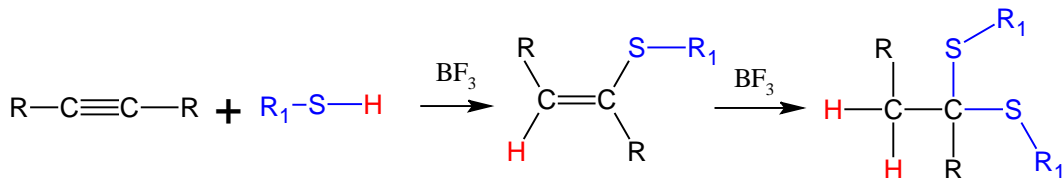


აღსანიშნავია, რომ რეაქციის პირველ საფეხურზე, რომელიც მართალია მიმდინარეობს ჰიდრატაციის ანალოგიურად, მიიღება მდგრადი ინტერმედიატი და ამიტომ რეაქცია გრძელდება მეორე მთლი კარბონმჟავის მიერთებით.

4.7.G. ალკინების ურთიერთქმედება თიოლბთან

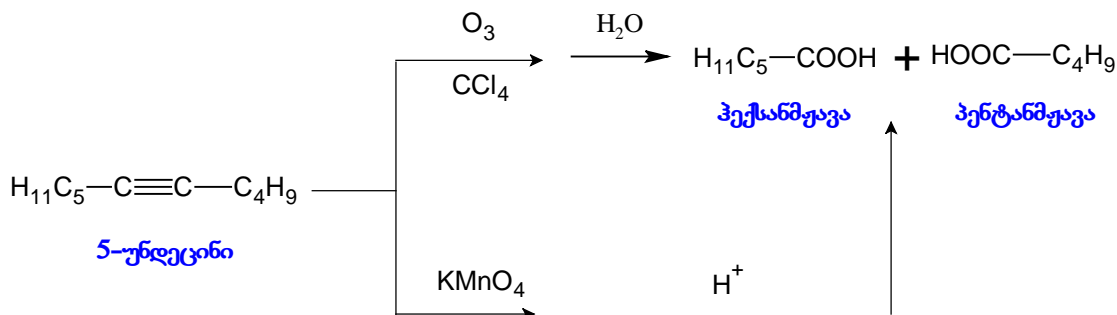
ალკინები კარბონმჟავების ანალოგიურად ურთიერთქმედებენ თიოლბებთან (თიოსპირტები, მერკაპტანები). რეაქცია მიმდინარეობს ორ სტადიად მდგრადი ინტერმედიატის

გავლით და მიიღება გოგირდორგანული ნაერთები. რეაქციის კატალიზი წარმოებს ლუისის მუჟავების საშუალებით, რომელთა შორის უპირატესობას ანიჭებენ BF_3 -ს*.

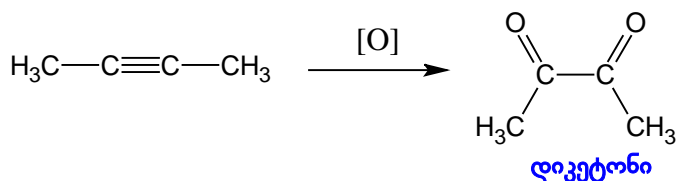


4.7.H. ალკინების დაჟანგვის რეაქციები

ალკინების დაჟანგვისათვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნას იგივე რეაგენტები, რომელთა გამოყენებაც წარმოებს ალკენების ჟანგვისას. ოზონი, კალიუმის პერმანგანატი და სხვა ძლიერი დამჟანგველები ინვევენ სამზავი ბმის გახლეჩას, რის შედეგადაც მიიღება ორი კარბონმუჟავა.



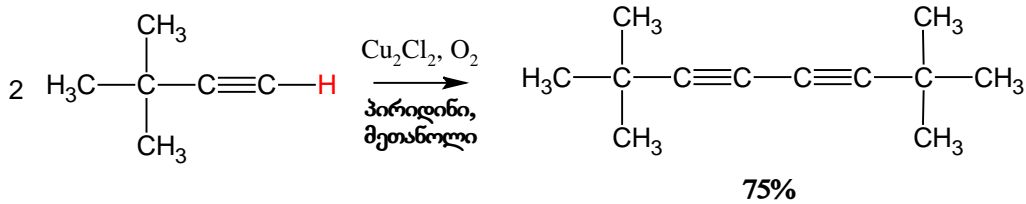
შედარებით რბილი დამჟანგველების გამოყენებისას ადგილი აქვს დიკეტონების წარმოქმნას:



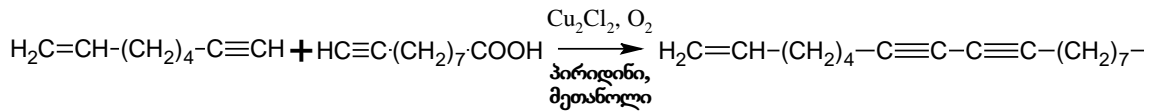
* Hg^{2+} მარილების გამოყენება არ შეიძლება, ვინაიდან იგი ურთიერთქმედებს თიოლებთან უხსნადი მყარი ნაერთის წარმოქმნით.

4.7.1. ალკინების ქანკვიითი გაორმაგება

ტერმინალური სამმაგი ბმის შემცველი ალკინები სპილენძის (I) ქლორიდის თანაობისას პირიდინის არეში ურთიერთქმედებენ ჟანგბადთან. რეაქციის შედეგად მიიღება გაორმაგებული ალკინი. ამიტომ აღნიშნულ რეაქციას უწოდებენ ჟანგვით გაორმაგების რეაქციას.

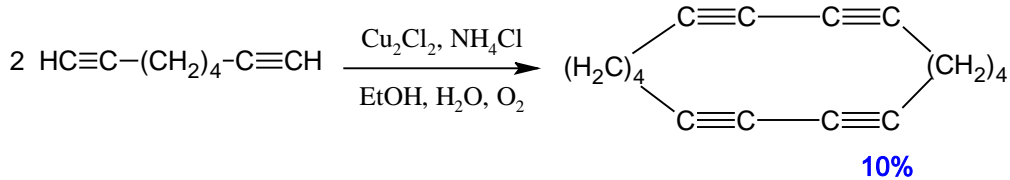


2,2,7,7-ტეტრამეთილოქტა-3,5-დიენი



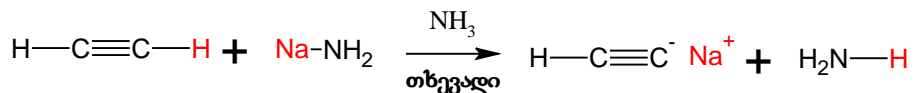
ერიტროგენის მუავა

აღნიშნული მეთოდით შეიძლება მივიღოთ აგრეთვე ციკლური ამინები, თუმცა მათი გამოსავლიანობა მცირეა.



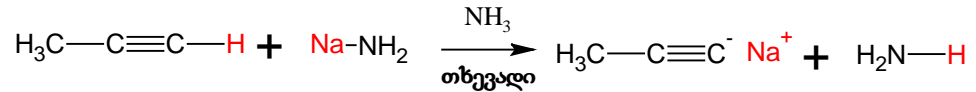
4.7.2. აცეტილენური წყალბაზოზის ჩანახიზი

ალკინები, რომელნიც მოიცავენ ტერმინალურ სამმაგ ბმას (ანუ აცეტილენურ წყალბადატომს), ხასიათდებიან მუავა თვისებით (იხ.თავი 4.6). შესაბამისად, ისინი წარმოქმნიან მარილებს ძლიერი ნუკლეოფილური თვისებების მქონე ნაერთებთან ურთიერთქმედებისას. რეაქცია მიმდინარეობს ნატრიუმის ამიდთან თხევადი ამიაკის თანაობისას.



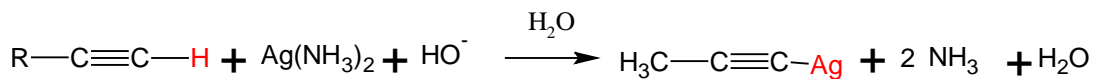
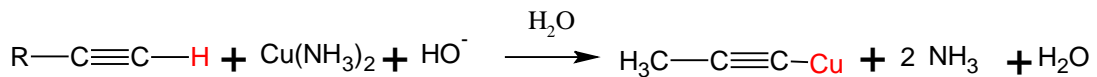
ნატრიუმის ეთინიდი

(ნატრიუმის აცეტილენიდი)



ნატრიუმის პროპინიდი

ეთინი და სხვა ტერმინალური ალკინები გარდა ნატრიუმის ამიდისა ურთიერთქმედებენ სპილენძისა(I) და ვერცხლის(I) იონებთან.



ვერცხლისა და სპილენძის ალკინიდებს ნატრიუმის მარილებისაგან განსხვავებული აღნაგობა გააჩნიათ. კერძოდ, მათში ქიმიური ბმა მეტალსა და ნახშირბადს შორის არის უფრო მეტად კოვალენტურია. ამის გამო ამ მარილების მიღება შესაძლებელია წლის არეში. ნატრიუმის ალკინიდი წყალთან სწრაფად ურთიერთქმედებს და იშლება:



აღსანიშნავია, რომ ვერცხლის აცეტილენიდები არიან მყარი, უხსნადი ნაერთები. რეაქციის მსვლელობის დროს ისინი სარეაქციო სისტემაში გამოიყოფიან ნალექის სახით. ამიტომ, იგი შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ტერმინალური ალკინების აღმოჩენის რეაქციად.

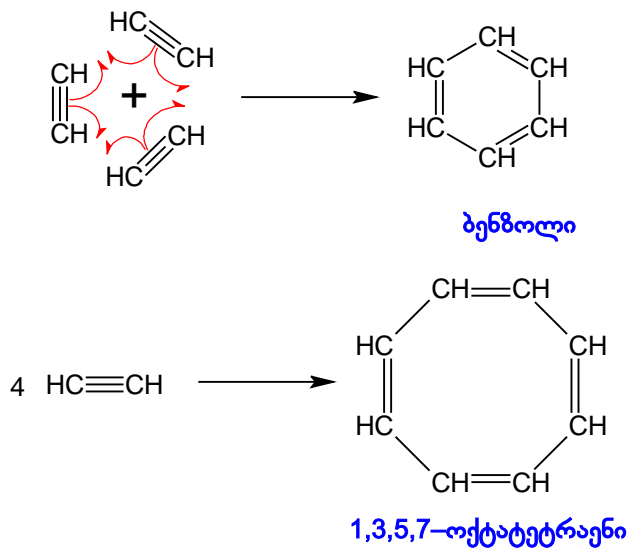
4.7.კ. ალკინების პოლიმერიზაცია

ალკინებისათვის, როგორც უჯერი ნაერთებისათვის დამახასიათებელია პოლიმერიზაციის რეაქციები. ამასთან პოლიმერიზაცია შეიძლება წარიმართოს წრივი ან ციკლური ნაერთების წამროქმნით.

ციკლურ პოლიმერიზაციაში მონაწილეობას იღებს აცეტილენის (ან სხვა ალკინის) ერთეული მოლეკულები და ძირითადად

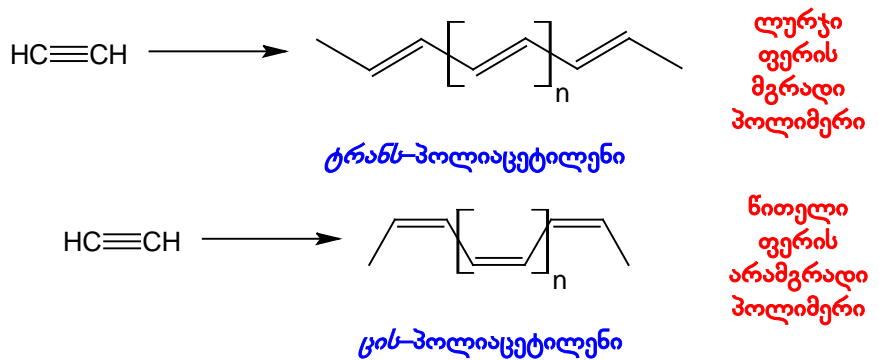
ადგილი აქვს ციკლურ ტრიმერიზაციას, ტეტრამერიზაციას და ა.შ.

ეთინის ციკლური ტრიმერიზაციის პროდუქტია ბენზოლი, ხოლო ტეტრამერიზაციის – 1,3,5,7-ოქტატეტრაენი.



ალკინების წრფივი პოლიმერიზაციის პროდუქტებს დიდი ხნის პერიოდში არ ჰქონდათ პრაქტიკული გამოყენება არადაამკმყოფილებელი ტექნიკური თვისებებით გამო. შემდგომში აღმოჩნდა, რომ აღნიშნული პოლიმერები ხასიათდებოდნენ მეტად საინტერესო და პოლიმერებისათვის მეტად უჩვეულო თვისებით – ელექტრული დენის გატარების უნარით.

ალკინების წრფივი პოლიმერიზაციის პროდუქტებს შეიძლება ჰქონდეთ ცის-ან ტრანს-ალნაგობა, ვინაიდან მათში შენარჩუნებულია ორმაგი ბმები:



ცის-პოლიაცეტილენი გაცხელებით გარდაიქმნება ტრანს-პოლიაცეტილენში.



პოლიაცეტილენის ორივე ფორმა პრველად მიღებული იქნა ჯულიო ნატას ლაბორატორიის თანამშრომლების მიერ 1955 წელს. მოგვიანებით, 1971 წელს ტოკიოს ტექნოლოგიური ინსტიტუტის თანამშრომლებმა ჰიდეკი სირაკავამ და საკუძი იკედამ დაადგინეს, რომ აცეტილენის გატარებით ციგლერ-ნატას კატალიზატორზე -78°C -ზე მიიღება მხოლოდ წითელი პოლიაცეტილენი.

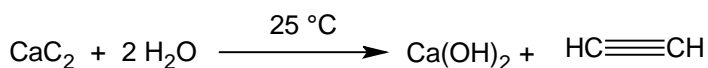
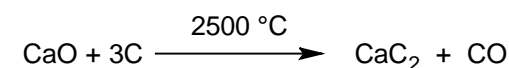
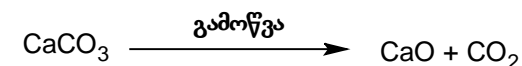
განმეორებითი ცდა ჩაატარა სირაკავას ერთ-ერთმა ასპირანტმა, მაგრამ მან კატალიზატორი დაიტანა მინის რეაქტორის შიგა კედლებზე. რეაქციის შედეგად მიღებული იქნა წითელი პოლიაცეტილენი, მაგრამ მისი გაცხელებით წარმოიქმნა არა ლურჯი პოლიაცეტილენი, არამედ ვერცხლისფერი. როგორც შემდეგ გაირკვა, ექსპერიმენტატორმა დაუშვა შეცდომა და კატალიზატორი აიღო 1000-ჯერ უფრო ჭარბი რაოდენობით. ასპირანტის უნებლიე შეცდომამ მიგვიყვანა ფრიად მნიშვნელოვან აღმოჩენამდე!

1976 წელს სირაკავას ლაბორატორია მოინახულა ალან მაკდაიარმიდმა პელსივანიის უნივერსიტეტიდან. იგი დაკავებული იყო მეტალის შემცველი პოლიმერების მოძიებით. მან სწორად განალიზა ასპირანტის შეცდომის წყალობით მიღებული პოლიმერის პრაქტიკული ღირებულება, პელსივანიაში დაბრუნების შემდეგ თავადაც ჩაერთო აღნიშნულ პოლიმერის შესწავლაში და უკვე ერთი წლის შემდეგ შესაძლებელი გახდა მეტალის მსგავსი ოქროსფერი შეფერილობის პოლიმერის მიღება – ამისათვის საჭირო იყო რომ აღნიშნული პოლიმერი გაცხელებული ყოფილიყო იოდის თანაობისას. მიღებული პოლიმერი ელექტრულ დენს სანყის პოლიმერთან შიორებით 1 000 000 000-ჯერ უფროსად ატარებს!!!

4.8. ალკინების სინთეზი

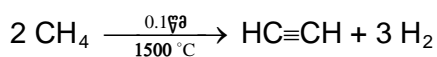
4.8.A. ახაზილენის მიღება კარბიდული მეთოდით

აცეტილენი მიიღება ე.წ. კარბიდული მეთოდით კალციუმის კარბონატიდან.



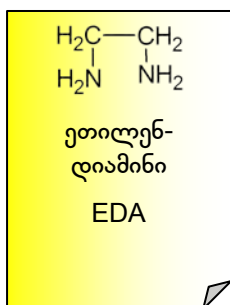
4.8.B. აცეტილენის მიღება მეთანის დაჟანგვით

აცეტილენის მიიღება მეთანის დაჟანგვით 1500°C-ზე. ჟანგვის რეაქციის ხანგრძლივობა არ აღემატება 0.1 წმ-ს. აშშ-ში წარმოებული აცეტილენის ერთი მესამედი ამ მეთოდით მიიღება.

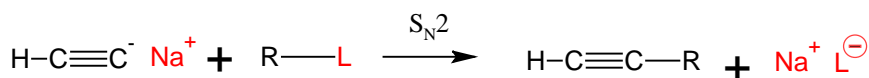


4.8.C. ალკინების სინთეზი აცეტილენიდან

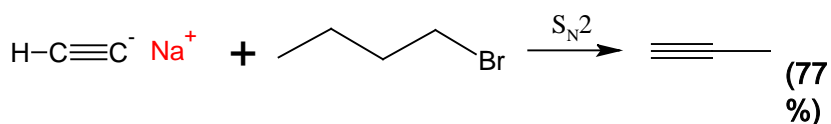
აცეტილენისა და ნატრიუმის ამიდის ურთიერთქმედებით მიიღება ნატრიუმის აცეტილენიდი, რომელიც შედის რეაქციაში ალკილჰალოგენიდებთან და წარმოქმნის ტერმინალური სამმაგი ბმის შემცველ ალკინებს.



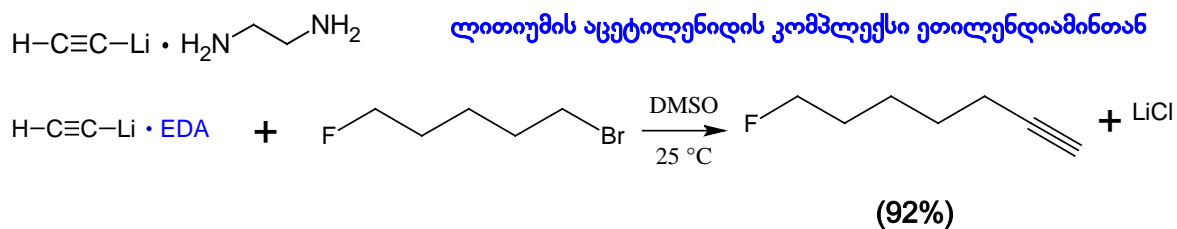
რეაქციის ზოგადი სქემა:

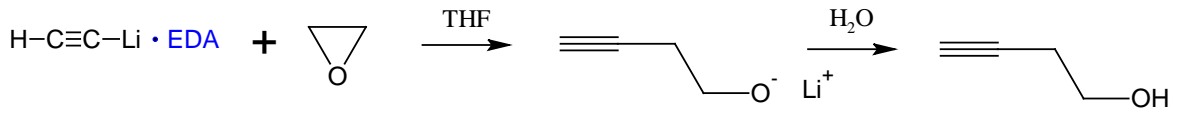


კონკრეტული მაგალითი:



ლითიუმის აცეტილენიდი იძლევა მდგრად კომპლექსს ეთილენდიამინთან (EDA), რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს აცეტილენის ანიონების კარგ გენერატორს როგორც ამიაკის არეში, ისევე სხვა გამხსნელებშიც.

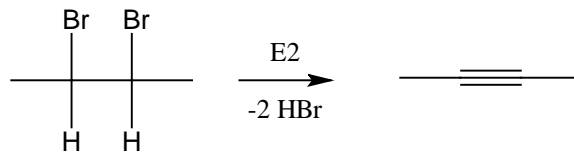




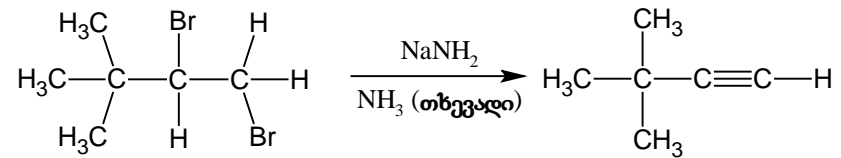
4.8.D. ალკინების სინთეზი ვის-
დიჰალოგენალკანებისა

ვის-დიჰალოგენალკანები ძლიერი ნუკლეოფილების შემოქმედებისას ექვემდებარებიან დეჰიდროჰალოგენირების რეაქციას. საწყისი დიჰალოგენალკანები მარტივად მიიღება ალკენების ბრომირებით.

რეაქციის ზოგადი სქემა:

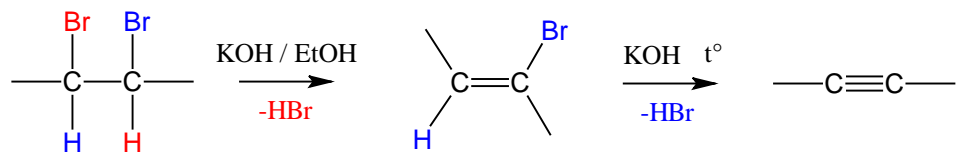


რეაქციის კატალიზი შესაძლებელია განხორციელდეს ნატრიუმის ამიდის საშუალებით:

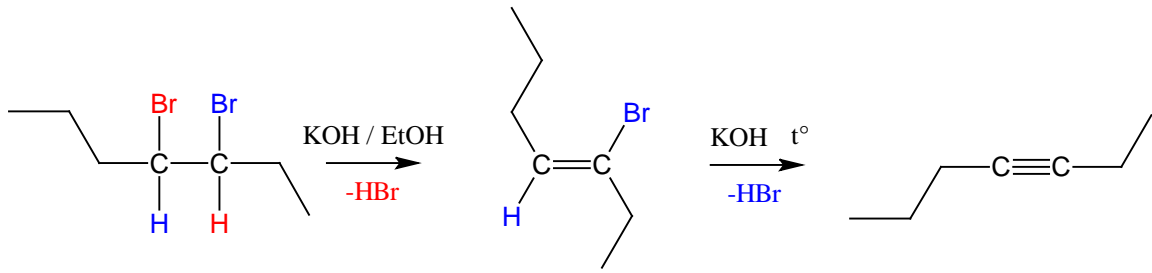


რეაქციის კატალიზი შესაძლებელია განხორციელდეს კალიუმის ჰიდროქსიდის თანაობისას, მაგრამ რეაქციის რბილ პირობებში ჩატარებისას ადგილი აქვს მხოლოდ ერთი მოლი ჰალოგენწყალბადის გამოყოფას (მიიღება ვინილჰალოგენიდი). რეაქციის მკაცრი პირობების შექმნა (გაცხელება) საშუალებას იძლევა მოხსილჩოს მეორე მოლი ჰალოგენწყალბადის:

რეაქციის ზოგადი სქემა:



კონკრეტული მაგალითი:



დამოუკიდებელი სამუშაო

ალკინების რადიკლების დასახელება დაბოლოვდება „ინ“ სუფიქსით
 აცეტილენი – უმარტივესი ალკინი, ეთინი (HC≡CH)

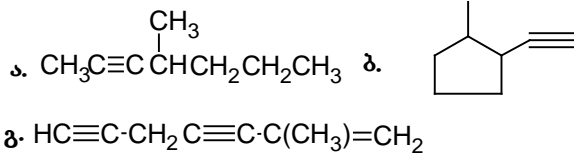
ალკინების ზოგადი ფორმულაა C_nH_{2n-2}

ალკინები ეწოდება სამმაგი ბმის შემცველ ნახშირწყალბადებს.

ალკინების დასახელება ბოლოვდება „ინ“ სუფიქსით
 აცეტილენი – უმარტივესი ნახშირწყალბადები.

სამმაგი ბმა ფუნქციურ ჯგუფებში რიგით ორმაგ ბმაზე მაღლა დგას.

1. დასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:



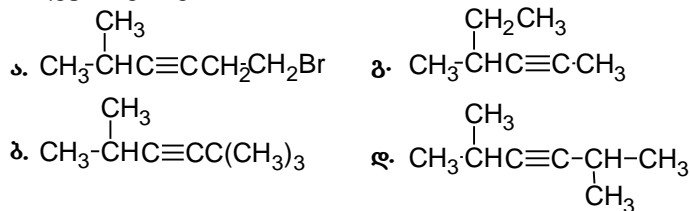
2. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| ა. ვინილაცეტილენი | დ. პროპარგილაცეტილენი |
| ბ. დიალილაცეტილენი | ე. ეთილვინილაცეტილენი |
| გ. დიაცეტილენი | ვ. დივინილაცეტილენი |

3. მოიყვანეთ იმ ნახშირწყალბადების ფორმულები, რომლებიც იზომერული არიან ქვემოთ მოყვანილი დიენებისა და აქვთ იგივე ნახშირბადოვანი ჩონჩხი:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ა. 1,3-ბუტადიენი | დ. 2,3-დიმეთილ-1,3-პენტადიენი |
| ბ. 2-მეთილ-1,3-ბუტადიენი | ე. 2,3-დიმეთილ-1,3-ბუტადიენი |
| გ. 2,3-დიმეთილ-1,4-პენტადიენი | |

4. დასახელეთ IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით შემდეგი ნაერთები:



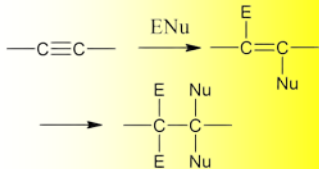
5. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- მეორეულიბუტილიზობუტილაცეტილენი
- დინეოპენტილაცეტილენი
- მეთილიზოპროპილაცეტილენი
- დივინილაცეტილენი

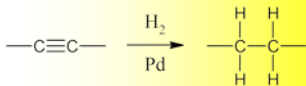
6. დაადგინეთ C_5H_8 შედგენილობის ნაერთის აღნაგობა, თუ იგი სპილენძის ოქსიდის ამიაკალურ ხსნართან იძლევა წითელი ფერის შეფერვას, ხოლო კალიუმპერმანგანატით მჟავა არეში დაჟანგვის შედეგად გარდაიქმნება იზოერბომჟავად.

7. C_6H_{10} შედგენილობის ნაერთი არ ურთიერთქმედებს ვერცხლის ოქსიდის ამიაკალურ ხსნართან, ხოლო წყალთან

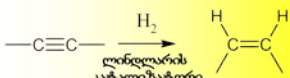
ალკინები ელექტროფილური მიერთების რეაქცია მიმდინარეობს ორი მოლი რეაგენტის მიერთებით:



ალკინების ჰიდრირების რეაქცია პალადიუმის კატალიზატორზე მიმდინარეობს ნაჯერი ნაერთების წარმოქმნით.



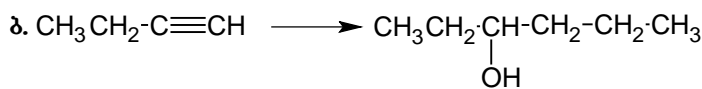
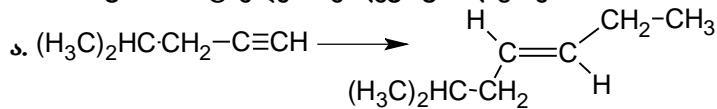
ალკინების ჰიდრირების საფეხურებრივი რეაქციის წარმართვისათვის საჭიროა სელექციური კატალიზატორის გამოყენება.



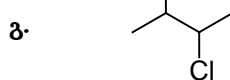
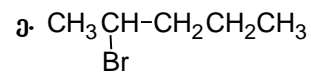
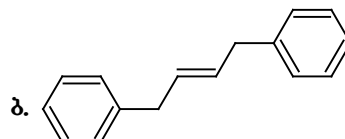
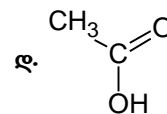
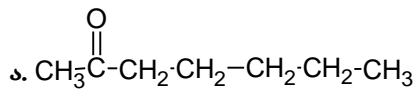
გაცხელებისას გოგირდმჟავისა და ვერცხლისწყლის სულფატის თანაობისას იძლევა ორი კეტონის - ეთილიზოპროპილკეტონისა და მეთილიზოპუტილკეტონის ნარევის. დაადგინეთ საწყისი ნაერთის აღნაგობა.

8. დაწერეთ C_4H_8 შედგენილობის ნახშირწყალბადის სტრუქტურული ფორმულა, თუ იგი იერთებს 4 ატომ ბრომს, არ რეაგირებს სპილენძის ოქსიდის ამიაკალურ ხსნართან, ხოლო წყალთან გოგირდმჟავას თანაობისას გაცხელებით წარმოქმნის მეთილეთილკეტონს.

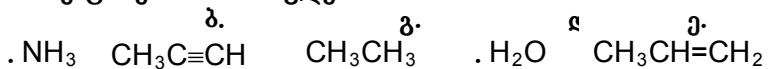
9. განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



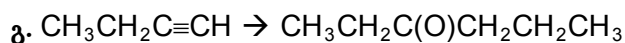
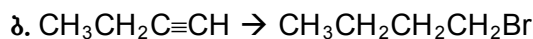
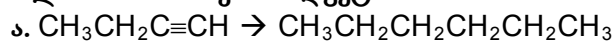
10. აცეტილენისა და ნებისმიერი ალკილჰალოგენიდისაგან, როგორც საწყისი პროდუქტებისაგან ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები (შეიძლება საჭირო გახდეს ერთ საფეხურზე მეტი):



11. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები დაალაგეთ მჟავა თვისებების შემცირების მიმართულებით:



12. უჩვენეთ მოცემული საწყისი ნაერთისაგან როგორ მიიღება საბოლოო მიზნობრივი პროდუქტი:



18. რომელი ნაერთი მიიღება აცეტილენის და მეთილაცეტილენის პოლიმერიზაციით $600-700^{\circ}\text{C}$ -ზე გაცხელებით გააქტივებული ნახშირის თანაობისას (ზელინსკი, კაზანკოვი).

19. შეადგინეთ აცეტილენის საფეხურებრივი პოლიმერიზაციის სქემა ერთვალენტიანი სპილენძის მარილების თანაობისას.

20. აკრილონიტრილიდან მიიღება ბოჭკო - ნიტრონი, რომელიც თავისი თვისებებით ძალიან უახლოვდება ნატურალურ შალს. დაწერეთ აკრილონიტრილის მიღება აცეტილენისა და ციანწყალბადმჟავას ურთიერთქმედებით, შემდგომ მიღებული პროდუქტის პოლიმერიზაცია.

შეამონშეთ საკუთარი წოდნა

1. რომელ ნახშირწყალბადებს ეწოდებათ ალკინები?
2. რა არის ალკინების ჰომოლოგიური რიგის ფორმულა?
3. რომელი კლასის ნაერთებია აცეტილენური რიგის ნახშირწყალბადები?
4. ჩამოთვალეთ ალკინების გამოყენების სფეროები.
5. სად არის გავრცელებული ალკინები?
6. რომელ ჰიბრიდულ მდგომარეობაში იმყოფება ნახშირბადატომი ალკინებში?
7. როგორი ბმის ტიპები გვხვდება ალკინებში? როგორ წარმოიქმნება ისინი?
8. რას შეადგენს კუთხის სიდიდე ალკინებში?
9. რა ტიპის იზომერია არის დამახასათებელი ალკინებისათვის? რომელ ალკინებს არ აქვთ იზომერები და რატომ?
10. როგორ მიმდინარეობს ალკინების ჰეტეროგენური ჰიდრირება?
11. რატომ ახასიათებთ ალკინებს მჟავიანობა?
12. განალაგეთ ალკინები მდგრადობის მიხედვით.
13. როგორი ტიპის რეაქციები ახასიათებთ ალკინებს?
14. რატომ არის ალკინებისათვის ენერგეტიკულად უფრო მომგებიანი მიერთების რეაქცია, ვიდრე ჩანაცვლების?
15. დაწერეთ ელექტროფილური მიერთების რეაქციის მექანიზმი ალკინებისათვის.
16. რომელი რეაქციები მიმდინარეობს ელექტროფილური მიერთების მექანიზმით?
17. როგორ მიმდინარეობს ალკინების ჰიდროჰალოგენირების რეაქცია?
18. როგორც არის განაწილებული ჰიდროჰალოგენიდების რეაქციისუნარიანობა ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში?
19. როგორ მიმდინარეობს ალკინებსა და ჰალოგენებს შორის ურთიერთქმედება?
20. როგორ მიმდინარეობს ალკინებსა და წყალს შორის ურთიერთქმედება?
21. როგორ მიმდინარეობს ალკინებსა და ჰიდროჰალოგენიდებს შორის ურთიერთქმედება?
22. რატომ არ არის საჭირო კატალიზატორის გამოყენება ალკინების ჰალოგენირების რეაქციებში?
23. როგორ მიმდინარეობს ალკინების ჰიდრატაცია დიბორანის თანაობისას?
24. როგორი ტიპის ალკინების გამოყენება არ არის რეკომენდირებული დიბორანით ჰიდრატაციისას და რატომ?
25. მოიყვანეთ რამდენიმე მაგალითი, რომელიც მიმდინარეობს რადიკალური მიერთების მექანიზმით.
26. როგორ წარმოიქმნება ენოლური ეთერები და ჰემ-დიეთერები ალკინებიდან?
27. როგორ ურთიერთქმედებენ ალკინები თიოლებთან?
28. რა პირობებში იჟანგებიან ალკინები?
29. რა პირობებში მიმდინარეობს ალკინების უანგვითი გაორმაგება?

30. როგორ და რა სახის მარილებს წარმოქმნიან ალკინები?
31. რა სტრუქტურულ თავისებურებას უნდა აკმაყოფილებდეს ალკინები, მარილები რომ წარმოქმნან?
32. როგორ მიმდინარეობს ალკინების პოლიმერიზაცია?
33. რა მეთოდებით მიიღება ალკინები?
34. მიიღეთ 1-ბუტინი შესაბამისი ვიც-დიჰალოგენიდიდან. რომელ კატალიზატორს მიანიჭებთ უპირატესობას და რატომ?
35. რატომ მიმდინარეობს განხვავებულად ალკენებისა და ალკინების ჰიდრატაციის რეაქცია?

ქენიძენებისათვის

თავი 5.

- ✓ უჯარი ნახშირწყალბადები
- ✓ ალკადიენები

5.1. შესავალი

ალკადიენები ეწოდებათ ღიაჯაჭვიან უჯერ ნახშირწყალბადებს, რომლებიც მოიცავენ ორ ორმაგ ბმას. მათი ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n-2} .

5.2. ალკადიენების გამოყენება

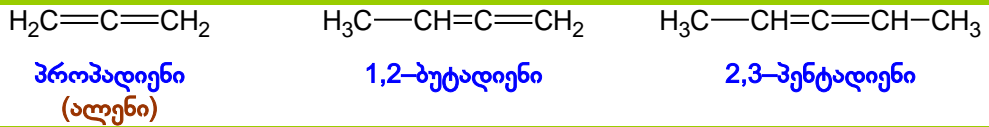
ალკადიენები, განსაკუთრებით კი შეუღლებული ალკადიენები, გამოიყენება პოლიმერების ტექნოლოგიაში სინთეზური და ხელოვნური კაუჩუკისა და რეზინის მისაღებად. ასევე ალკადიენებს იყენებენ ციკლური ნაერთების სინთეზისათვის ციკლომერების რეაქციებში.

5.3. ალკადიენების ნოქსოლოგია

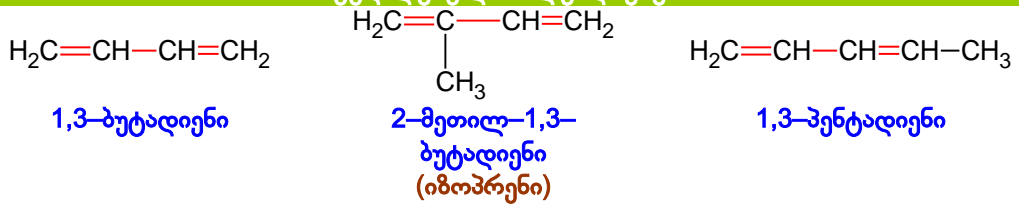
ალკადიენებში ორმაგი ბმები ერთმანეთის მიმართ შესაძლებელია განლაგდნენ განხვავებულად. თუ ორმაგი

ბმები განლაგებულია ერთიდაიგივე ნახშირბადატომთან, მაშინ ასეთ ალკადიენებს ეწოდებათ **კუმულირებული** ალკადიენები. თუ ნახშირბადოვან ჩონჩხში ორმაგი ბმებს შორის მოთავსებულია ერთი ერთმაგი ბმა, მაშინ ალკადიენებს ეწოდებათ **შეუღლებული** ალკადიენები. ხოლო თუ ორმაგ ბმებს შორის ორი ან მეტი ერთმაგი ბმაა მოთავსებული, **იზოლრებული** ალკადიენები.

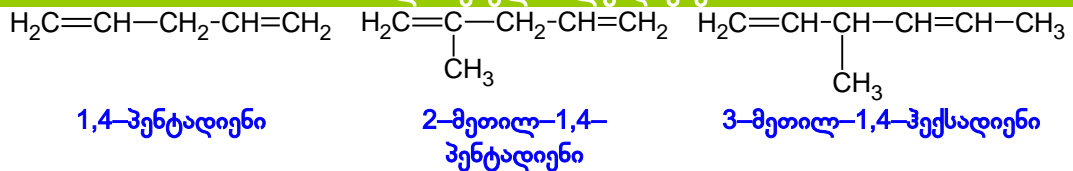
კუმულირებული ალკადიენები



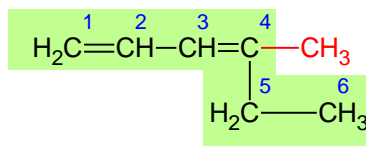
შეუღლებული ალკადიენები



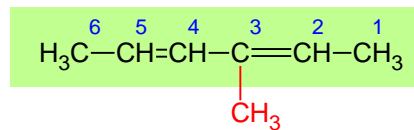
იზოლრებული ალკადიენები



ალკადიენებში ნახშირბადოვანი ჩონჩხი ინომრება იმგვარად, რომ იგი მოიცავდეს ორივე ორმაგ ბმას. ნუმერაცია იწყება იმ ბოლოდან, მაიდანაც ახლოსაა ერთ-ერთი ორმაგი ბმა. თუ ორივე ორმაგი ბმა თანაბარ მანძილზეა დაშორებული, მაშინ ყურადღება ექცევა ჩამნაცვლებელს.



4-მეთილპენტა-1,4-დიენი
არასწორია
(5-ეთილბუტა-1,4-დიენი)



3-მეთილპენტა-2,4-დიენი
არასწორია
4-მეთილპენტა-2,4-დიენი

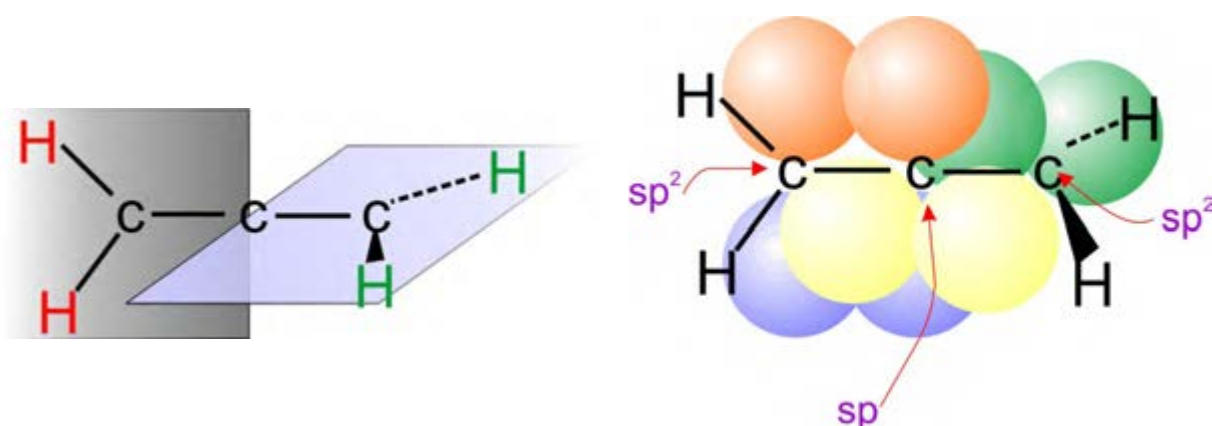
5.4. ორბიტალების ჰიბრიდიზაცია და ალკადიენების სტრუქტურა

ალკადიენების აღნაგობა დამოკიდებულია მასში ორმაგი ბმების ურთიერმდებარეობაზე. კერძოდ, კუმულირებული ალკადიენები მოიცავენ ორ sp^2 -ჰიბრიდულ და ერთ sp -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომს, მაშინ როდესაც იზოლრებული და

შეუღლებული ალკადიენები მოიცავენ ოთხ sp^2 -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომს. თუმცა ამ ორი უკანასკნელის აღნაგობაც მნიშვნელოვნად განსხვავდება.

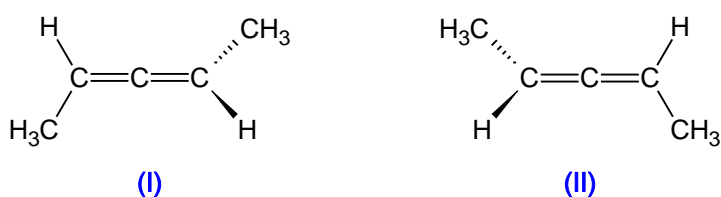
5.4.A. **1,2-ალკადიენების (ალენების) აღნაგობა**

ალენების სივრცითი აღნაგობა მეტად თავისებუ რია. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ისინი შეიცავენ ორ sp^2 -ჰიბრიდულ და ერთ sp -ჰიბრიდულ ნახშირბადატომს. ამის გამო, ალენის ოთხი წყალყბადატომი ერთ სიბრტყეში არ თავსდება (იხ. ნახაზი 5-1).



ნახაზი 5-1. ალენში π -ბმების წარმოქმნა

ალენის მოლეკულის აღნაგობიდან გამომდინარე, დიჩანაცვლებული ალენებისათვის დამახასიათებელია სტერეოიზომერია.



ორივე სტრუქტურა არის ქირალური და წარმოადგენს სტერეოიზომერებს

5.4.B. **შეუღლებული (1,3-ალკადიენების) ალკადიენების აღნაგობა**

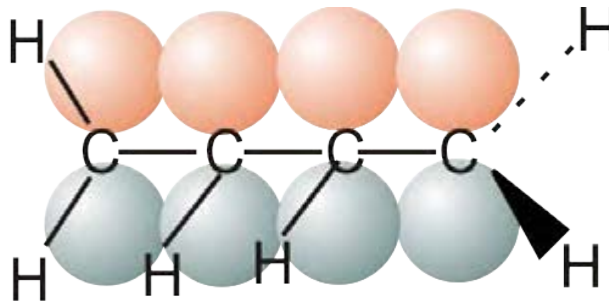
1,3-ბუტადიენის მოლეკულა წარმოადგენს ყველაზე მარტივ π - π შეუღლებული სისტემის მაგალითს.

ბმის სიგრძეები 1,3-ბუტადიენში. 1,3-ბუტადიენში C₂-C₃ ბმის სიგრძის ზუსტი მნიშვნელობა არის 1.48Å. მისი მნიშვნელობა ნაკლებია „მარტივი ბმის“ სიგრძის მნიშვნელობაზე (იხ. ცხრილი 5-2).

ცხრილი 5-1. ერთმაგი და ორმაგი ბმის სიგრძეები ეთანში, პროპანში, ნ-ბუტანში, 2-ბუტენში და 1,3-ბუტადიენში

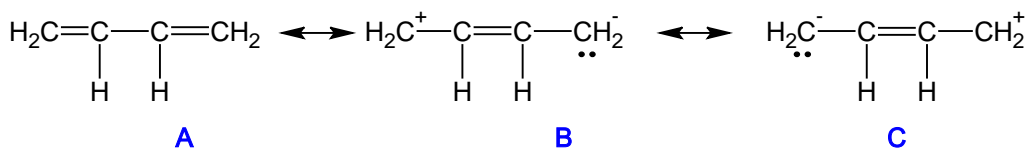
1,3-ბუტადიენი		ეთანი		პროპანი		ნ-ბუტანი		2-ბუტენი	
C ₁ =C ₂ -C ₃ =C ₄		C-C		C ₁ -C ₂ -C ₃		C ₁ -C ₂ -C ₃ -C ₄		C ₁ -C ₂ =C ₃ -C ₄	
C ₁ -C ₂	1.33 Å	C-C	1.58 Å	C ₁ -C ₂	1.34 Å	C-C	1.54 Å	C ₁ -C ₂	1.52 Å
C ₂ -C ₃	1.48 Å			C ₂ -C ₃	1.50 Å			C ₂ -C ₃	1.34 Å

ნახაზი 5-2.
1,3-ბუტადიენში ალენში π-ბმების წარმოქმნა



მრავალი წლის განმავლობაში ითვლებოდა, რომ ცენტრალური ერთმაგი ბმის „დამოკლების“ მიზეზი იყო მასზე მისი მომიჯნავე ორმაგი ბმების გავლენა. როგორც რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის მონაცემებიდან ჩანს (იხ. ცხრილი 5-2), 1,3-ბუტადიენში ორმაგი ბმის სიგრძე უფრო მოკლეა, ვიდრე 2-ბუტენში. ასევე 1,3-ბუტადიენში ერთმაგი ბმა უფრო მოკლეა, ვიდრე სხვა არაშეუღლებულ ნახშირწყალბადებში. შესაბამისად, 1,3-ბუტადიენში ცენტრალური ბმა ატარებს ორმაგი ბმის ბუნებასაც ანუ მისი **ბმის რიგი** არის გაზრდილი.

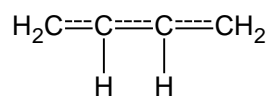
1,3-ბუტადიენის მოლეკულაში C₂-C₃ ბმის რიგის გაზრდის მიზეზი შეიძლება აიხსნას π-ელექტრონების სხვადასხვაგვარი განაწილებით. 1,3-ბუტადიენის ლუისის სტრუქტურისათვის შესაძლებელია დაინეროს დამატებით ორი რეზონანსული სტრუქტურა, რომლის კიდურა ნახშირბადატომებზე ლოკალიზებული იქნება დადებითი და უარყოფითი მუხტები.



ლუისის სტრუქტურა

რეზონანსის თეორიის თანახმად გამომდინარეობს, რომ სტრუქტურა (A) სრულად არ აღწერს რეალურ მოლეკულას. რეალური მოლეკულის სტრუქტურა იქნება ზემოთ მოყვანილი სამი სტრუქტურის რეზონანსული ჰიბრიდი. თუმცა ეს არ ნიშნავს, რომ 1,3-ბუტადიენი არის A, B, C სტრუქტურების ნარევი და ეს ცალკეული სტრუქტურები რაიმე წონასწორობაში იმყოფებიან. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ A, B, C სტრუქტურები რეალურად არ არსებობენ!

ამიტომ 1,3-ბუტადიენი უმჯობესი იქნება თუ გამოისახება შემდეგი ფორმით:



ჰიბრიდიზაციის გავლენა. XX ს-ის 50-იან წლებში დიუარის მიერ სამართლიანად იქნა წამოყენებული მოსაზრება, რომ ალკადიენებში ორმაგი და ერთმაგი ბმის სიგრძის მნიშვნელობები განპირობებული იყო ჰიბრიდიზაციის მოვლენით. ალკადიენებში C_2-C_3 ბმის სიგრძის შედარება ეთანის, პროპანის ან თუნდაც 2-ბუტენის ერთმაგი ბმასთან არ არის სამართლიანი. ვინაიდან, ალკადიენებში ერთმაგი ბმა წარმოქმნილია $C_{sp^2}-C_{sp^2}$ გადაფარვით, მაშინ როდესაც ალკანებში (ეთანი, პროპანი, ბუტანი) ადგილი აქვს $C_{sp^3}-C_{sp^3}$ გადაფარვას, ხოლო 2-ბუტენში – $C_{sp^2}-C_{sp^3}$ გადაფარვას. იქიდან გამომდინარე, რომ sp^2 ჰიბრიდული ორბიტალები ატომბირთვთან უფრო ახლოს განთავსდებიან, ვიდრე sp^3 ჰიბრიდული ორბიტალები, შეიძლება აიხსნას, თუ რატომ არის ორმაგი ბმა უფრო მოკლე ალკადიენებში.

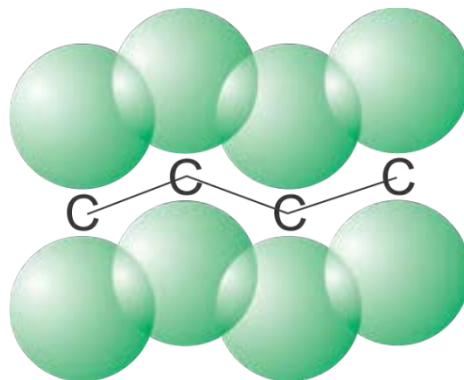
დღეისათვის მიღებულია, რომ 1,3-ბუტადიენში π -ელექტრონების მხოლოდ უმნიშვნელო დელოკალიზაციას აქვს ადგილი. დიუარის შრომების შემდეგ, ბმის სიგრძის მნიშვნელობა აღარ წარმოადგენს ძირითად არგუმენტს შეუღლების არსებობისათვის.

5.4.C. **პოლარული ორბიტალების თეორია და კუვანტური ალკადიენები**

1,3-ბუტადიენში ელექტრონული სიმკვრივის განაწილების ერთ-ერთ კარგ სურათს იძლევა მოლეკულური ორბიტალების თეორია.

1,3-ბუტადიენში მეზობელი ატომები იმდენად ახლოს არიან, რომ მათი p-ორბიტალები ერთმანეთს გადაფარავენ. შედეგად მიიღება ერთიანი ელექტრონული შეუღლებული π -სისტემა.

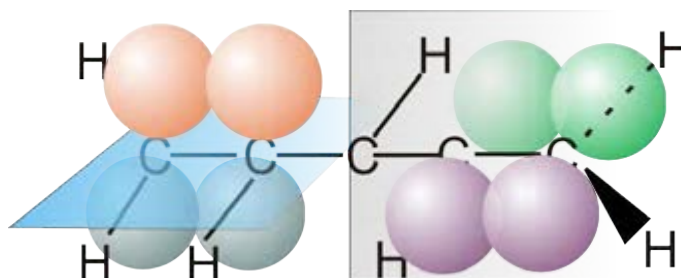
ნახაზი 5-3.
p-ორბიტალები
1,3-ბუტადიენში



5.4.D. იზოლირებული ალკადიენის აღნაგობა

იზოლირებული ალკადიენის მაგალითად განვიხილოთ 1,3-პენტადიენი. მასში ორმაგი ბმები ერთმანეთისაგან იზოლირებულნი არიან ერთი sp^3 ჰიბრიდული ნახშირბად-ატომით, რომელსაც ტეტრაედრული აღნაგობა აქვს. ამიტომ იგი არღვევს შეუღლების შესაძლებლობას და ორმაგი ბმები ფორმირდება ცალ-ცალკე.

ნახაზი 5-4.
1,3-პენტადიენის აღნაგობა –
იზოლირებული სისტემა



5.5. ალკადიენების ფიზიკური თვისებები

ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი ორი წარმომადგენელი (C_3-C_4) არის აირი. უფრო გრძელი ჩონჩხის შემცველი კუმულირებული ალკადიენები კი წარმოადგენენ უფრო სუსტი სუნის მქონე სითხეებს.

შეუღლებული ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლებიც ასევე არიან უფერული აირები ან დაბალმდულარე სითხეები (იხ. ცხრილი 5-1).

ცხრილი 5-2. ალკადიენების ფიზიკური კონსტანტები

დასახელება	ფორმულა	T _{ლ.} , °C	T _{ღ.} , °C	სიმკვრივე, d ₄ ²⁰ , გმლ ⁻¹
1,3-ბუტადიენი	$H_2C=CH-CH=CH_2$	-108.4	-4.5	0.6206
2-მეთილბუტა-1,3-დიენი	$H_2C=C(CH_3)-CH=CH_2$	-136	34.1	0.681
2,3-დიმეთილბუტა-1,3-დიენი	$H_2C=C(CH_3)-C(CH_3)=CH_2$	-76	68.6	0.7262

5.6. ალკადიენების ქიმიური თვისებები

დიენები, ალკენებისა და ალკინების მსგავსად, ნუკლეოფილებს წარმოადგენენ π-ბმებისაგან წარმოქმნილი ელექტრონული სიმკვრივის გამო. შესაბამისად, ისინი უნთიერთქმედებენ ელექტროფილურ რეაგენტებთან ელექტროფილური მიერთების რეაქციის მექანიზმით.

წინა თავებში ჩვენ განვიხილეთ ისეთი სახის ელექტროფილური მიერთების რეაქციები, რომელშიც მხოლოდ ერთი ფუნქციური ჯგუფი (ორმაგი ან სამმაგი ბმა) მონაწილეობდა. როგორც წესი, თუ მოლეკულა რამდენიმე ფუნქციურ ჯგუფს შეიცავს და ამ ჯგუფებს შორის ადგილი აქვს ურთიერთგავლენას, მაშინ ადგილი შესაძლებელია მოლეკულაში ახალმა თვისებებმა იჩინოს თავი. სწორედ ასეთ შემთხვევასთან გვაქვს საქმე შეუღლებულ აკლადიენების მოლეკულებში. ამიტომ, წინამდებარე თავში ცალ-ცალკე განვიხილავთ იზოლირებული და შეუღლებული ალკადიენების ქიმიურ თვისებებს და ვნახავთ, რომ მათ შორის გარკვეული განსხვავება არის.

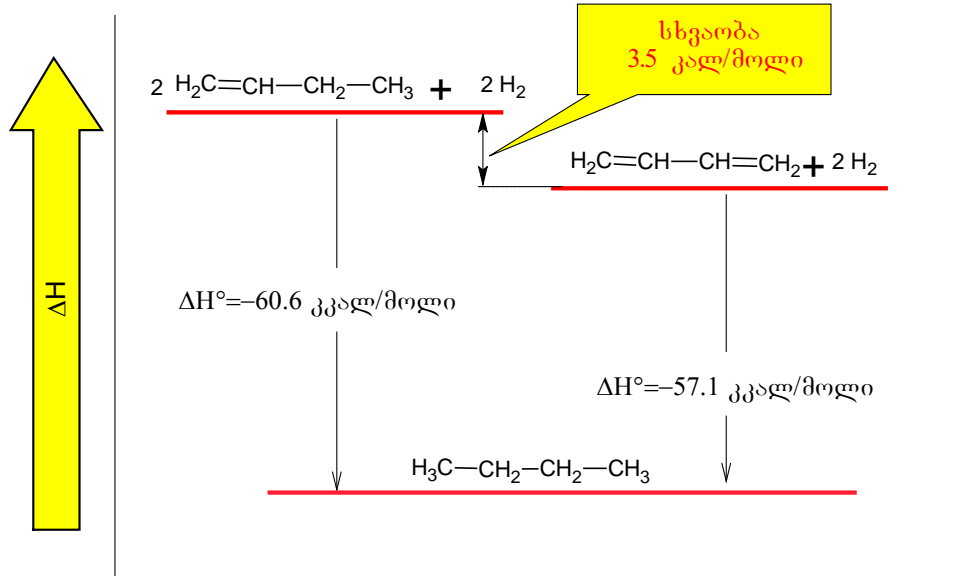
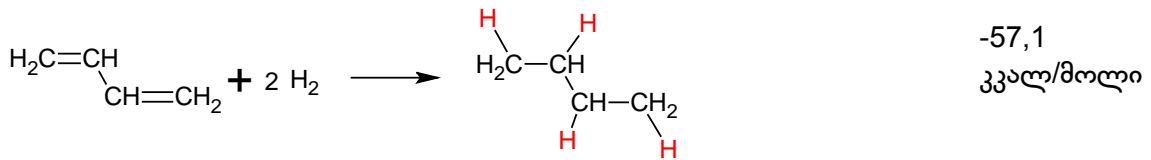
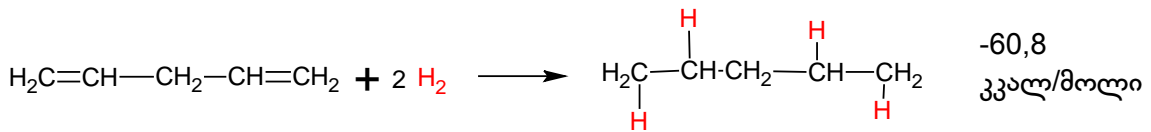
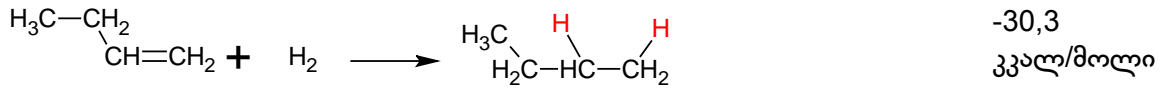
5.6.A. ალკადიენების პირობები

ალკადიენების ჰიდრირება ალკენების მსგავს პირობებში მიმდინარეობს. ბუტ-1-ენისათვის ჰიდრირების ენერგია -30,3 კკალ/მოლის ტოლია. იზოლირებული ალკადიენისათვის, როგორცაა მაგალითად პენტ-1,3-დიენი ჰიდრირება სპონტანურად მიმდინარეობს და ადგილი აქვს წყალბადების ერთდროულად მიერთებას ორივე ორგანო ბმაზე. ამ დროს

გამოყოფილი ენერგიაც (60.8 კკალ/მოლი) თითქმის ორჯერ აღემატება ერთი ორმაგი ბმის ჰიდრირებისას გამოყოფილ ენერგიის მნიშვნელობას.

რაც უფრო დიდია რეზონანსის ენერგია, მით უფრო სტაბილურია ნაერთი

ბუტ-1,3-დიენი, რომელშიც ადგილი აქვს ორმაგი ბმების შეუღლებას, ჰიდრირების პროცესი საფეხურებრივია. ამასთანავე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა შედარებით მცირეა ვიდრე იზოლირებული ალკადიენებისათვის. ენერგიის ამ სხვაობას რეზონანსის ენერგია ეწოდება. რაც უფრო დიდია რეზონანსის ენერგია, მით უფრო სტაბილურია ნაერთი.



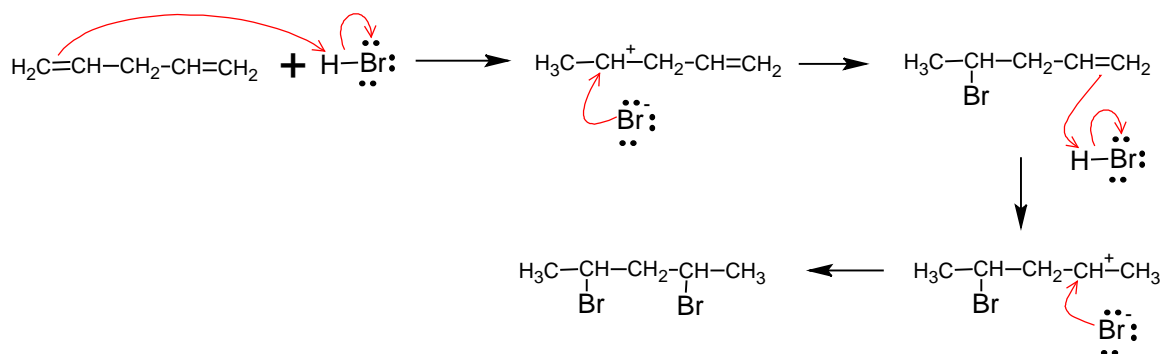
5.6.B. იზოლირებული ალკადიენების ელექტროფილური მიერთების რეაქციები

იზოლირებულ ალკადიენებთან ელექტროფილური მიერთების რეაქციები მიმდინარეობს ალკენების ზუსტად

ანალოგიურად. თუ ელექტროფილური რეაგენტი სიჭარბით იქნება აღებული, მაშინ ადგილი ექნება ორი დამოუკიდებელი ელექტროფილური მიერთების რეაქციის მიმდინარეობას, რომლის დროსაც ელექტროფილი უერთდება ყველაზე მეტი წყალბადატომების მომცველ sp^2 ნახშირბადატომს (მარკოვნიკოვის წესი).



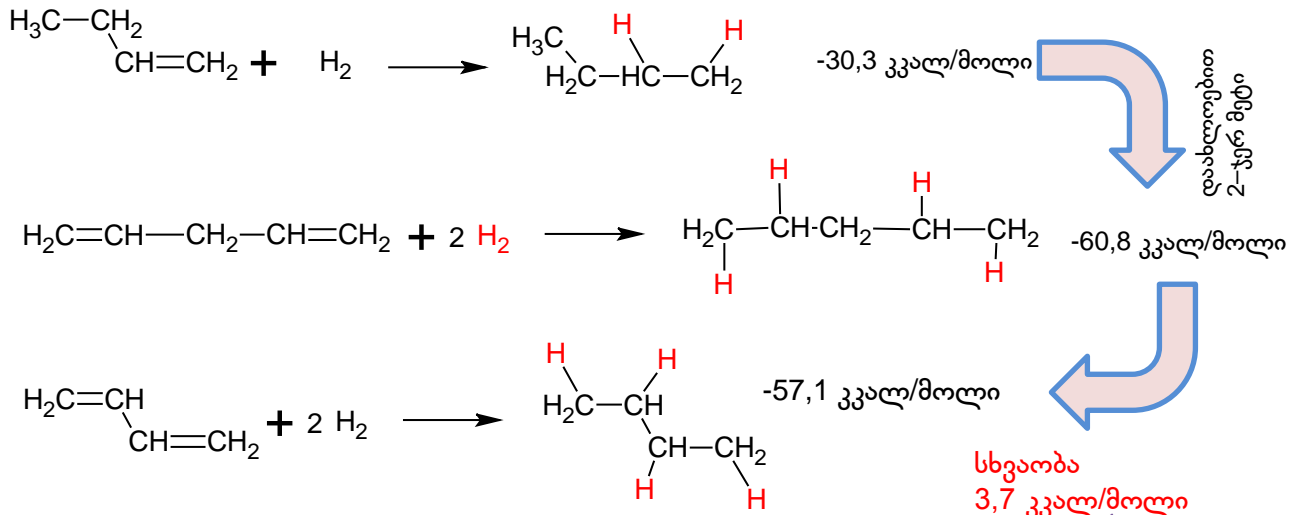
რეაქცია მიმდინარეობს იმავე მექანიზმით, როგორც ეს განხილული იყო ალკენებში. პირველ სტადიაზე პროტონი შეტევას ახორციელებს ელექტრონებით მდიდარ ორმაგ ბმაზე ისეთი მიმართულებით, რომლის დროსაც მიიღება შედარებით უფრო სტაბილური კარბკატიონი (მარკოვნიკოვის წესი). რეაქციის მეორე საფეხურზე ადგილი აქვს ბრომის ანიონის მიერთებას კარბკატიონთან. რადგანაც HBr აღებულია დიდი სიჭარბით, ამიტომ მეორე ორმაგი ბმაც ანალოგიურად შევა რეაქციაში.



1,5-პენდადიენის ჭარბ HBr-თან ურთიერთქმედების რეაქციის მექანიზმი

5.6.C. შეუღლებული ალკალინების ელექტროფილური მიერთების რეაქცია

ჰიდრირება:

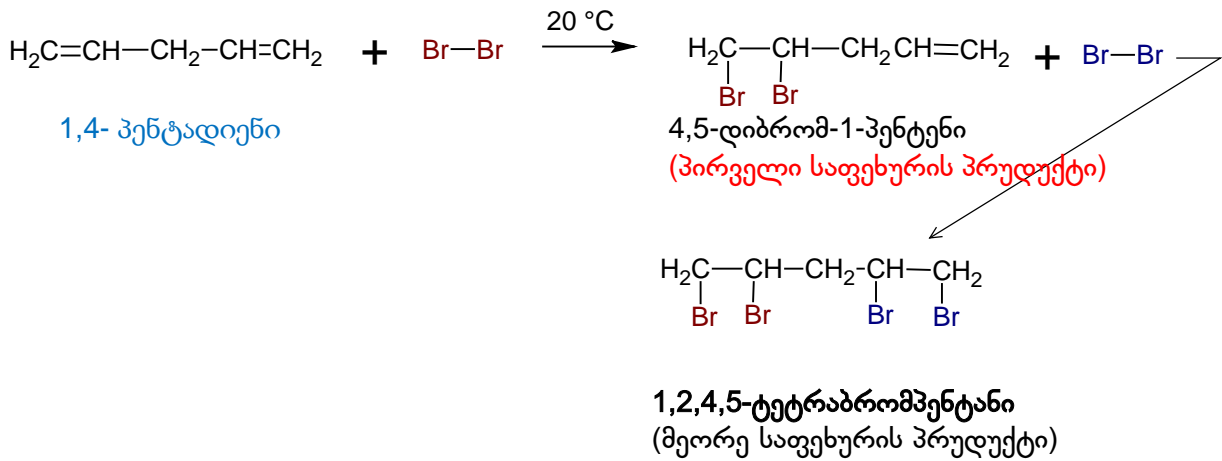


მოცემულ ენერჯის სხვაობას ეწოდება რეზონანსის ენერჯია

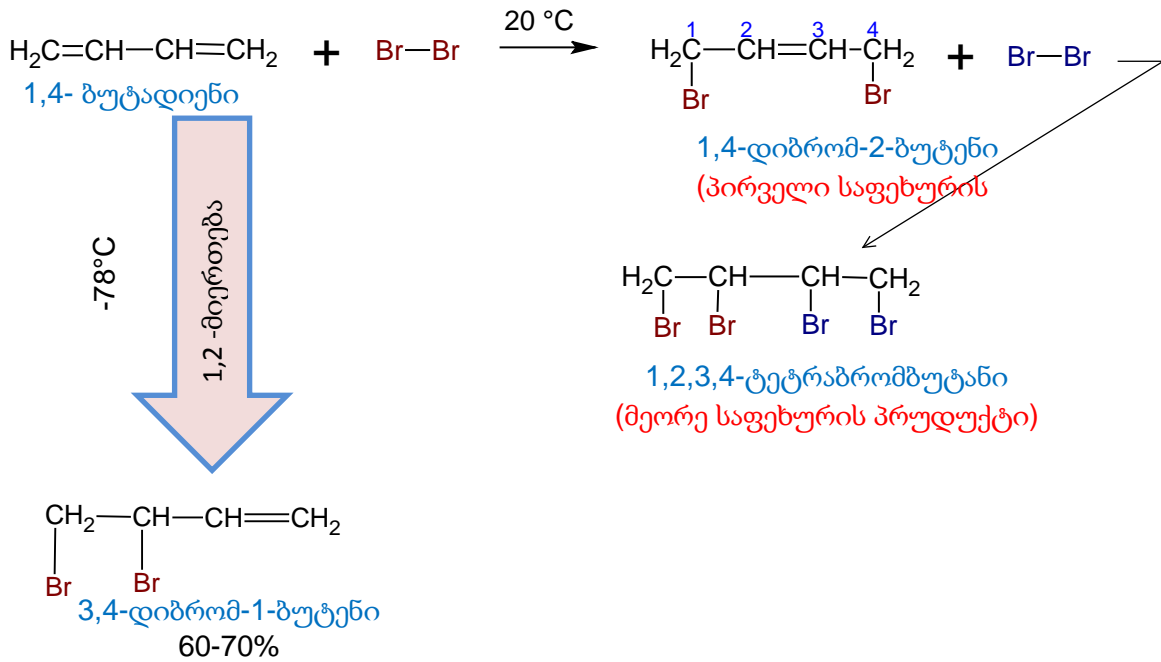
რაც უფრო დიდია რეზონანსის ენერჯია, მით უფრო სტაბილურია მოლეკულა!

დიენებისათვის, ისევე როგორც ალკენებისათვის, დამახასიათებელია A_E რეაქციები.

ელექტროფილური მიერთების რეაქციები დიენებში მიმდინარეობს ორ საფეხურად:

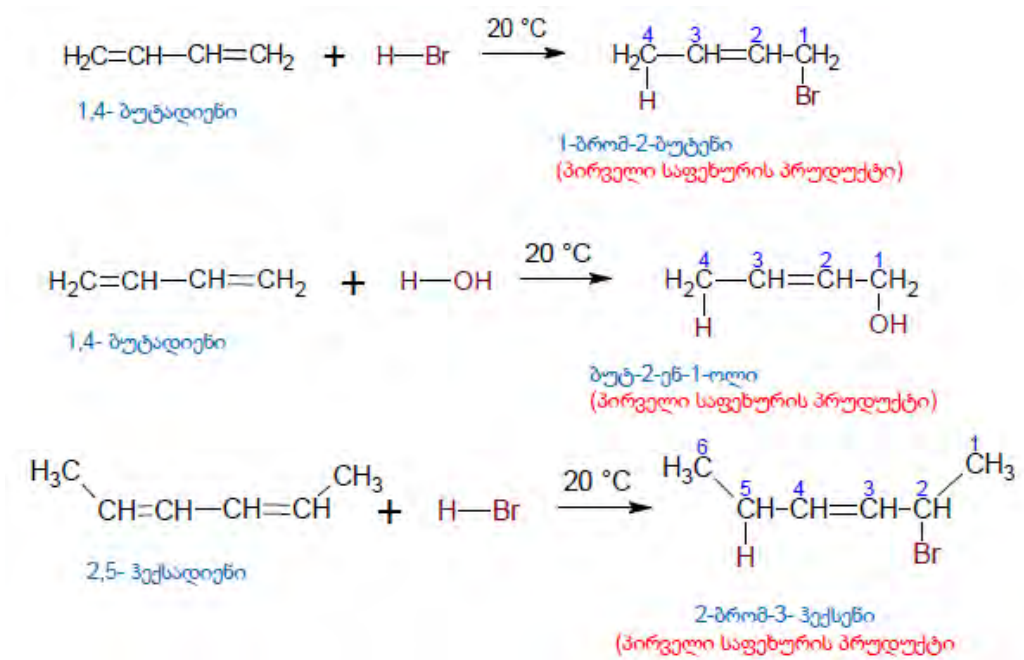


შეუღლებული დიენებისათვის A_E რეაქციები მიმდინარეობს 1,4-მიერთების მიმართულებით.

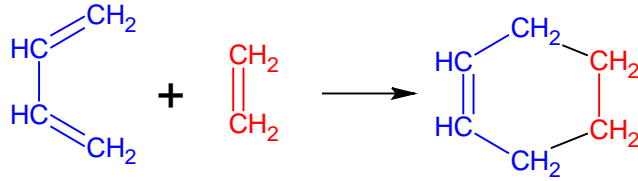


შეუღლებულ ალკადიენებში ჩვეულებრივ პირობებში მიმდინარეობს 1,4-მიერთება, ნაცვლად 1,2-მიერთებისა

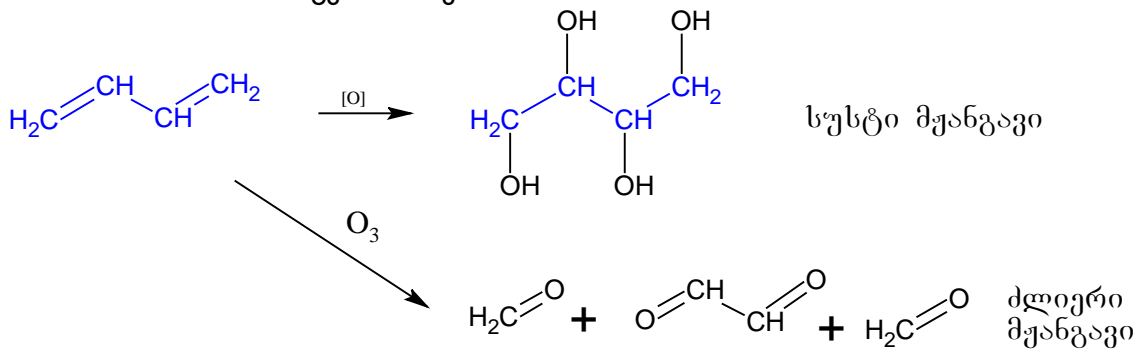
1,4-მიერთების დამატებითი მაგალითები:



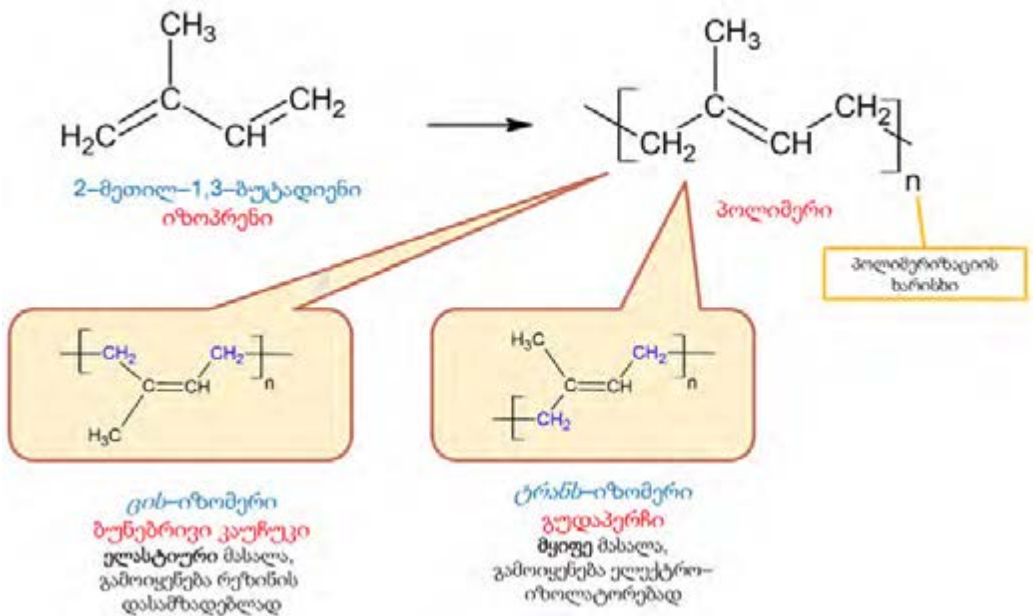
ალკადიენებისათვის დამახასიათებელია 2+2, 4+2... და ა.შ. ციკლომიერთების რეაქციები. ციკლომიერთების რეაქცია ატარებს დილს-ალდერის სახელს.



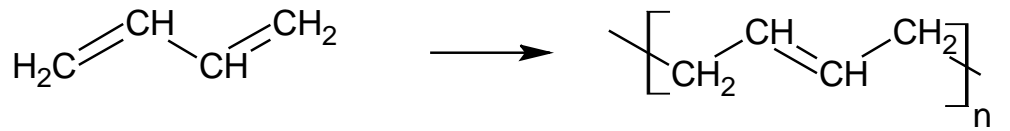
უანგვის რეაქციის პროდუქტები დამოკიდებულია მუანგავის გვარობაზე:



პოლიმერიზაცია



სინთეზური კაუჩუკი:

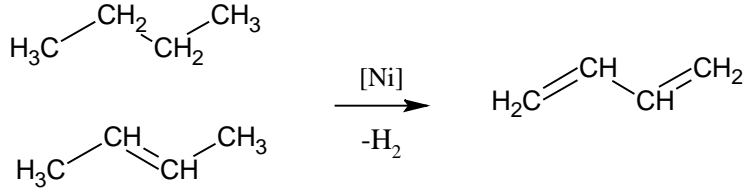


1,3-ბუტადიენი

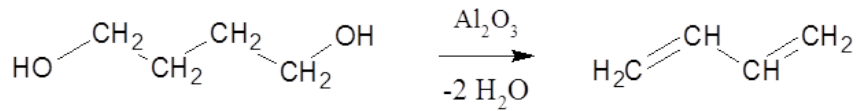
პოლიმერი

მიღება

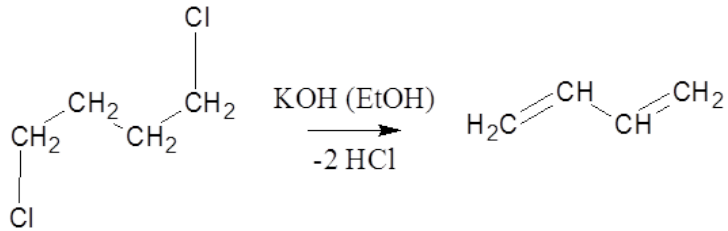
1. დეჰიდრირება (სანარმოო მეთოდი)



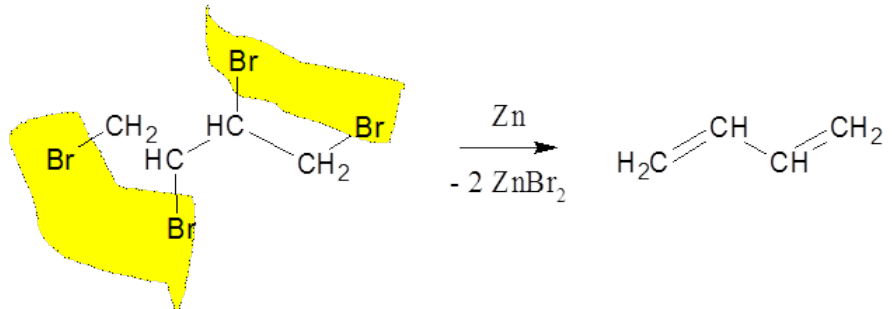
2. დეჰიდრატაცია (სანარმოო მეთოდი)



3. დეჰიდროჰალოგენირება (ელიმინირება)

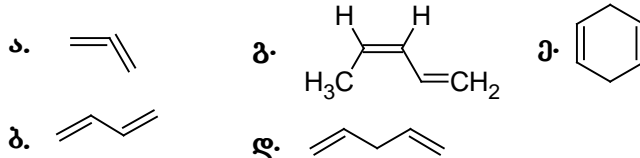


4. დეჰალოგენირება (ელიმინირება)



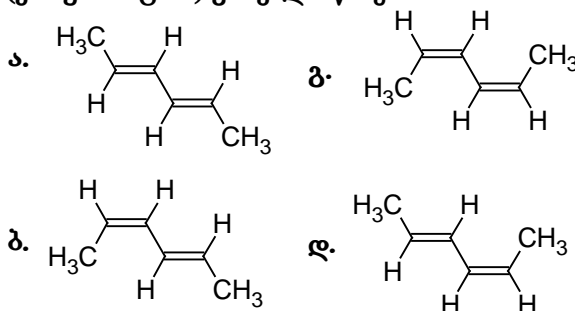
დამოუკიდებელი სამუშაო

1. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი ალკადიენები. აღნიშნეთ, რომელი მათგანია კუმულირებული, შეუღლებული და იზოლირებული.



ალკადიენი – ნახშირწყალბადი, რომელიც მოიცავს ორ ორმაგ ბმას ნახშირბადატომებს შორის. მათ ხშირად მოიხსენიებენ დიენების სახელწოდებითაც.

2. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი ალკადიენები მათი სივრცითი აღნაგობის (კონფორმაციის) გათვალისწინებით:



ალკადიენების ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n-2}

ალკადიენები წარმოადგენენ ალკინების კლასის იზომერებს.

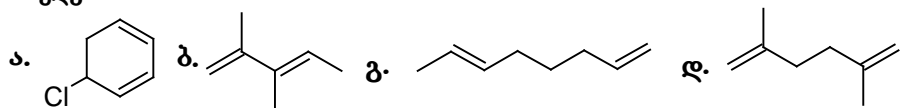
3. რამდენი გეომეტრიული იზომერი შეიძლება ჰქონდეს ქვემოთ ჩამოთვლილ ნაერთებს:

ა. 1,4-პენტადიენი; ბ. 1,3-პენტადიენი; გ. 2,4-ჰექსადიენი

4. 1,4-პენტადიენი უფრო სტაბილურია თუ 1-პენტენი. გაითვალისწინეთ, რომ 1,4-პენტადიენის ჰიდრირების სითბოა 254.4 კჯ/მოლი, ხოლო 1-პენტენის კი – 292.4 კჯ/მოლი.

იზოპრენი არის 2-მეთილ-1,3-ბუტდიენის ტრივიალური დასახელება

5. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:

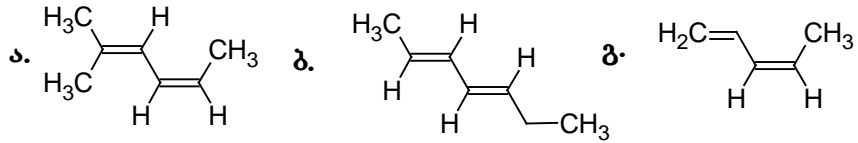
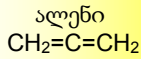


ჰიდრირების სითბო არის ენერჯის ის რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა რეაქციის (ჰიდრირების) დროს. როგორც წესი, იზოლირებული ორმაგი ბმის ჰიდრირებისას გამოიყოფა 28.6 კჯ/მოლი ნაკლები სითბო, ვიდრე კუმულირებულ ორმაგი ბმის ჰიდრირებისას.

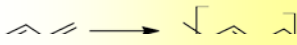
6. ქვემოთ მოყვანილი დებულებიდან რომელია ჭეშმარიტი ან მცდარი:

- ა. კონიუგირებული (შეუღლებული) დიენი მეტად მდგრადია, ვიდრე იზოლირებული
- ბ. ერთმაგი ბმა წარმოქმნილი sp^2-sp^2 გადაფარვით უფრო გრძელია, ვიდრე sp^2-sp^3 გადაფარვით
- გ. 1,3-ჰექსადიენი უფრო სტაბილურია, ვიდრე 1,4-ჰექსადიენი
- დ. თერმოდინამიკურად კონტროლირებული პროდუქტი არის ის ნაერთი, რომელიც მიიღება რეაქციის რბილ პირობებში ჩატარებისას.

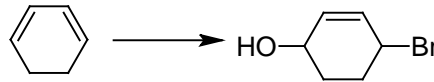
7. დასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები. გაითვალისწინეთ მათი სივრცითი აღნაგობა:



შეუღლებული ალკადიენები მონომერებია: ფასეული

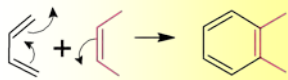


8. რომელი რეაგენტი უნდა გამოვიყენოთ ქვემოთ მოყვანილ რეაქციაში საბოლოო პროდუქტის მისაღებად?



რომელი ნაერთი მიიღება მასზე HBr-ის ურთიერთქმედებით?

დის-ალდერის რეაქციას ასევე ეწოდება [4+2] ციკლომთერთების რეაქცია

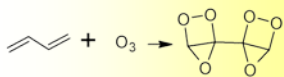


9. აჩვენეთ 1,4-პენტადიენის ჰიდრირების ენერჯიასა და 1-პენტენის ჰიდრირების ენერჯიებს შორის განსხვავება რეაქციის ენერჯიის დიაგრამის საშუალებით.

10. 1839 წელს ჩარლზ გუდრერმა აღმოაჩინა პროცესი, რომლის შედეგადაც მაგრდება როგორც ნატურალური, ისე სინთეზური კაუჩუკი. ეს პროცესი ცნობილია, როგორც:

- ა. დიაზოტირება
- ბ. ვულკანიზაცია
- გ. პოლიმერიზაცია
- დ. კონდენსაცია

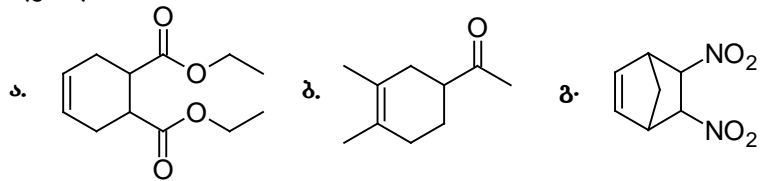
ალკადიენების ოზონოლიზის რეაქცია მიმდინარეობს ალკენების მსგავსად. ოზონოლიზში მონაწილეობას ლებულობს ორივე ორმაგი ბმა.



11. 2-ქლორ-1,3-ბუტადიენი პოლიმერიზაციით იძლევა ძვირფას, ფრიად გამძლე კაუჩუკს, რომელსაც ჰქვია:

- ა. ქლოროპრენი
- ბ. იზოპრენი
- გ. სტიროლი
- დ. ნეოპრენი

12. ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები მიიღება დილს-ალდერის რეაქციით. დაწერეთ საწყისი დიენისა და დიენოფილის სტრუქტურული ფორმულები, რომელიც აუცილებელია თითოეული მათგანის მისაღებად.



გლიოქსალი არის ეთანდილის ტრივალური დასახელება

დიაცეტილი არის 2,3-ბუტანდიონის ტრივალური დასახელება

13. დაწერეთ ოზონოლიზის რეაქცია შემდეგი ნაერთებისათვის.

- ა. 1,4-პენტადიენი,
- ბ. 1,3-პენტადიენი,
- გ. 4-მეთილ-1,3-პენტადიენი,
- დ. 2,3-დიმეთილ-1,3-ბუტადიენი

14. როგორი აღნაგობა აქვს დიენს, რომლის შედგენილობაა C_5H_8 და ოზონოლიზის რეაქციით იძლევა ფორმალდეჰიდს, ძმარალდეჰიდსა და გლიოქსალს.

15. როგორი აღნაგობა აქვს დიენს, რომლის შედგენილობაა C_6H_{10} და ოზონოლიზის რეაქციით იძლევა ფორმალდეჰიდსა, და დიაცეტილს.

16. დაწერეთ დივინილისა და იზოპრენის პოლიმერიზაციის რეაქციები ნატურალური კაუჩუკისა და გუდაპერჩის წარმოქმნით.

17. დაწერეთ ნატურალური და სინთეზური კაუჩუკის ვულკანიზაციის რეაქციები.

18. აცეტილენის საფეხურებრივი პოლიმერიზაციით (Cu_2Cl_2 -ის თანაობისას) და შემდგომ მიღებულ პოდუქტზე HCl -ის მოქმედებით მიიღეთ ქლოროპრენული კაუჩუკი. დაასახელეთ შუალედური პროდუქტი.

თავი 6.

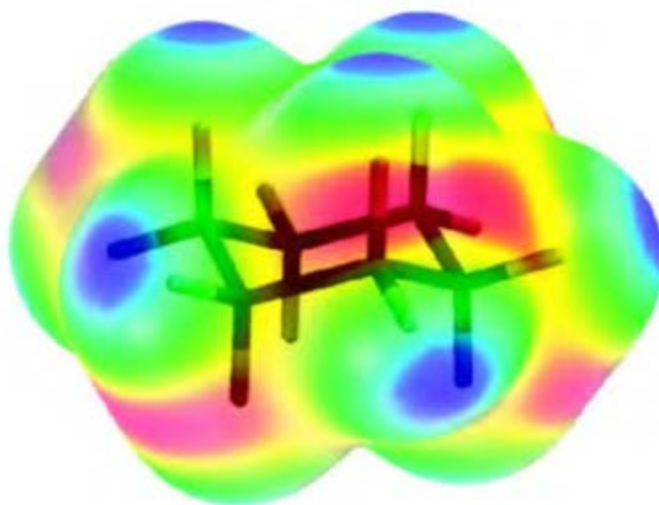
✓ ციკლური ნახშირწყალბადები

6.1. შენახალი

ციკლოალკანები ეწოდება ნაჯერ ნახშირწყალბადებს, რომელთა ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n} , მოიცავენ მხოლოდ ერთმაგ ბმებს და აქვთ ციკლური აღნაგობა.

ციკლოალკანების ისტორიული დასახელებაა **ნაფთენები**.

ციკლოალკანებს და ალკენებს ერთნაირი ზოგადი ჰომოლოგიური რიგის ფორმულა აქვთ!



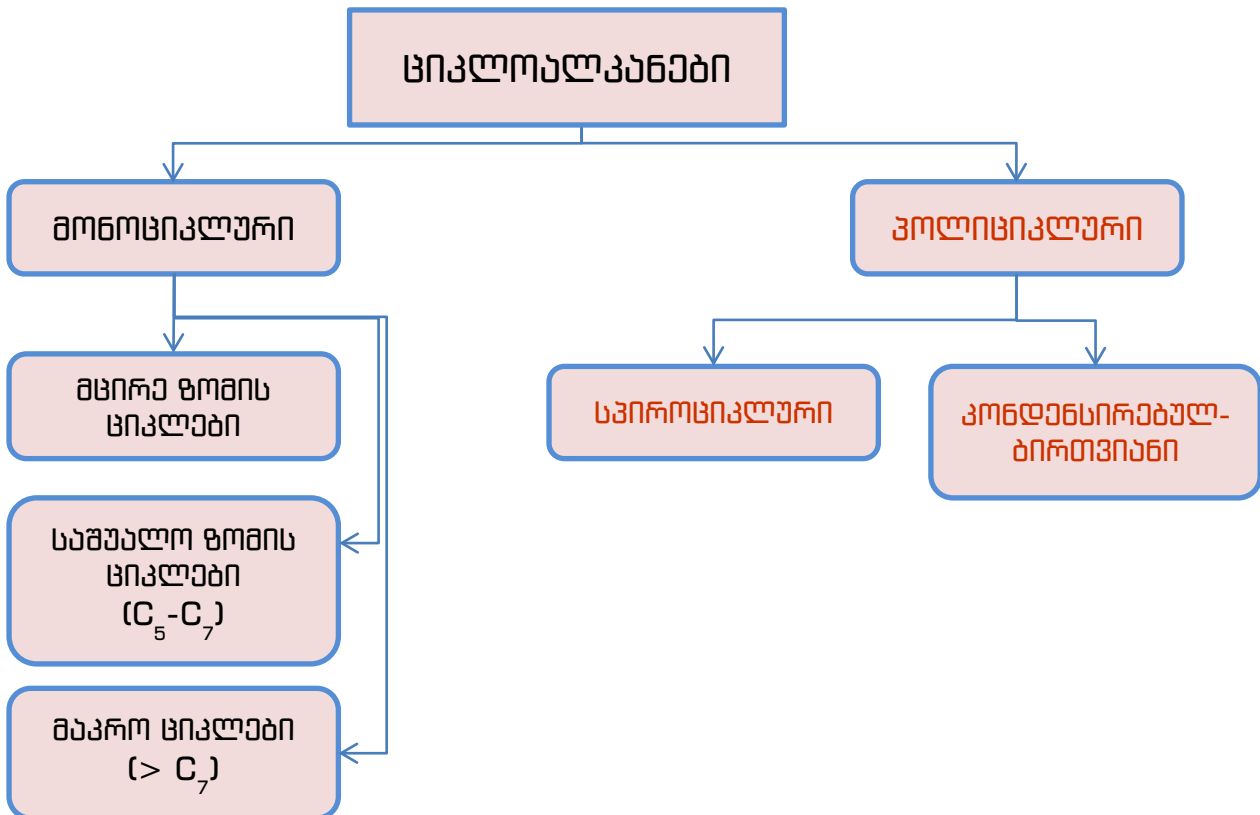
6.2. ბავრცელება



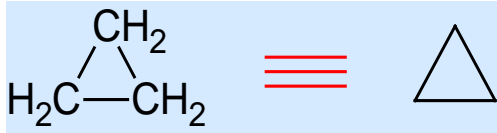
- ციკლოალკანების ძირითადი წყარო არის ნავთობი.
- ნავთობში მისი შედგენილობა ვარირებს ნავთობის მოპოვების ადგილმდებარეობის მიხედვით.
- თუ ნავთობში ციკლოალკანების წილი დიდია, მაშინ ასეთ ნავთობს *ნაფთენურს* უწოდებენ.

6.3. ნომენკლატურა

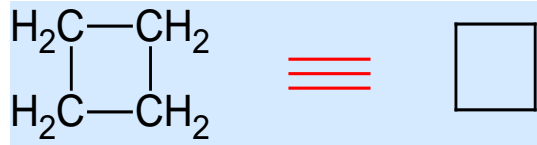
ციკლოალკანები შეიძლება დაიყოს ციკლის ზომის, ციკლების რაოდენობისა და ციკლების შეერთების მიხედვით.



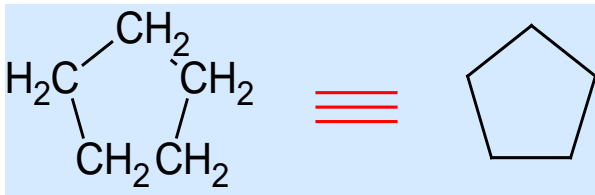
მონოციკლური ალკანების დასახელება ინარმოება პრეფიქსით "ციკლო".



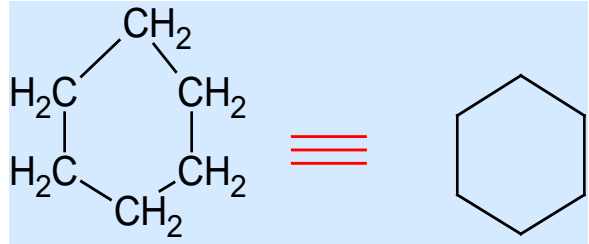
ციკლოპროპანი



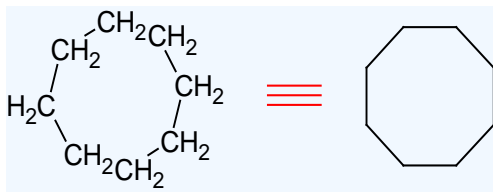
ციკლობუტანი



ციკლოპენტანი



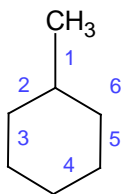
ციკლოჰექსანი



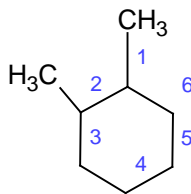
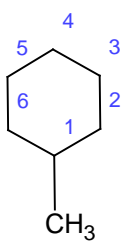
ციკლოოქტანი

ჩანაცვლებულ ციკლოალკანებში ინომრება ციკლის ნახშირბადატომები.

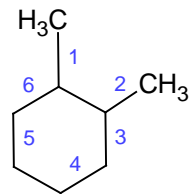
ნუმერაცია იწყება ჩანაცვლებული ნახშირბადატომიდან. ნუმერაციის მიმართულება შეირჩევა მეორე ჩამსაცვლებლის მიხედვით.



მეთილციკლოჰექსანი

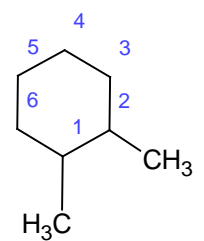


1,2-დიმეთილციკლოჰექსანი



არასწორია

1,6-დიმეთილციკლოჰექსანი



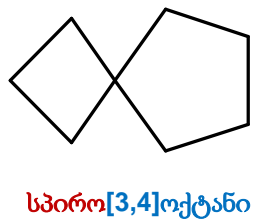
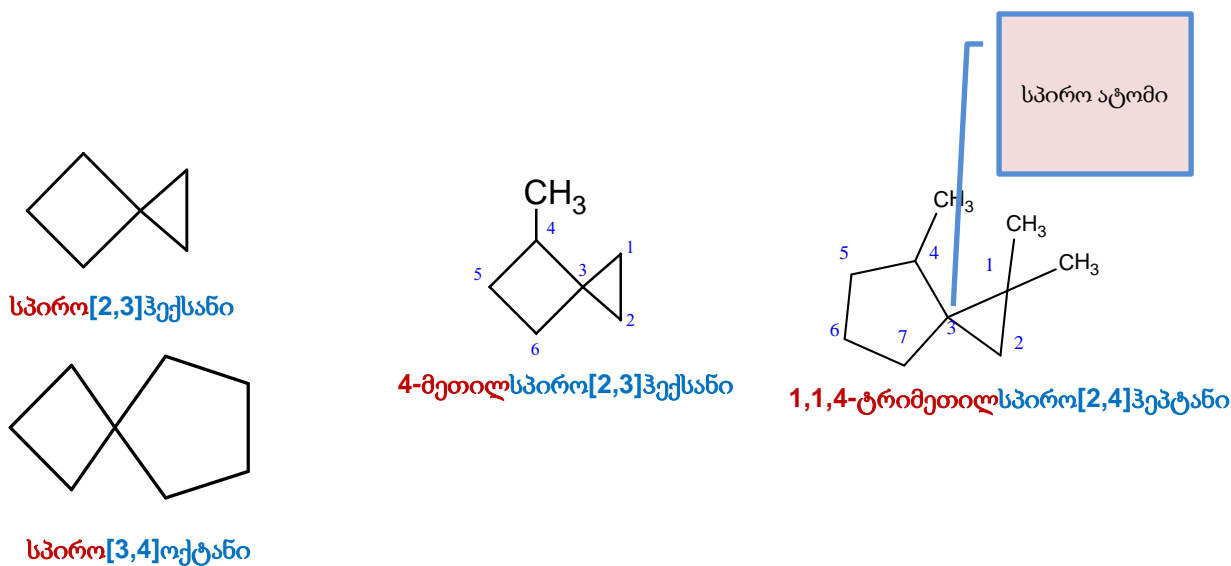
სპიროციკლური ეწოდება ნაერთებს, რომელნიც მოიცავენ ისეთ ნახშირბადატომს, რომელიც ერთდროულად ეკუთვნის ორ ციკლს.

სპიროციკლურ ნაერთებში ნუმერაცია იწყება სპიროატომის მეზობელი მცირეციკლის ნახშირბადატომიდან

პირველ რიგში ინომრება მცირეზომის ციკლი.

დასახელება იწარმოება პრეფიქსით **“სპირო”**.

ციკლების ზომები მიეთითება კვადრატულ ფრჩხილებში პრეფიქსი **“სპირო”**-ს შემდეგ.



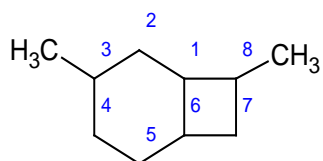
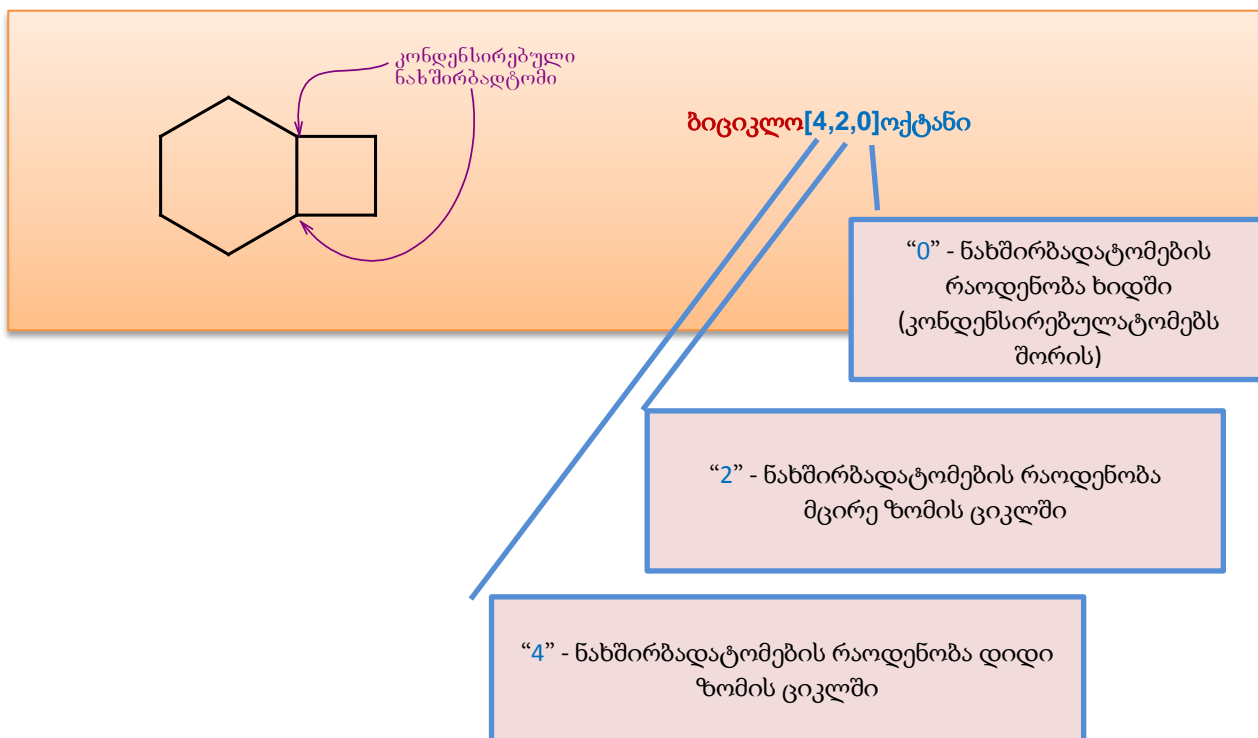
კონდენსირებულციკლური ეწოდება ნაერთებს, რომელნიც მოიცავენ ორ ან მეტ ისეთ ნახშირბადატომს, რომელიც ერთდროულად ეკუთვნის ორ ციკლს.

ნუმერაცია იწყება კონდენსირებული ატომის მეზობელი დიდი ციკლის ნახშირბადატომიდან.

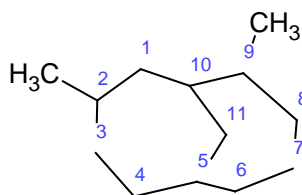
პირველ რიგში ინომრება დიდი ზომის ციკლი.

დასახელება იწარმოება პრეფიქსით **“ბიციკლო,” “ტრიციკლო”** და ა.შ.

ციკლების ზომები მიეთითება კვადრატულ ფრჩხილებში პრეფიქსი **“ბიციკლო”**-ს შემდეგ.



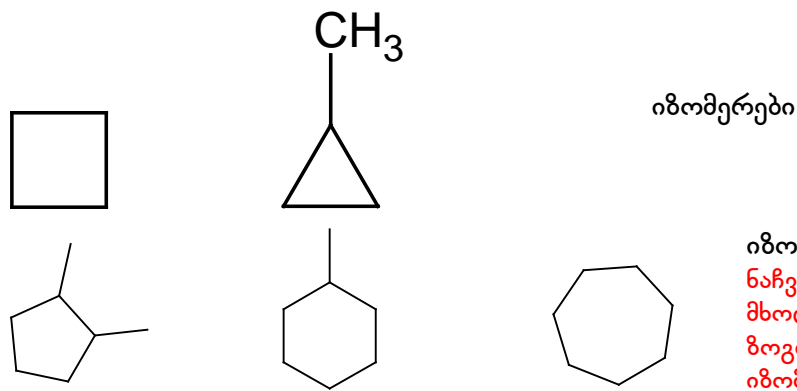
3,8-დიმეთილბიციკლო[4,2,0]ოქტანი



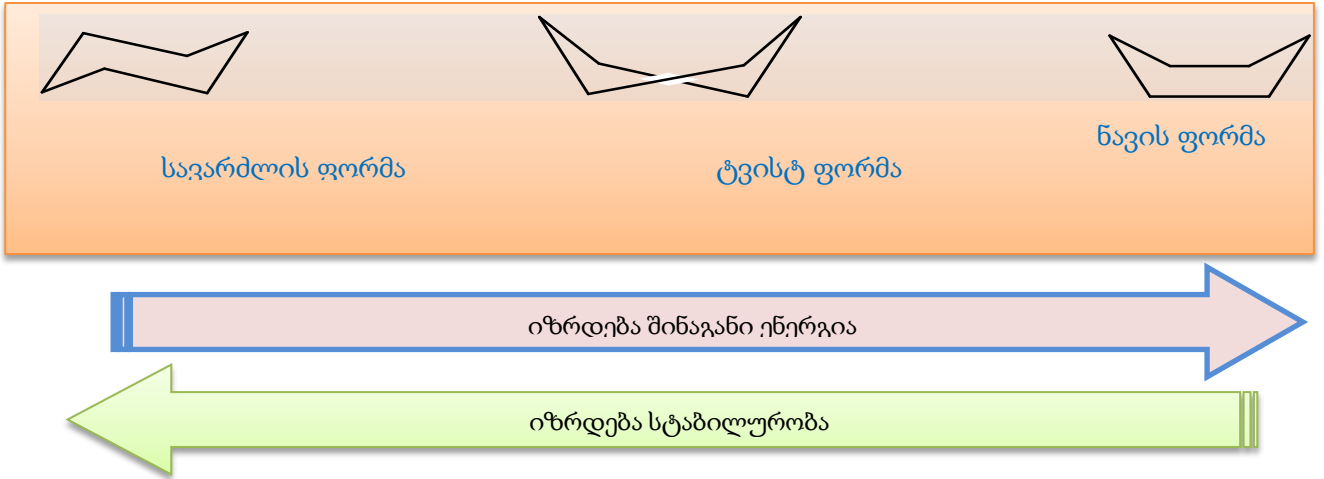
2,9-დიმეთილბიციკლო[4,4,1]უნდეკანი

6.4. იზომერია

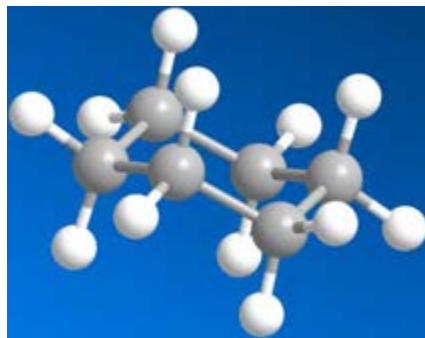
ციკლოალკანებისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა სახის იზომერია, როგორცაა ციკლის ზომის იზომერია, ჩანმაცვლებლების მდებარეობის იზომერია. ციკლოალკანებისათვის.



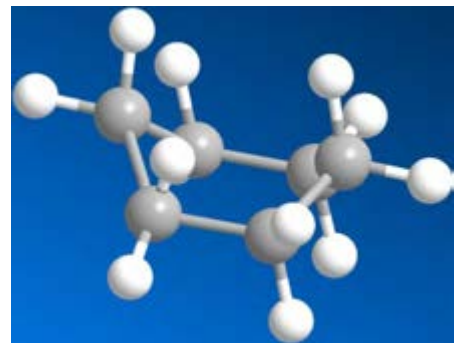
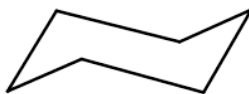
ციკლოალკანებისათვის ასევე დამახასიათებელია კონფორმაცია. კონფორმაცია არის დინამიური იზომერია, ხოლო დინამიურ იზომერებს ეწოდებათ კონფორმერები.



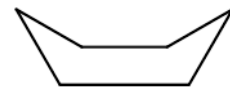
კონფორმაციული სტრუქტურები სივრცული მოდელების სახით ასე გამოიყურება.



საჯარძლის ფორმა

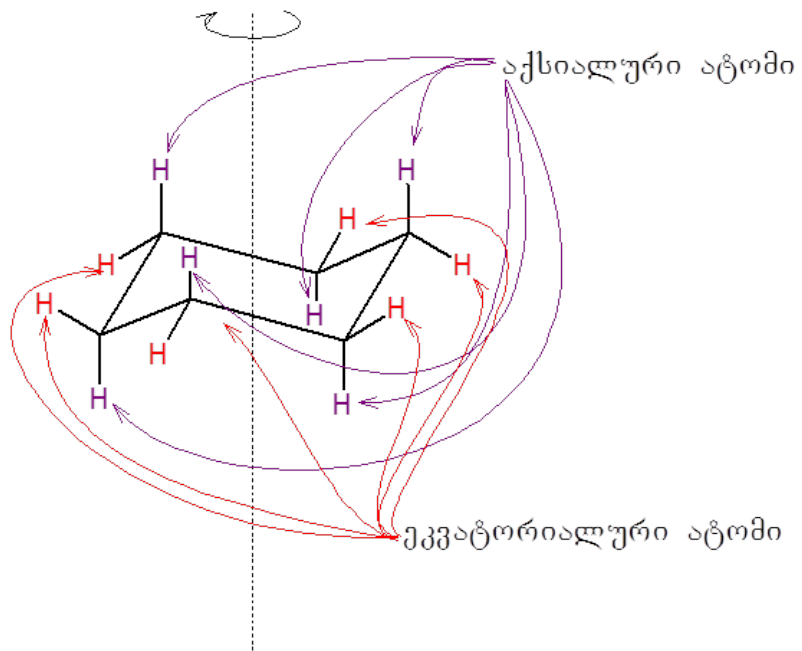


ნავის ფორმა



როგორც ჩანს, ციკლოჰექსანში მედეზარეობის მიხედვით ორი აქსიალური და ეკვატორიალური.

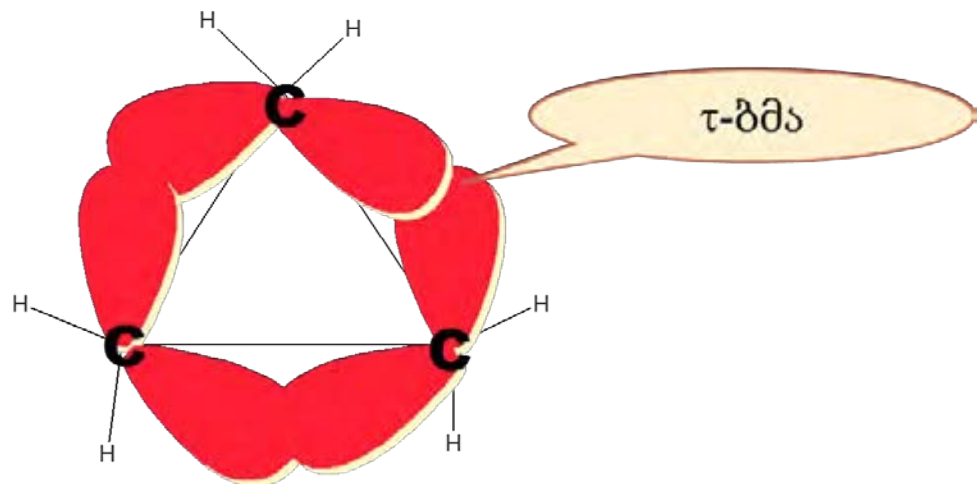
გვაქვს სიბრტყის მიმართ ტიპის წყალბად ატომები:



6.5. მცირე ზომის ციკლური ნაერთების აღნაშობა

მცირე ზომის ციკლოალკანებში “კლასიკური” σ -ბმების ნაცვლად გვხვდება ახალი ტიპის ბმა – τ -ბმა.

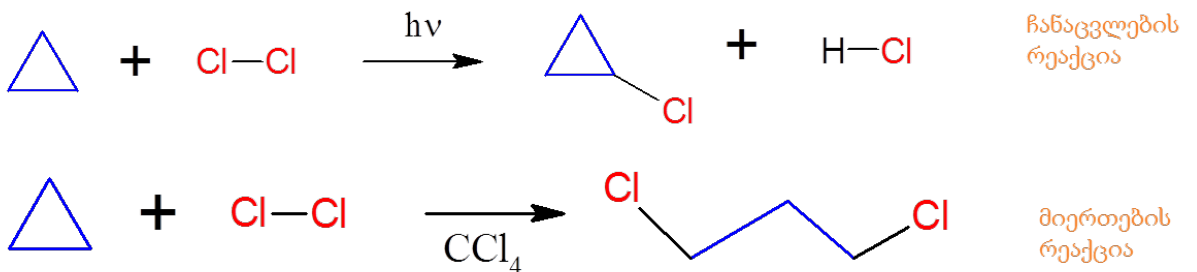
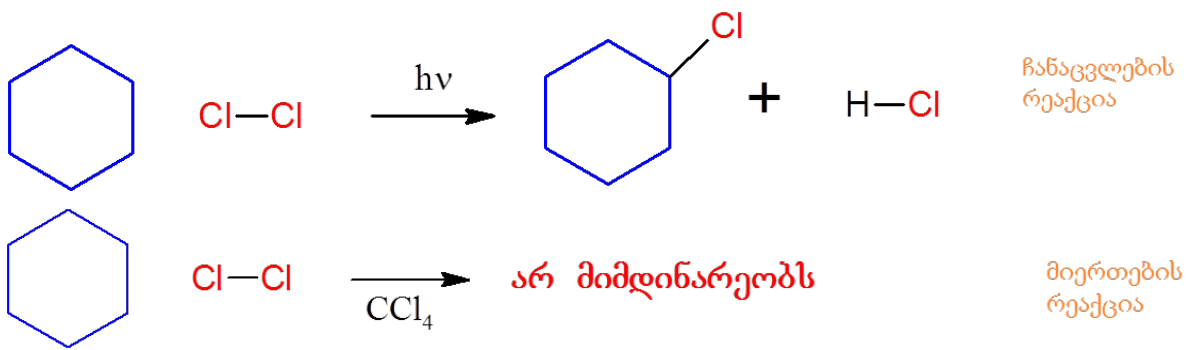
τ -ბმა იკავებს შუალედურ პოზიციას ერთმავ (σ -ბმა) და ორმავ (π -ბმა) ბმას შორის. ამიტომ აღნიშნული ნაერთებისათვის დამახასიათებელია როგორც მიერთების, ისე ჩანაცვლების რეაქციები.



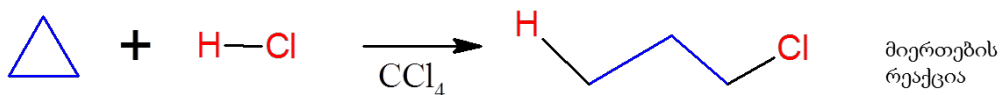
6.6. ეთიური თვისებები

ციკლოალკანებისათვის დამახასიათებელია რადიკალური ჩანაცვლების რეაქციები. მცირე ზომის ციკლური ნაერთები კი ამჟღავნებენ ელექტროფილური მიერთების რეაქციების მიმართაც სწრაფვას მათი სპეციფიური აღნაგობის გამო.

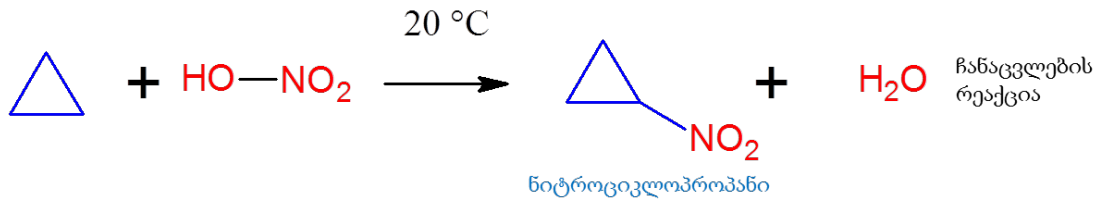
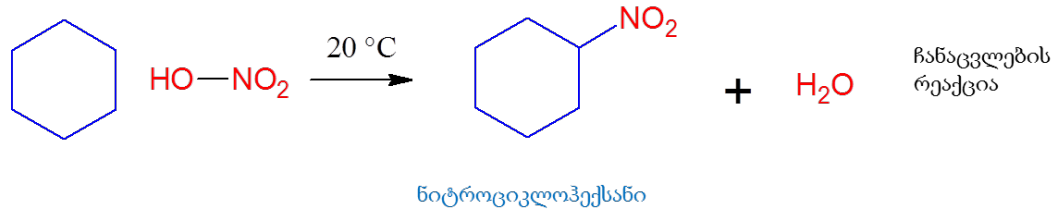
ჰალოგენირება



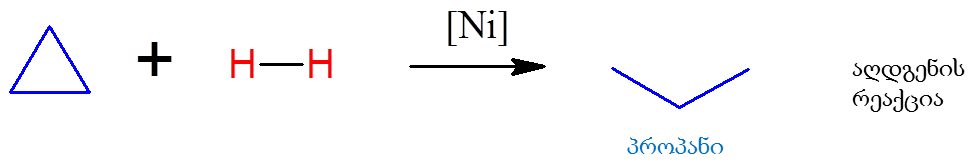
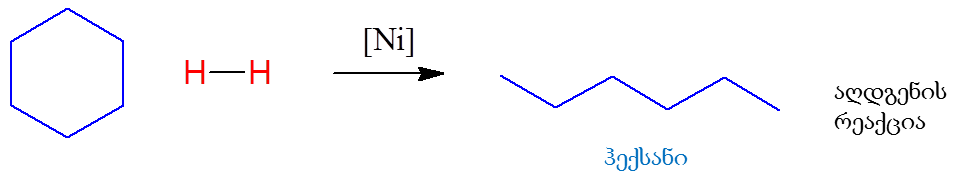
ჰიდროჰალოგენირება



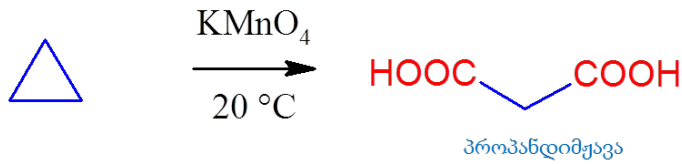
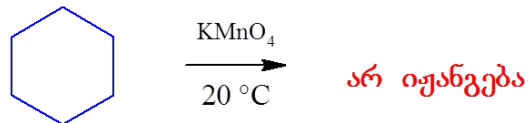
ნიტრირება



ჰიდრირება

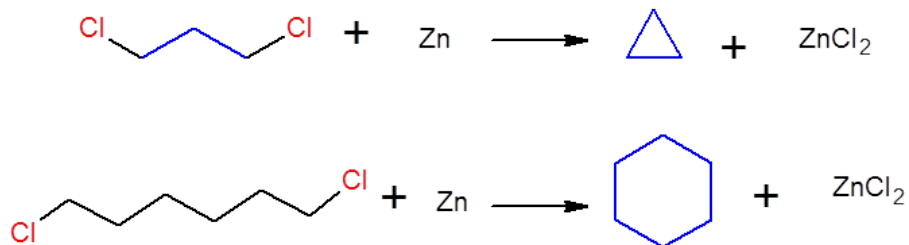


დაჟანგვა

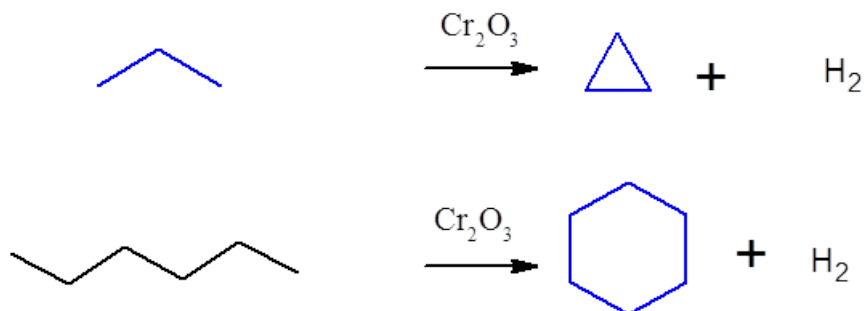


6.7. მიღების რეაქციები

ციკლოალკანები მიიღება დიჰალოგენალკანებიდან თუთიის მოქმედებით.



ასევე შესაძლებელია ალკანებიდან ციკლიზაციის რეაქციით ქრიმის ოქსიდით კატალიზის პირობებში.



დამოუკიდებელი სამუშაო

ციკლოალკანების ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n}

ციკლოალკანები წარმოადგენენ ალკენების კლასის იზომერებს

მონოციკლოალკანებში ჩონჩხის ნუმერაცია იწყება იმ ნახშირბადატომიდან, რომელზეც არის ჩანაცვლებული ჩამნაცვლებელი

ციკლოალკანებში ჩონჩხის ნუმერაცია წარმოებს ისე, რომ ჩამნაცვლებლების ნომრების ჯამი იყოს მინიმალური.

ბიციკლოალკანებში დასახელება იწყება პრეფიქსით „ბიციკლო“, შემდეგ კვადრატულ ფრჩხილებში მიეთითება ნახშირბადატომების რაოდენობა გრძელ და მოკლე ჩონჩხებში. მესამე ციფრი მიუთითებს კონდენსირებულ ნახშირბადატომებს შორის ატომების რაოდენობას.

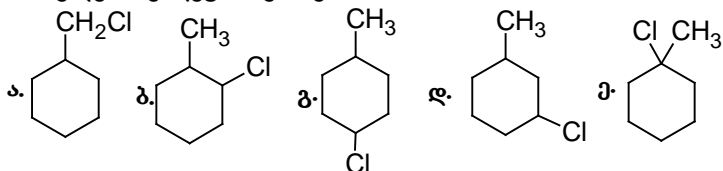
1. დაწერეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 1,1-დიქლორციკლოპენტანი
- ბ. ცის-1,2-დიმეთილციკლოპროპანი
- გ. ტრანს-1,2-დიმეთილციკლოპროპანი
- დ. ტრანს-4-იზობუტილციკლოპექსანოლი
- ე. 1,4-დიპროპილციკლოპექსანი
- ვ. ციკლოპენტილციკლოპენტანი

2. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 1-ეთილ-2-მეთილციკლოპენტანი
- ბ. ეთილციკლოპენტანი
- გ. 4-ეთილ-1,2-დიმეთოქსიციკლოპექსანი
- დ. 3,6-დიმეთილდეკანი
- ე. პროპილციკლოპენტანი
- ვ. 1-ეთილ-3-იზობუტილციკლოპექსანი
- ზ. 5-იზოპროპილნონანი
- თ. 1-მეორეულიბუტილ-4-იზოპროპილციკლოპექსანი

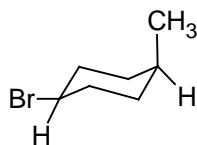
3. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:



4. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

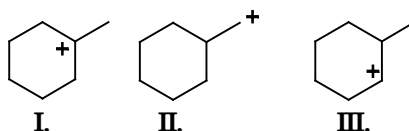
- ა. 7-ოქტენ-2-ინი
- ბ. ბიციკლო[2,2,2]ოქტანი
- გ. 3-მეთილბიციკლო[4,4,0]დეკანი
- დ. 5-ქლორ-1,3-ციკლოპექსადიენი
- ე. 1-მეთილ-1,3,5-ციკლოპექტატრიენი

5. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთისათვის დაწერეთ (გამოსახეთ) სხვა სავარძლისებრი კონფორმერი.



6. რომელი უფრო მდგრადია:
- ნავისებური (აბაზანისებური) თუ სავარძლისებური კონფორმერები.
 - მეთილციკლოპექსანის სავარძლისებრი ფორმა მეთილის ჯგუფით აქსიალურ მდგომარეობაში თუ მეთილციკლოპექსანის სავარძლისებრი ფორმა მეთილის ჯგუფით ეკვატორიალურ მდგომარეობაში.
 - ციკლოპექსანი თუ ციკლობუტანი

7. ქვემოთ მოყვანილი კარბკატიონები დაალაგეთ სტაბილურობის ზრდის მიხედვით:



მცირე ზომის (3- და 4-წევრიანი ციკლები) ციკლოალკანებს სხასიათებთ A_E და S_R რეაქციები, ხოლო საშუალო ზომის (5- და 6-წევრიანი ციკლები) ციკლოალკანებს – მხოლოდ S_R რეაქციები.

8. შეადარეთ 2-ბუტენისა და 1,3-დიმეთილციკლობუტანის სტერეოიზომერია. რა არის მიზეზი ამ ნაერთებში გეომეტრიული იზომერების არსებობისა?

9. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები:

- | | | |
|--|---|--|
| ა. CH ₃ -CH=CH ₂ | ე. | ი. H ₂ C=C=CH-CH ₃ |
| ბ. | ვ. HC≡C-CH ₂ -CH ₃ | კ. |
| გ. CH ₃ C≡CH | ზ. CH ₃ -C≡C-CH ₃ | ლ. |
| დ. H ₂ C=C=CH ₂ | თ. H ₂ C=CH-CH=CH ₂ | ა. |

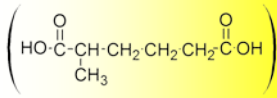
ციკლოალკანებისათვის დამახასიათებელი S_R რეაქციებია:

- ნიტრირება
- სულფირება
- ჰალოგენირება
- სულფოქლორირება
- სულფოდაჟანგვა

10. დაწერეთ ყველა შესაძლო სტრუქტურა C₄H₆ შედგენილობის ნაერთისათვის.

11. დაწერეთ ციკლობროპანის ურთიერთქმედების რეაქცია შემდეგ რეაგენტებთან

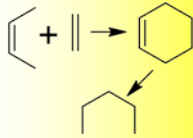
- | | |
|--|--|
| ა. Br ₂ (CCl ₄) | დ. KMnO ₄ (H ₂ O, 0°C) |
| ბ. Cl ₂ (hν) | ე. H ₂ (Ni) |
| გ. HBr | ვ. H ₂ O (H ⁺) |



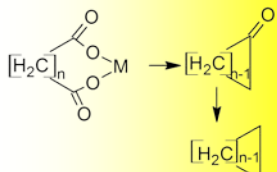
2-მეთილჰექსანდიმჟავა



ცილოალკანების მიღება შესაძლებელია დის-ალდერის რეაქციით, თუ აღუქტი იქნება ალდგენილი წყალბადის არეში:

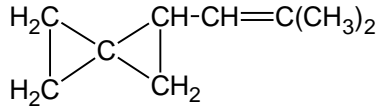


ცილოალკანების მიღება შესაძლებელია ორფუმიანი მჟავების ორგალენტიანი მეტალების მარილების დაშლით და მიღებული კარბონილური ნაერთის ალდგენით (მაგ. კლემენსენის მეთოდი):



12. რომელი ნაერთები წარმოიქმნება ა) ციკლოპენტანის, ბ) ციკლოჰექსანის მონობრომირებით, მონონიტრირებით და მონოსულფირებით.

13. რომელი ნაერთი წარმოიქმნება ა) ქვემოთ მოყვანილი ნაერთის KMnO_4 -ის წყალხსნარით დაჟანგვისას ოთახის ტემპერატურაზე.



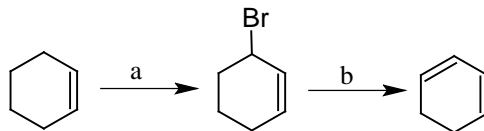
14. მოცემულია აქროლადი სითხე A შედგენილობით C_7H_{12} . განსაზღვრეთ ამ ნაერთის სტრუქტურა, თუ ცნობილია, რომ იგი ურთიერთქმედებს 1 მოლ წყალბადთან, ხოლო KMnO_4 -ით მჟავა არეში დაჟანგვით იძლევა დიკარბოქსიმჟავას C (2-მეთილჰექსანდიმჟავას). ნაერთი A-ს იზომერული ნაერთი აგრეთვე ურთიერთქმედებს 1 მოლ წყალბადთან და შემდგომი KMnO_4 -ით მჟავა არეში დაჟანგვით იძლევა ციკლოჰექსანონს.

15. დაწერეთ ციკლოჰექსანის და მეთილციკლოპენტანის მონონიტრირების რეაქცია.

16. დაამთავრეთ შემდეგი რეაქციები და დაასახელეთ მიღებული ნაერთები:

- ა. მეთილციკლოპროპანი $\xrightarrow{\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)}$?
- ბ. ციკლოპენტენი $\xrightarrow{\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)}$?
- გ. ციკლოპენტანი $\xrightarrow[300^\circ\text{C}]{\text{Br}_2}$?
- დ. 1,3-ციკლოჰექსადიენი $\xrightarrow{\text{HCl}}$?
- ე. ციკლოჰექსანი $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4}$?

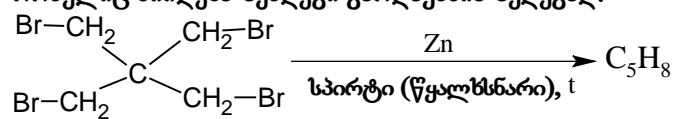
17. მოახდინეთ a და b ნაერთების იდენტიფიკაცია.



18. დიჰალოგენალკანიდან მიიღეთ:

- ა. ეთილციკლოპროპანი
- ბ. 1,2-დიმეთილციკლოპენტანი
- გ. მეთილციკლოპენტანი
- დ. ციკლოპენტანი

19. დაადგინეთ C_5H_8 შედგენილობის ნახშირწყალბადის აღნაგობა, რომელიც მიიღება შემდეგი გარდაქმნის შედეგად:



დაასახელეთ ნაერთი.

20. დაწერეთ ბენზოლის მეთილციკლოპენტანში გარდაქმნის სქემა.

21. რა გზით განხორციელდება შემდეგი გარდაქმნები:

ა. $\text{Br}_2(\text{CH}_2)_7\text{Br} \rightarrow$ ციკლოქტანონი

ბ. აცეტილენი \rightarrow 1,3,5,7-ციკლოქტატეტრაენი

გ. 1,3-ბუტადიენი \rightarrow 1,5-ციკლოქტადიენი

დ. 1,3-ბუტადიენი \rightarrow ციკლოჰექსენი

თავი 7.

✓ არომატული ნახშირწყალბადები

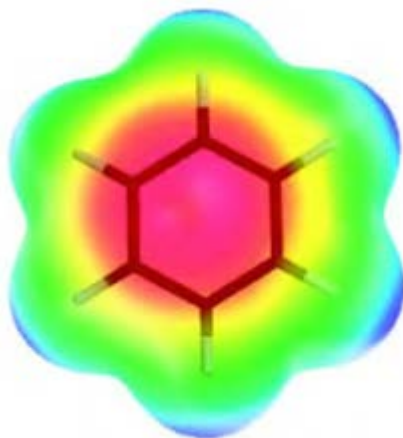
7.1. შენახალი

არენები ეწოდებათ ციკლურ უჯერ ნახშირწყალბადებს, რომლებსაც აქვთ ბრტყელი აღნაგობა, შეუღლებული ორმაგი ბმების სისტემა, მოიცავენ $4n+2$ p-ელექტრონს და ახასიათებთ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები.

არენების ისტორიული დასახელებაა **არომატული ნახშირწყალბადები**.

არენების ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n-6} .

ჰომოლოგიური რიგის უმარტივესი წარმომადგენელია C_6H_6 , რომელიც დღეისათვის **ბენზოლის** სახელითაა ცნობილი.



7.2. არომატული ნაერთების ისტორიიდან



მიქაელ ფარადეი - (1791-1867)

ინგლისელი მეცნიერი, დაიბადა მჭედლის ოჯახში. 14 წლის ასაკიდან დაიწყო მუშაობა წიგნის სამკინძავო საამქროში და ხელი მიჰყო თვითგანათლებას. 1812 წ. სერ ჰ. დევისის ასისტენტი და დაიწყო ქიმიის მეცნიერების შესწავლა და მოუკიდებლად. 1825 წელს დაინიშნა სამეფო ინსტიტუტის ლაბორატორიის დირექტორი, ხოლო 1833 წ. მიიღო პროფესორის წოდება. მისი პრობემების უდიდესი ნაწილი ეძღვნება ელექტროობასა და მაგნეტიზმს.

ბენზოლი აღმოჩენილი იქნა მ. ფარადეის მიერ 1825 წელს.

ბენზოლი მიღებული იქნა ლონდონის განათების სისტემაში გამოყენებული სანჯავის ნარჩენის მაღალ წნევაზე გაცხელების შედეგად.

მოგვიანებით, ბენზოლი მიღებული იქნა ბენზომჟავიდან.

1834 წელს ეილჰარდტ მიტმერლიხის მიერ დადგენილი იქნა ბენზოლის მოლეკულის შედგენილობა - C_6H_6 და უწოდა "ბენზოლი"

1865 წელს კეკულეს მიერ დადგენილი იქნა ბენზოლის აღნაგობა.

ინგლისურ ენაზე დღეისათვის მისი დასახელებაა benzene, ვინაიდან ნ-წევრიანი ციკლური ნაერთების დაბოლოვება არის „en“.

არენებს მათთვის დამახასიათებელი სპეციფიკური სუნის გამო ეწოდათ „**არომატული ნაერთები**“.

ეს დასახელება დღესაც აქტიურად გამოიყენება, მაგრამ ტერმინი „**არომატულობა**“ ასოცირდება ნაერთების სპეციფიკურ აღნაგობასთან, და არა სუნთან.

7.3. არენების ბაზრცელება

არომატული ნაერთები დიდი რაოდენობით გავრცელებული არიან ნავთობში, ქვანახშირის ფისში, ტორფში, მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებში.



ნავთობი



მცენარეებში



ტორფი

7.4. არენების ნომენკლატურა



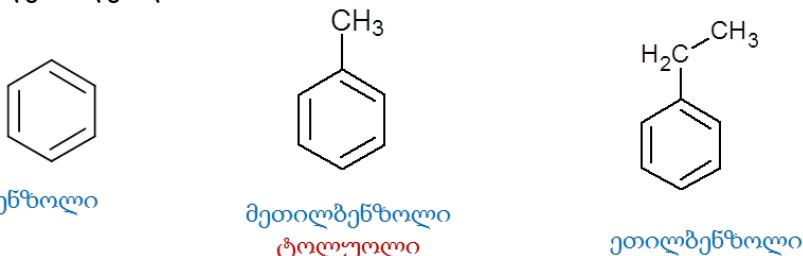
ვილჰელმ მიტშერლიხი - (1794-1863)

გერმანელი მეცნიერი, ჰელიოდერბერგისა და სორბონის უნივერსიტეტებში სწავლობდა აღმოსავლურ ენებს და საფუძვლიანად შეისწავლა ფარსის ენა. იმედოვნებდა, რომ მიიქცევა ნაპოლეონის ყურადღებას და მიიღებდა ელჩის ტიტულს პერსიაში (დღევანდელი ავღანეთი). მაგრამ ნაპოლეონის ხელისუფლების დამხობის შემდეგ დაბრუნდა გერმანიაში და დაიწყო საბუნებისმეტყველო დისციპლინების შესწავლა და გახდა ბერლინის უნივერსიტეტის პროფესორი ქიმიაში.

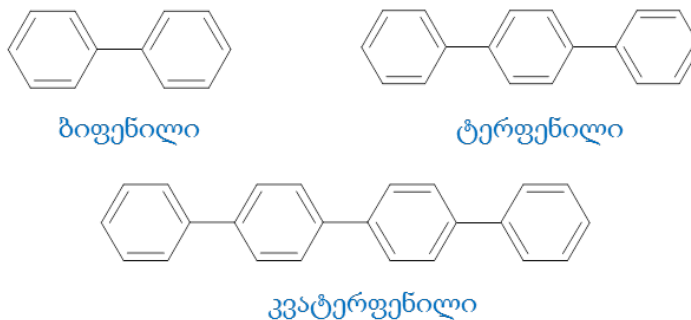
არენები შეიძლება დაიყოს სამ ქვეკლასად:



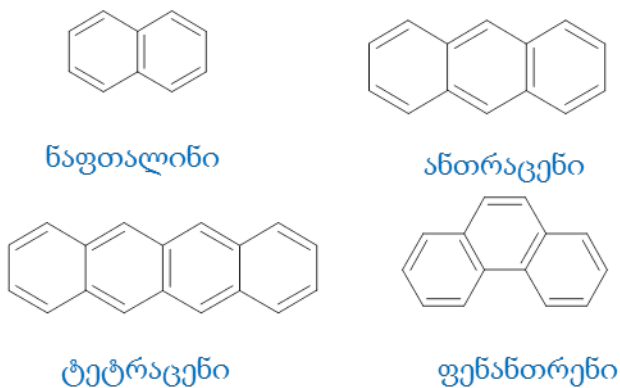
მონობირთვული არენების ნომენკლარურა მსგავსია ცილკოალკალების.



პოლიბირთვული არენების დასახელებაა:



ხოლო ცნობილი კონდენსირებულ ბირთვიანი არენების დასახელებაა:



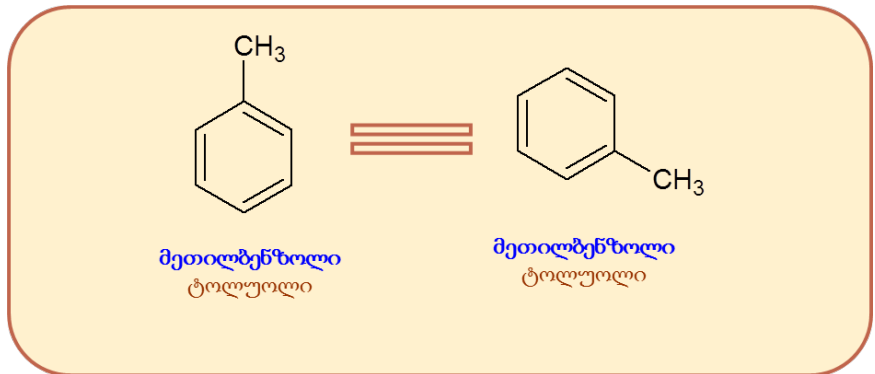
ბენზოლი, ბიფენილი, ტერფენილი, კვატერფენილი, ნაფთალინი, ანთრაცენი, ტეტრაცენი, ფენანთრენი ტრივიალური წარმოშობის

დასახელებებია, თუმცა მათი აღიარება მოხდა IUPAC-ის მიერ და დღეისათვის არომატული ნაერთები სახელდებიან მათ ბაზაზე.

უფრო რთული არომატული სისტემების IUPAC-ის დასახელებების სრული სია შეგიძლიათ მოიძიოთ IUPAC-ის ოფიციალურ ვებ-გვერზე <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/>.

ჩანაცვლებული მონოციკლური არენების დასახელება აიგება ბენზოლის საფუძველზე.

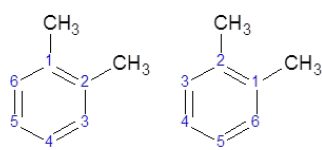
მონოჩანაცვლებულ ბენზოლებში ნუმერაციის შემოღება საჭირო არ არის.



დიჩანაცვლებული მონოციკლური არენების დასახელებისას აუცილებელია ნუმერაციის გამოყენება.

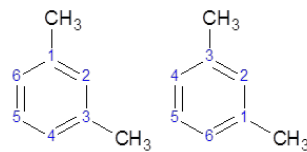
პირველად ინომრება ბენზოლის ბირთვის ის ნახშირბადატომი, როლელთანაც არის უშუალოდ დაკავშირებული ჩანაცვლებელი.

ბენზოლის ბირთვის დანარჩენი ნახშირბადატომები უნდა დაინომროს ისე, რომ ჩანაცვლებლებთან განთავსდეს მინიმალური ციფრები.



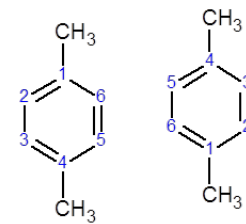
1,2- დიმეთილბენზოლი

არასწორია
1,6- დიმეთილბენზოლი



1,3- დიმეთილბენზოლი

არასწორია
1,5- დიმეთილბენზოლი

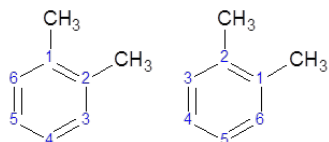


1,4- დიმეთილბენზოლი

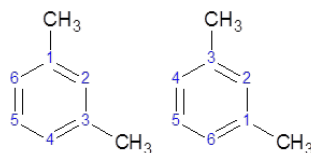
დიჰანაცვლებული ბენზოლების დასახელებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ალტერატიული ნუმერაცია.

კერძოდ, შეიძლება შემდეგი ჩანაცვლებები ალინიშნოს პრეფიქსებით:

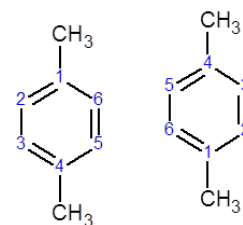
1,2-ჩანაცვლება – „*ორთო*“, 1,3-ჩანაცვლება - „*მეტა*“, 1,4-ჩანაცვლება – „*პარა*“.



1,2- დიმეთილბენზოლი
ორთო-ქსილოლი
ო-ქსილოლი



1,3- დიმეთილბენზოლი
მეტა-ქსილოლი
მ-ქსილოლი

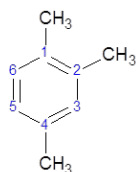


1,4- დიმეთილბენზოლი
პარა-ქსილოლი
პ-ქსილოლი

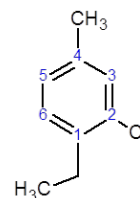
თუ არომატული სისტემა მოიცავს ორზე მეტ ჩამნაცვლებელს, მაშინ „*ორთო*“, „*მეტა*“ და „*პარა*“ პრეფიქსების გამოყენება დაუშვებელია. ასეთ შემთხვევაში ნუმერაცია წარმოებს მხოლოდ ციფრების საშუალებით.

ნუმერაცია წარმოებს ზემოთ მოყვნილი წესის თანახმად.

ამასთანავე, ჩამნაცვლებლები უნდა ჩამოითვალოს ქართული ანბანის მიხედვით.

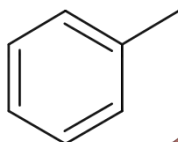


1,2,4- ტრიმეთილბენზოლი
არასწორია
1,2,5- ტრიმეთილბენზოლი,
1,3,4- ტრიმეთილბენზოლი



1-ეთილ-4-მეთილ-2-კლორბენზოლი
არასწორია
1-ეთილ-2-კლორ-4-მეთილბენზოლი

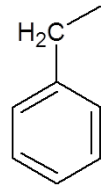
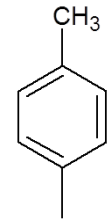
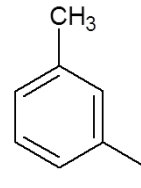
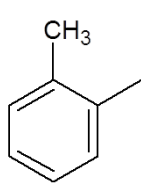
არომატული ნაერთების რადიკალები შემდეგი პრინციპის მიხედვით სახელდებიან:



ფენილი

ფენილის რადიკალის აღნიშვნისათვის ზოგჯერ გამოიყენება შემდეგი აბრევიატურები: C₆H₅·, Ph·, Ⓢ

ტოლუოლის რადიკალები



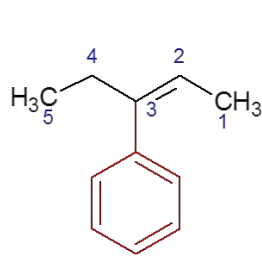
მ-ტოლილი

პ-ტოლილი

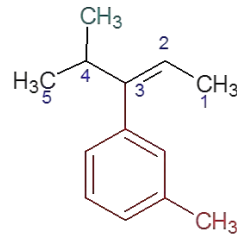
ბენზილი

აქედან გამომდინარე, არენების შეიძლება დასახელდეს შემდეგნაირად:

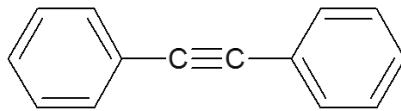
მაგალითები:



3-ფენილ-2-პენტენი



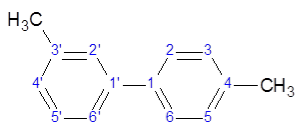
3-მ-ტოლილ-4-მეთილ-2-პენტენი



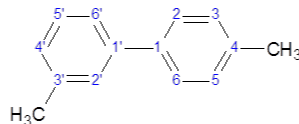
დიფენილაცეტილენი

პოლიბირთვული არომატული ნაერთების დასახელება შედარებით სპეციფიკურია.

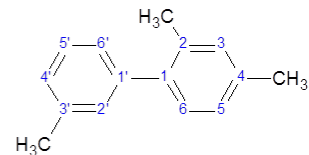
მაგალითად, ბიფენილის მოლეკულაში ინომრება ორივე ბირთვი, თუმცა ნუმერაციის დასაწყისი თქსირებულია (არ არის დამოკიდებული ჩამნაცვლებლების მდებარეობაზე):



4,3'- დიმეთილბიფენილი



4,3'- დიმეთილბიფენილი

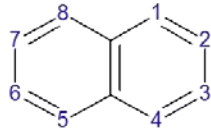


2,4,3'- ტრიმეთილბიფენილი

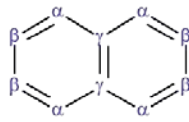
კონდენსირებულბირთვიანი არომატული ნაერთების ნუმერაცია ასევე სპეციფიკურია. თითოეული სისტემა მოითხოვს თავისებურ მიდგომას და წინასწარ არის განსაზღვრული IUPAC-ის მიერ.

ნათვალისში განასხვავებენ სამი ტიპის ნახშირბადატომებს, რომელთაც აღნიშნავენ ბერძნული ასოების საშუალებით.

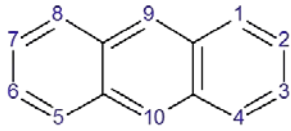
როული არომატული სისტემების IUPAC-ის ნუმერაციის სქემები შეგიძლიათ მოიძიოთ IUPAC-ის ოფიციალურ ვებ-გვერზე <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/>.



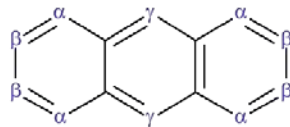
ან



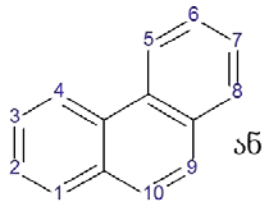
ნათვალისში ატომების ნუმერაცია წარმოებს ციფრების ან ბერძნული ანბანის საშუალებით.



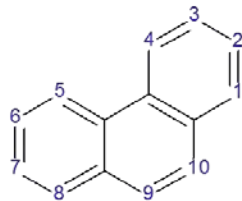
ან



ანთრაცენში ატომების ნუმერაცია წარმოებს ციფრების ან ბერძნული ანბანის საშუალებით



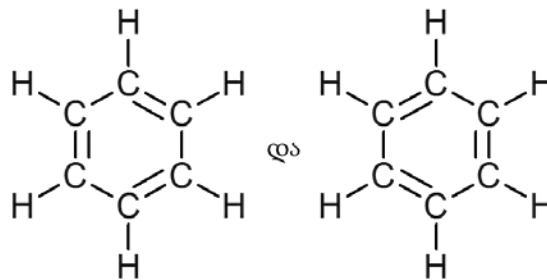
ან



ფენანთრენისთვის შესაძლებელია მხოლოდ ორი ალტერნატიული ნუმერაციის დასაწყისი

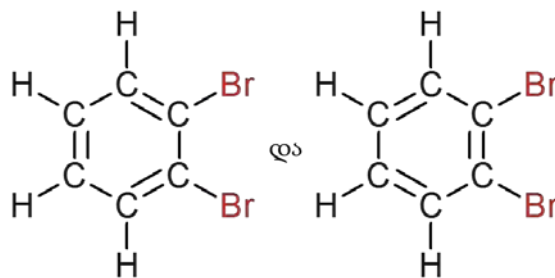
7.5. ბენზოლის აღნაგობა

ბენზოლისათვის შესაძლებელია კეკულეს ფორმულის ორი ალტერნატიული ფორმით ჩანერა:



ბენზოლის კეკულეს ფორმულები

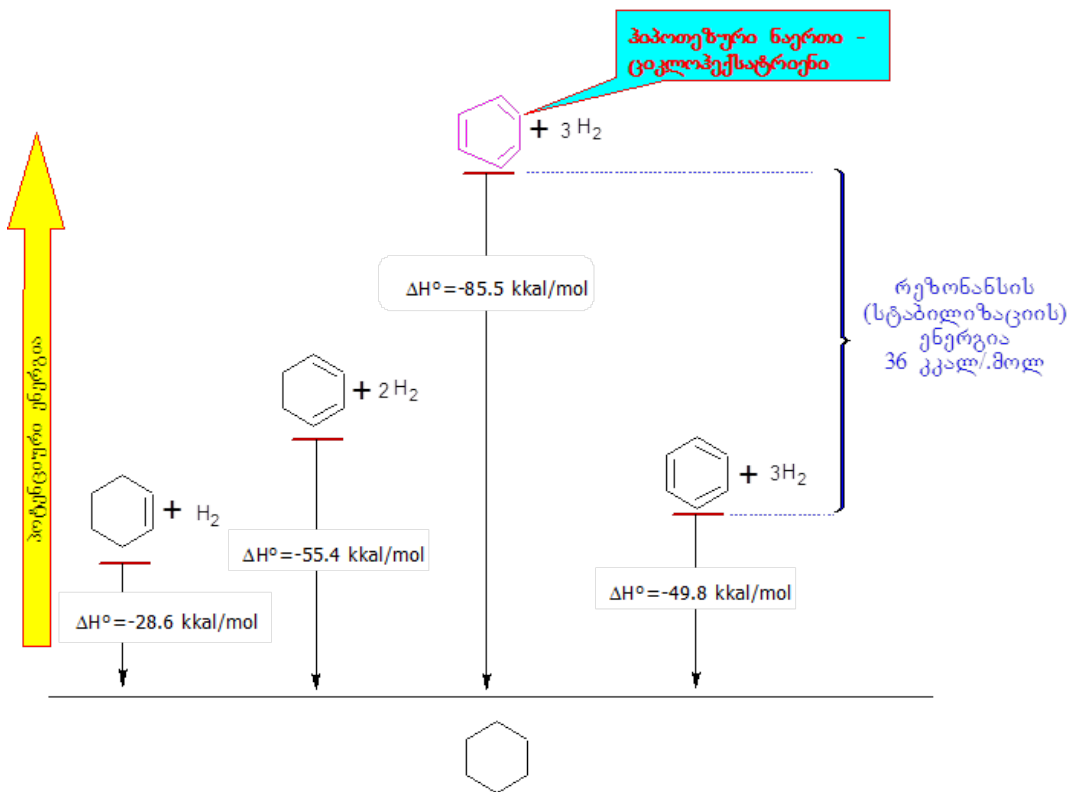
თუ ბენზოლისათვის არსებობს ორი სტრუქტურული ფორმულა, მაშინ ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურები იზომერები უნდა იყვნენ.



ისმის კითხვა, მოცემული სტრუქტურები იზომერებია ერთმანეთისათვის?

ექსპერიმენტალური და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდები მიუთითებენ, რომ მოყვანილი სტრუქტურები იდენტურები არიან და არ წარმოადგენენ იზომერებს.

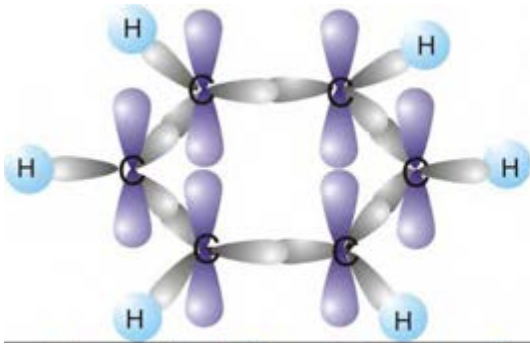
კიდევ ერთი ექსპერიმენტალური მაგალითი ბენზოლის აღნაგობის თავისებურებაზე. განვიხილოთ ჰიდრირების რეაქცია:



მოყვანილი დიაგრამიდან ჩანს, რომ ბენზოლის ჰიდრირებას მოსალოდნელზე ნაკლები ენერგია სჭირდება, რაც მის სტაბილურობაზე მიუთითებს.

მაგრამ როგორ მიიღწევა ეს სტაბილურობა?

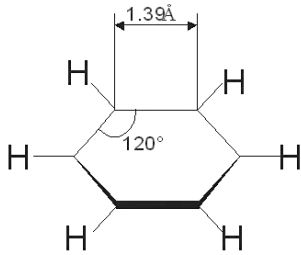
ბენზოლში ნახშირბადატომი იმყოფება sp^2 ჰიბრიდულ მდგომარეობაში, და ადგილი აქვს საერთო ელექტრონული შეუღლებული სისტემის წარმოქმნას.



ნახ. σ -ბმები ბენზოლის მოლეკულაში



ნახ. π -ბმების ღრუბელი (p-სექსტეტი) ბენზოლის მოლეკულაში

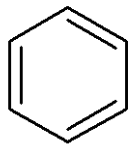


ნახ. ბენზოლის მოლეკულის გეომეტრია

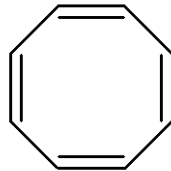
7.5-A. ანულენები

ანულენები ეწოდებათ ისეთ მონოციკლურ უჯერ ნაერთებს, რომლებიც მოიცავენ მაქსიმალური რაოდენობის ორმაგი ბმების შეუღლებულ სისტემას.

ბენზოლი, ციკლოექტატეტრაენი ანულენებია.

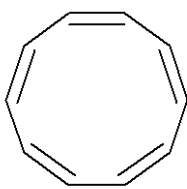


[6] ანულენი
ბენზოლი

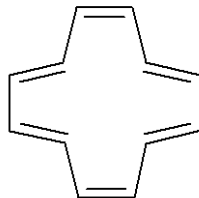


[8] ანულენი
1,3,5,7-ციკლოქტატეტაენი

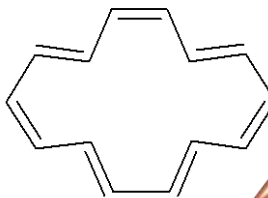
დასახელებები [6]ანულენი და [8]ანულენი, როგორც წესი, არ გამოიყენება



[10] ანულენი



[12] ანულენი

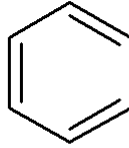


[14] ანულენი

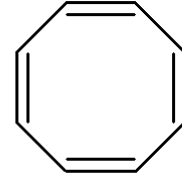
მაღალი რიგის ანულენები პირველად 1960-იან წლებში იქნა მიღებული ფრანც სონდჰეიმერის მიერ

7.5-B. ჰიუკელის წესი და არომატულობა

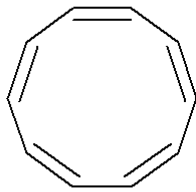
ჰიუკელის წესის თანახმად, არომატულია ის ნაერთი, რომელიც მოიცავს $4n+2$ p-ელექტრონს:



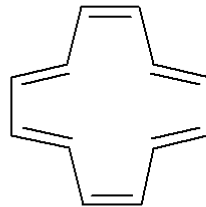
[6] ანულები
ბენზოლი
არომატული



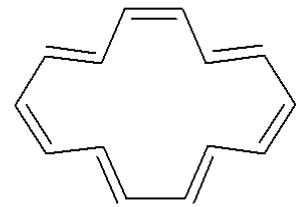
[8] ანულები
1,3,5,7-ციკლოოქტატეტრაენი
არაარომატული



[10] ანულები
ანტიარომატული



[12] ანულები
არაარომატული

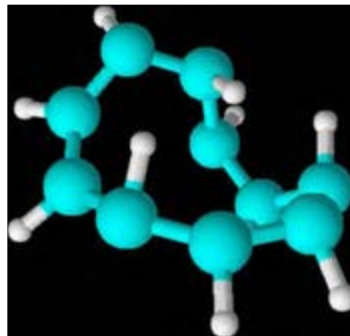
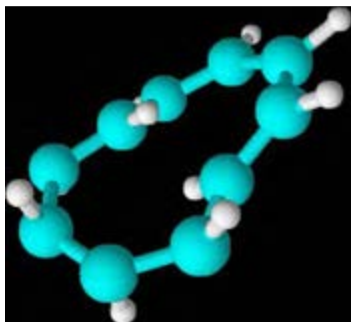
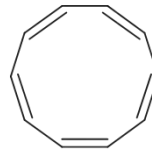
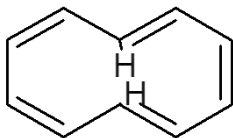


[14] ანულები
არომატული

7.5-C. რატომ არ არის არომატული [10]ანულები?

[10]ანულები მოიცავს 10 p-ელექტრონს, რომელიც ჰიუკელის წესიდან გამომდინარე ($4n+2$, $n=2$) უნდა იყოს არომატული. მაგრამ იგი არ არის არომატული. რატომ?

არომატულობის ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნაა მოლეკულის ბრტყელი აღნაგობა. [10]ანულები არ არის ბრტყელი მოლეკულა!



[10]ანულები არ არის ბრტყელი მოლეკულა

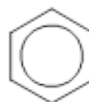
ასეთ ნაერთებს ანტიარომატული ეწოდებათ

აქედან გამომდინარე:

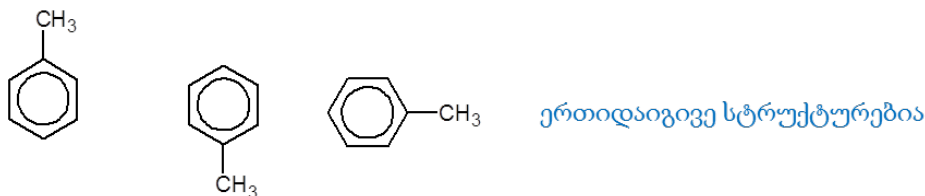
- მოყვანილი სტრუქტურები ერთიდაიგივეა:



- ბენზოლის მოლეკულის შედარებით კორექტული (დღეისათვის IUPAC-ის მიერ მიღებული) გამოსახვის ფორმაა:



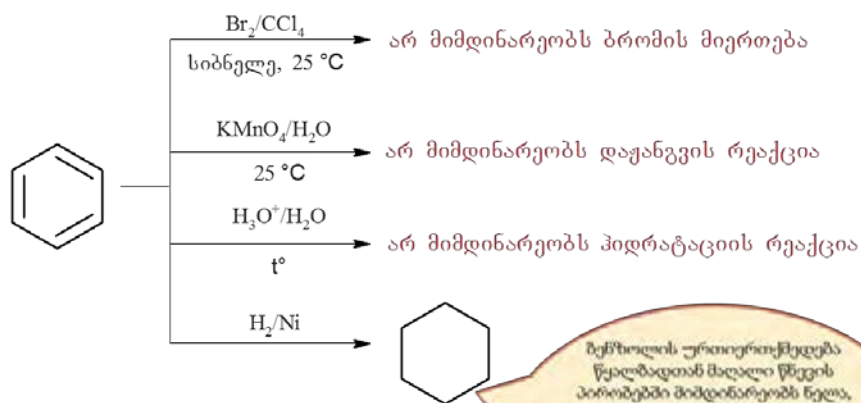
- მონოჩანაცვლებულ ბენზოლს იზომერები არ აქვს:



- მონოჩანაცვლებული ბენზოლის ბირთვი არ ინომრება.

7.6. ბენზოლის ქიმიური თვისებები

არენები ამჟამინდელ მეთად სპეციფიურ ქიმიურ თვისებებს, მიუხედავად მათი უჯერი აღნაგობისა.



ბენზოლის ურთიერთქმედება წყალბადთან მაღალი წნევის პირობებში მიმდინარეობს წელს, რომლის დროსაც მიიღება ციკლოჰექსანი.
მიატყეითყურადღებ!
 ბენზოლი ერთდროულად იერთებს 3 მოლეკულა წყალბადს!

მათვის დამახასიათებელია ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები.

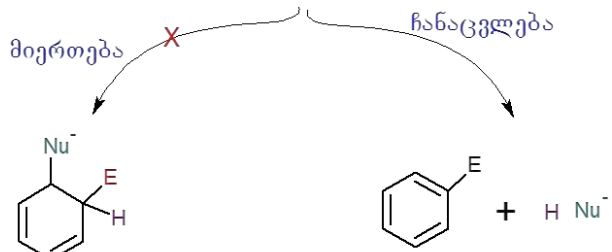
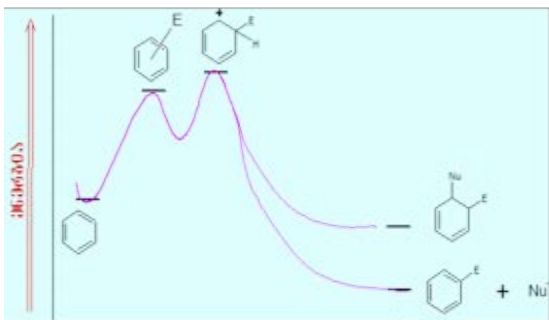
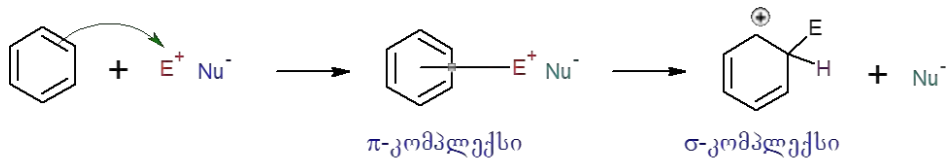
არომატული სტრუქტურის სტაბილურობიდან გამომდინარე, ისინი რეაქციაში შედიან ძლიერ ელექტროფილებთან.

არომატული ნაერთებისათვის დამახასიათებელი ელექტროფილური რეაქციებია:

- ნიტრირება
- სულფირება
- ჰალოგენირება
- ალკილირება
- აცილირება და ა.შ

7.6-A. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის მექანიზმი

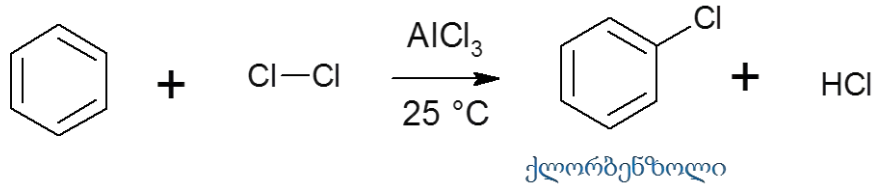
ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქცია არომატულ ბირთვში მიმდინარეობს π და σ -კომპლექსების წარმოქმნით (იხილეთ დიაგრამა)



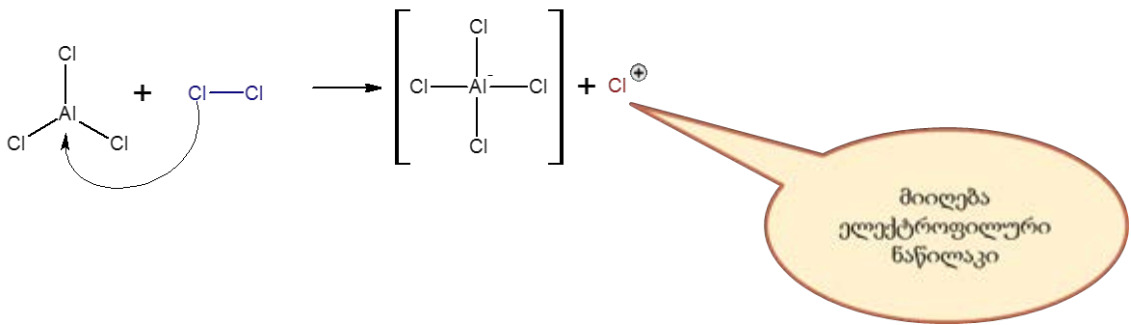
რეაქცია მიმდინარეობს ჩანაცვლების მიმართულებით, ვინაიდან ამ დროს მიიღება შედარებით უფრო სტაბილური არომატული ნაერთი

7.6-B. ჰალოგენირება

ჰალოგენირება მიმდინარეობს ლუსის მუჟავების თანაობისას:

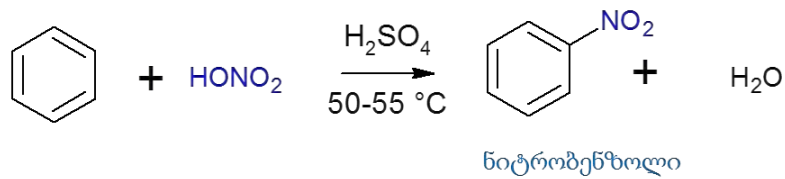


მექანიზმი:

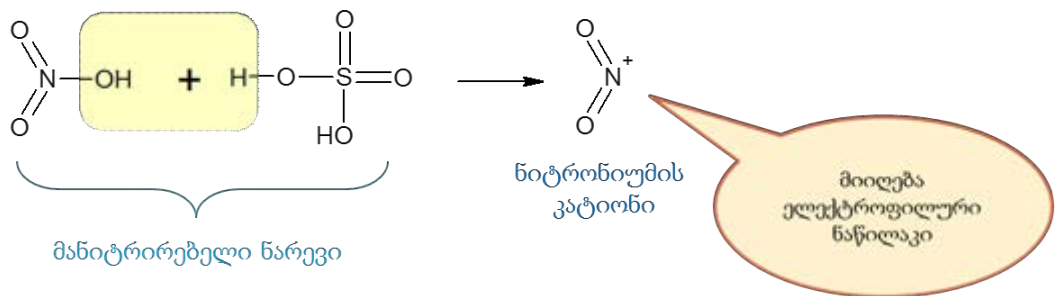


7.6-C. ნიტრირება

ნიტრირების რეაქციის მიმდინარეობს მანიტრირებელი ნარევის (აზოტმჟავა-გოგირდმჟავა) გამოყენებით.



მექანიზმი:



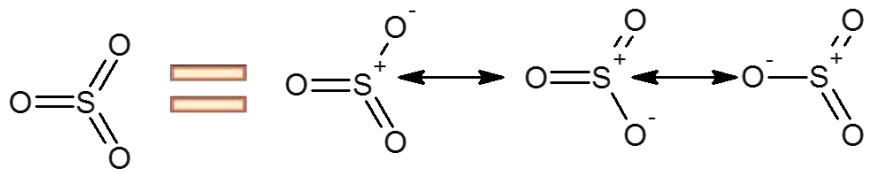
7.6-D. სულფირება

სულფირების რეაქცია არენებში მიმდინარეობს კონცენტრირებული გოგირდმჟავის მოქმედებით. კატალიზატორი საჭირო არ არის, რადგან ადგილი აქვს ავტოკატალიზს.



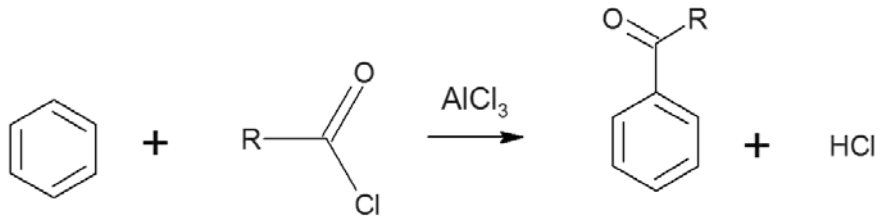
ბენზოლსულფომჟავა

მექანიზმი:

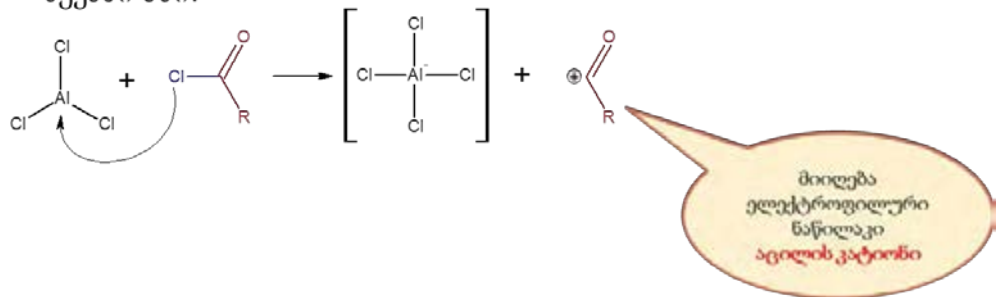


7.6-E. ახილირება

აცლირების (ფრიდელ-კრაფტის) რეაქცია მიმდინარეობს ლუისის მჟავების თანაობისას მჟავათა ჰალოგენანჰიდრიდების თანაობისას.

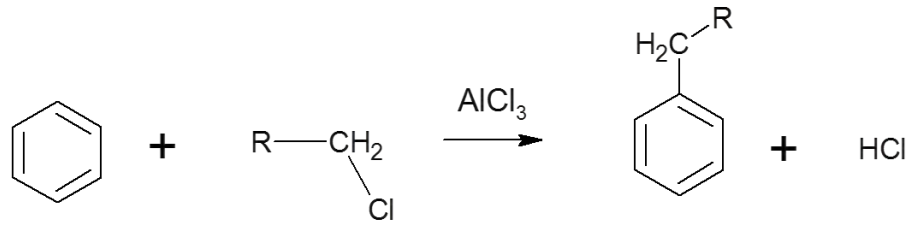


მექანიზმი:

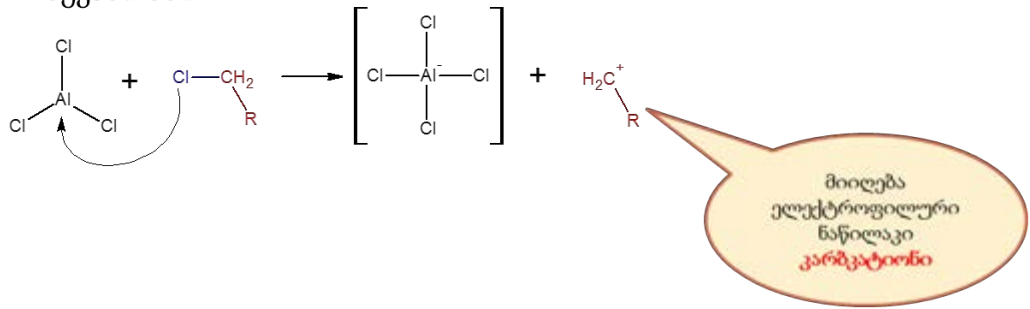


7.6-F. ალკილირება

ალკილირების რეაქცია მიმდინარეობს აცილირების მსგავსად. მაალკილირებელ აგენტებად გამოიყენება ალკილჰალოგენიდები.



მექანიზმი:



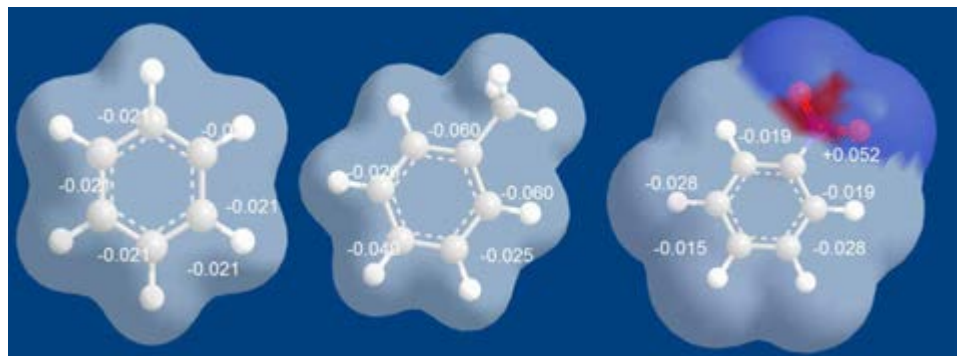
7.7. არომატულ ბირთვში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესი

ბენზოლის ბირთვში თუ ჩამნაცვლებელია ჩანაცვლებული, მაშინ მისი სიმეტრიული აღნაგობა ირღვევა და შესაბამისად ივლება მისი რეაქციუნარიანობა. ამ მოვლენას ატომების ურთიერთგავლენა უწოდებენ.

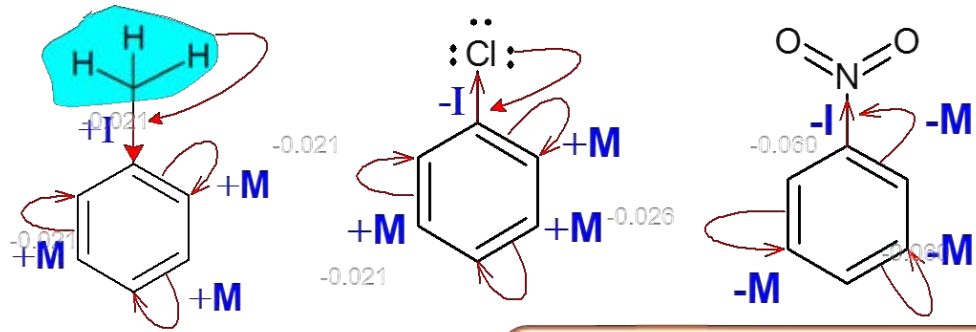
რა არის ატომების ურთიერთგავლენა?

ატომების ურთიერთგავლენა ნათლად ჩანს ქვემოთ მოყვანილ დიაგრამაზე, რომელზეც მოცემულია ელექტრონული სიმკვრივის გადანაწილება ელექტრონოდონორულ და ელექტრონოაქცეპტორული ჩამნაცვლებლების გავლენით.

ბენზოლის, ტოლუოლისა და ნიტროტოლუოლის მოლეკულური მოდელები და მუხტების განაწილება. მოდელები აგეულია პროგრამის Chem3D-ს საშუალებით



როგორ გამოისახება ატომების ურთიერთგავლენა სქემატურად?



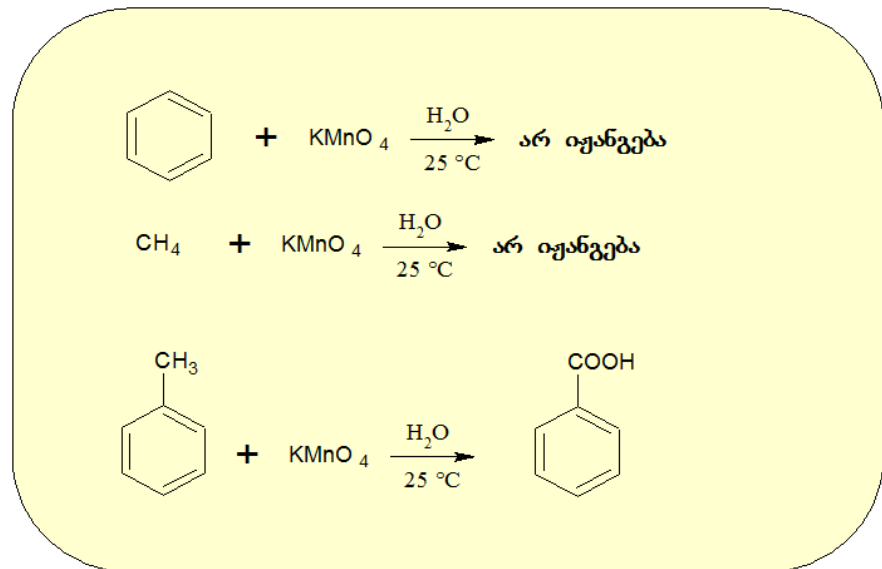
I – ინდუქციური ეფექტი
M - მეზომერული ეფექტი

ეფექტები შეიძლება იყოს დადებითი (+) ან უარყოფითი (-)

+I და +M ეფექტები ბენზოლის ბირთვში ზრდიან ელექტრონების ლოკალიზაციას.

-I და -M ეფექტები ბენზოლის ბირთვში ამცირებენ ელექტრონების ლოკალიზაციას.

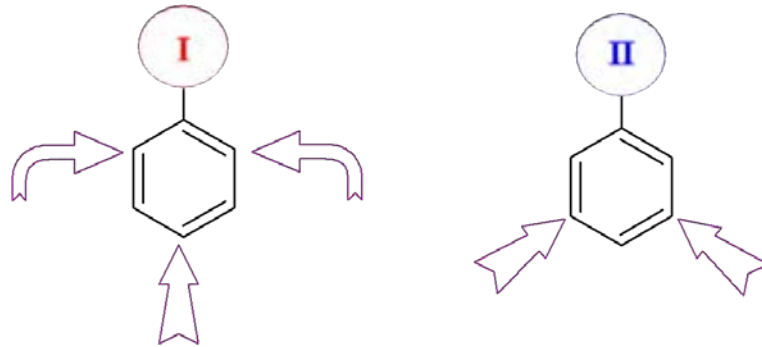
როგორ მტკიცდება ატომების ურთიერთგავლენა ქიმიური რეაქციებით? განვიხილოთ დაჟანგვის რეაქცია. მეთანი და ბენზოლი არ იჟანგება მარტივ პირობებში, მაშინ როდესაც, ტოლუოლი უკვე ექვემდებარება დაჟანგვას.



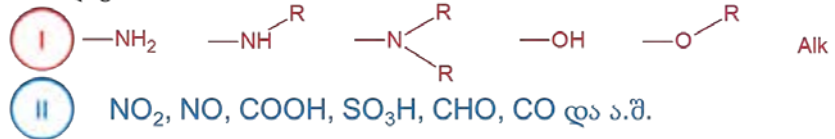
ატომების ურთიერთგავლენა მოქმედებს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის მიმართულებაზეც.

- ელექტრონოაქცეპტორული ჩანაცვლებების არსებობა ამცირებს ბენზოლურ ბირთვში ელექტრონების ლოკალიზაციას, რაც ართულებს რეაქციის წარმართვას.
- მეტა მაორიენტირებელი ჯგუფებია:
NO₂, NO, COOH, SO₃H, CHO, CO და ა.შ.

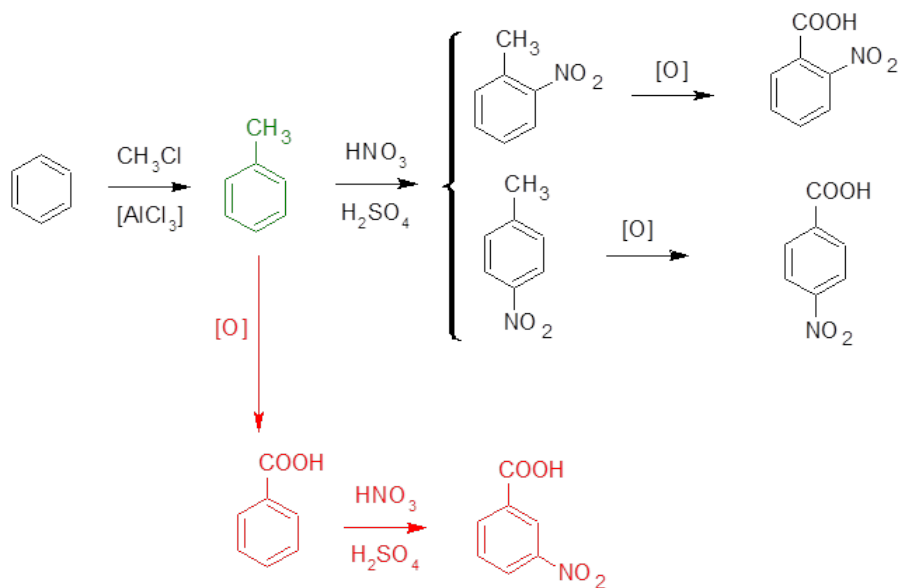
ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის მიმართულებები შეიძლება შემდეგი დიაგრამის საშუალებით გამოვსახოთ:



სადაც:



როგორ მივიღოთ ბენზოლიდან მ-ნიტრობენზომჟავა? აღნიშნული ამოცანის გადასაჭრელად უნდა გავითვალისწინოთ ორიენტაციის წესი.



7.7-A. ნაფთალინის ქიმიური თვისებები

ნაფთალინი არომატული ნაერთია, ამიტომ ახასიათებს S_E რეაქციები.

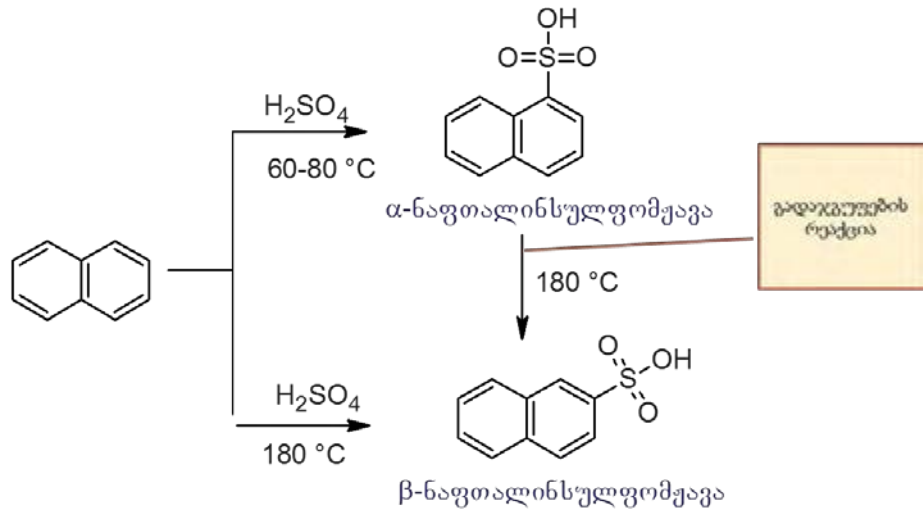
ნაფთალინის რიგის ნაერთები ნაკლებ არომატულობით ხასიათდებიან, ამიტომ ელექტროფიური ჩანაცვლების რეაქციები შედარებით მარტივ პირობებში მიმდინარეობს.

ნაფთალინის რიგის ნაერთები შედარებით ადვილად იჟანგებიან, ვიდრე ბენზოლის რიგის ნაერთები.

ჩანაცვლების რეაქციების უმეტესობა მიმდინარეობს ალფა-მდებარეობაში.

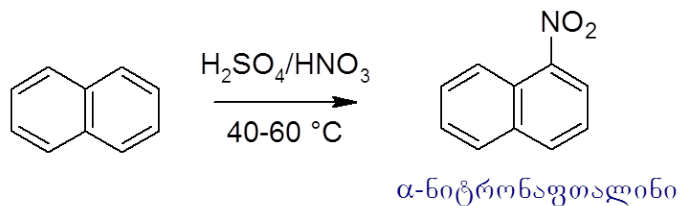
სულფირება

სულფირება ნაფთალინში უფრო რბილ პირობებში მიმდინარეობს.

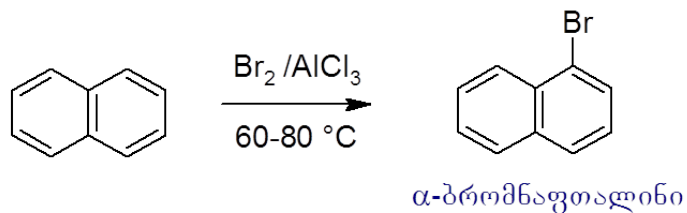


ნიტრირება

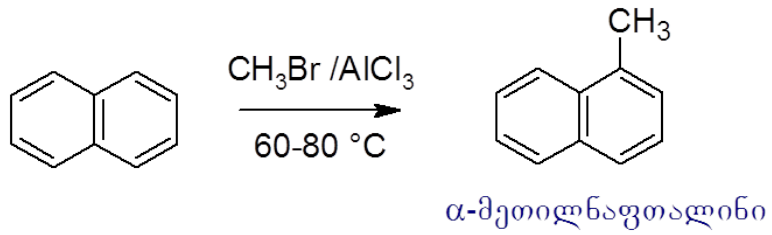
ნიტრირებით მხოლოდ ალფა წარმოებული მიიღება.



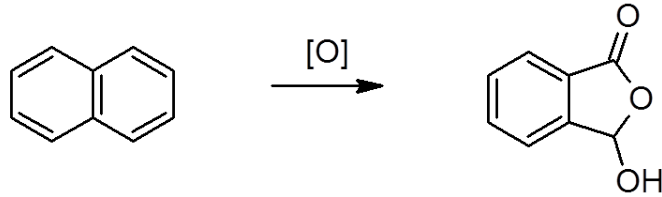
ჰალოგენირება



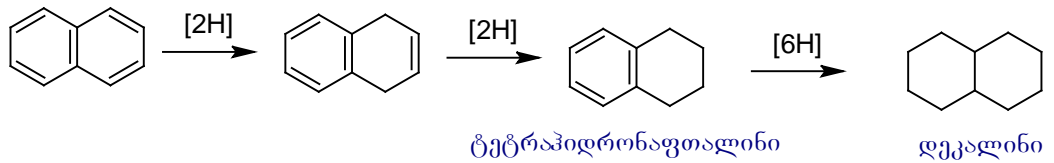
ალკილირება



დაჟანგვა



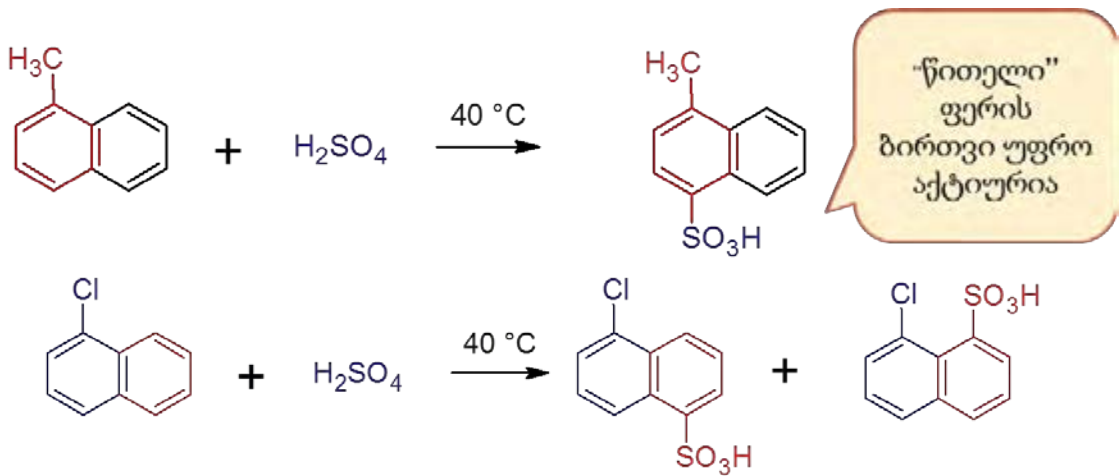
აღდგენა



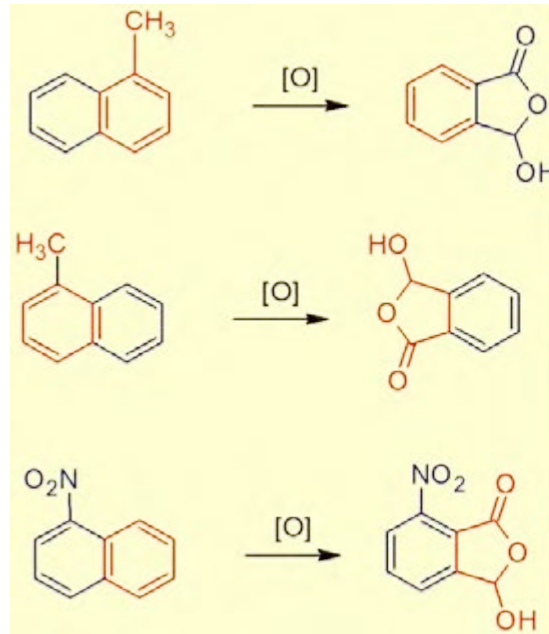
7.7-B. ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის ორიენტაცია ნაფთალინის რიგის ნაერთებში

ნაფთალინში ელექტროფილური ჩანაცვლება მიდის იმ ბირთვში, რომელიც შეიცავს ელექტროდონორულ ჩანაცვლებებს.

ელექტროფილური რეაგენტი უპირატესად ირჩევს α-მდებარეობას.



დაუნგვის რეაქციის ორიენტაცია ნაფთალინის რიგის ნაერთებში.



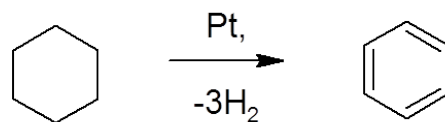
“წითელი”
ფურის
ბირთვი უფრო
აქტიურია

7.8. მიღება

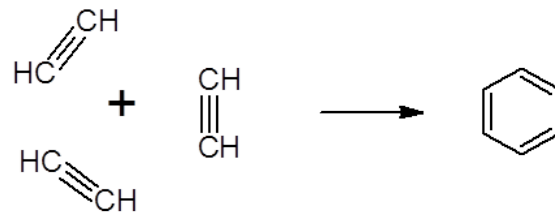
არომატული ნაერთების მიღების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ნავთობი და ქვანახშირის ფისი.

სინთეზური მეთოდებიდან შეიძლება მოვიყვანოთ:

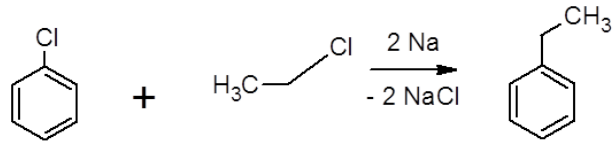
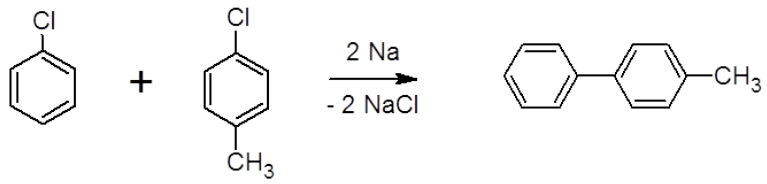
ციკლოალკანების დეჰიდრირება



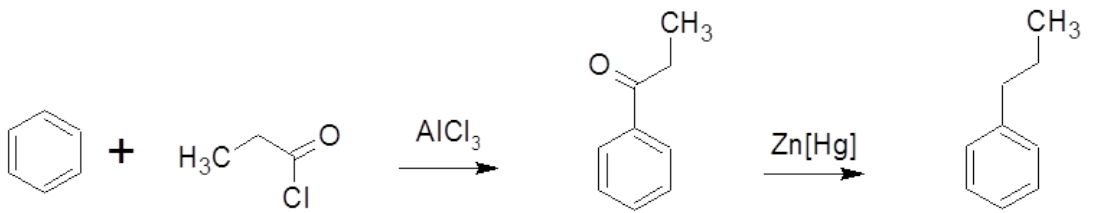
აცეტილენის ციკლური ტრიმერიზაცია:



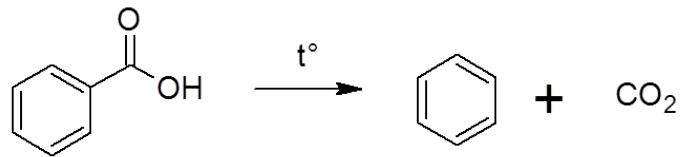
ვიურც-ფიტივის რეაქცია:



კლემენსენის რეაქცია:



ბენზოჰმუავის მშრალი დაშლა:



დამოუკიდებელი სამუშაო

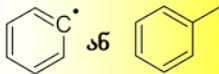
არენების (არომატული ნაერთების) ჰომოლოგიური რიგის ფორმულაა C_nH_{2n-6} .

ჩანაცვლებულ ბენზოლებში ნუმერაცია იწყება ჩანაცვლებული ნაწილებიდან.

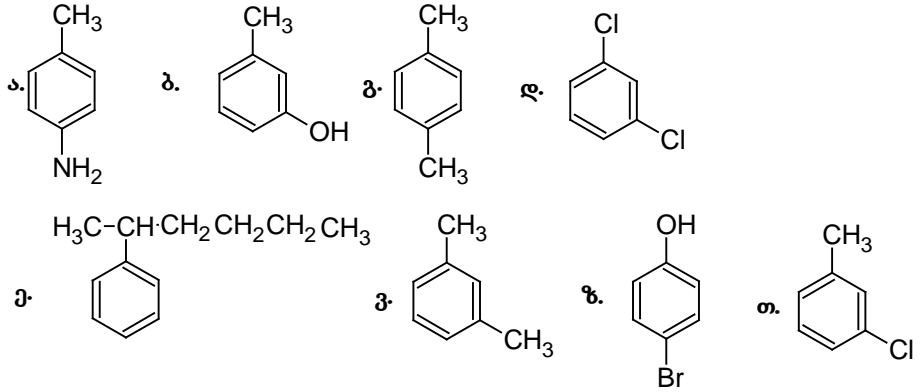
ნუმერაცია წარმოებს ისე, რომ ჩანაცვლებლების რიცხვთა ჯამი იყოს მინიმალური.

ანიზოლი არის მეთოქსიბენზოლის ტრივიალური დასახელება

დიანაცვლებული ბენზოლების დასახელებისას შებენზოლის რადიკალს ეწოდება ფენილი და აღინიშნება Ph სიმბოლოთი.



1. დაასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:



2. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| ა. 3-ნიტრობენზომჟავა | თ. 3-ქლორბენზოლსულფომჟავა |
| ბ. 3-ბრომტოლუოლი | ი. ბენზილბრომიდი |
| გ. ო-დიბრომბენზოლი | კ. 3-ნიტროანილინი |
| დ. მ-დინიტრობენზოლი | ლ. ო-ქსილოლი |
| ე. 3,5-დინიტროფენოლი | მ. 3-ფენილციკლოპექსანოლი |
| ვ. 4-ნიტრობენზომჟავა | ნ. ო-ქლორანიზოლი |
| ზ. 3-ქლორ-1-ეთოქსიბენზოლი | |

3. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

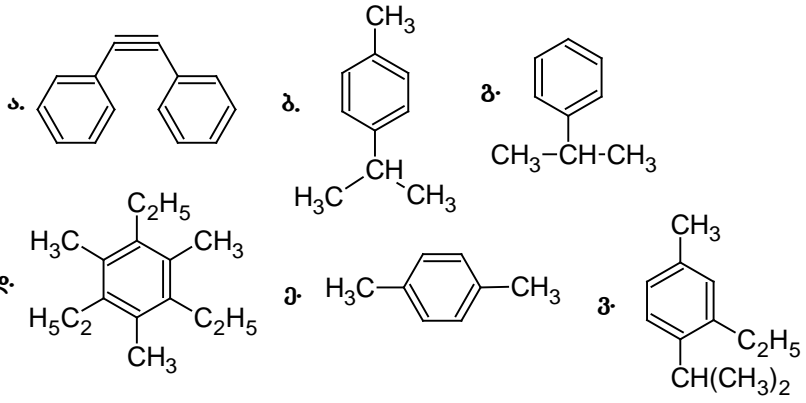
- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| ა. 3-დიმესამეულიბუტილბენზოლი | ე. მ-ქსილოლი |
| ბ. იზოპროპილბენზოლი | ვ. 1,4-დიფენილ-1,3-ბუტადიენი |
| გ. 3-ფენილპენტანი | ზ. 3-დიბენზილბენზოლი |
| დ. დიფენილაცეტილენი | თ. პ-ბრომსტიროლი |

4. დაწერეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| ა. პ-ბრომმეთილბენზოლი | ვ. 3,5-დიქლორბენზოლსულფომჟავა |
| ბ. 1,3-დიბრომ-2-მეთილბენზოლი | ზ. პ-ნიტროსტიროლი |
| გ. 2,6-დიმეთილფენოლი | თ. 1,2,4-ტრიბრომბენზოლი |
| დ. მ-ბრომბენზომჟავა | ი. მ-ციკლოპექსილტოლუოლი |
| ე. მ-ეთილანიზოლი | |

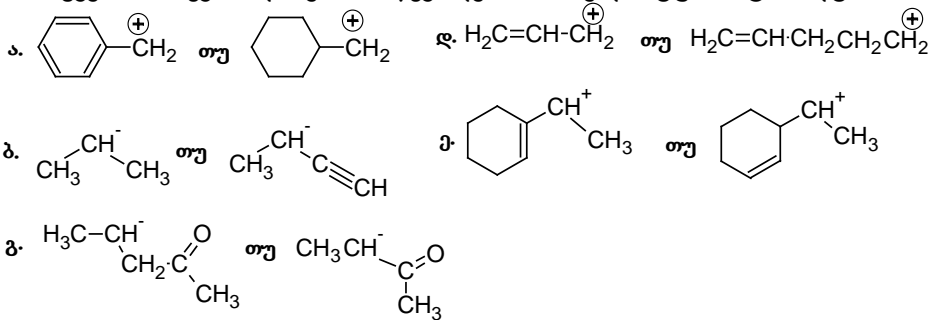
5. დაასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:

იხ. [1], გვ. 430-436.



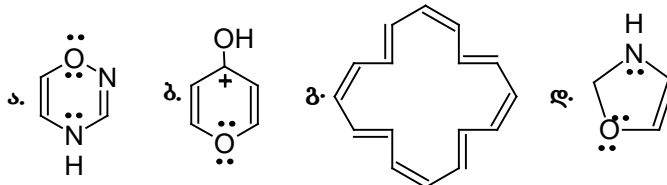
ანულებები ეწოდებათ მონოციკლურ პოლიენურ ნაერთებს, რომელთაც გააჩნიათ შეუღლებული ორმაგი ბმების სისტემა. მათი დასახელებისას კვადრატულ ფრჩხილებში მიეთითება ციკლში არსებული ნახშირბადატომების რაოდენობა.

6. ქვემოთ მოყვანილ ნაერთთა წყვილებში რომელია უფრო სტაბილური:

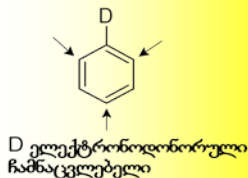


არენებს ახასიათებთ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციები.

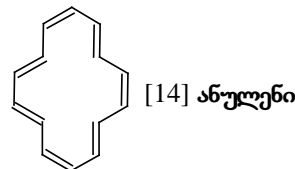
7. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები მიეკუთვნება თუ არა არომატულს. პასუხი დაასაბუთეთ.



არომატულ ბირთვში ელექტრონოდონორული ჩანაცვლებები ააქტიურებენ არომატულ ბირთვს და ჩანაცვლებებს მიმართავენ ორთო და პარა მდებარეობაში.



8. მოცემულია [14]ანულების ფორმულა. არის თუ არა [14]ანულები არომატული?

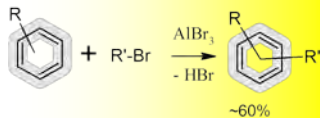


9. დაწერეთ არომატულ ბირთვში ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის ზოგადი მექანიზმი.

10. დაწერეთ მონოჩანაცვლებული ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულები, რომელსაც ბენზოლი იძლევა შემდეგ რეაგენტებთან ურთიერთქმედებით:



ალკილირების რეაქცია (ფრიდელ-კრაფტის მინერალიზაცია):



ბ. $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$ (კონც.)

ე. CH_3Br (AlBr_3)

გ. Br_2/Fe

ვ. $\text{CH}_3\text{COCl}/\text{AlCl}_3$

11. დაასახელეთ პროდუქტები და უჩვენეთ რომელ ელექტროფილთან რეაგირებს ბენზოლი კონკრეტულ შემთხვევაში.

გაითვალისწინეთ ორიენტაციის წესი და დაწერეთ შემდეგი რეაქციები:

ა. ტოლუოლის სულფირება

გ. ნიტრობენზოლის ბრომირება

ბ. ბენზომჟავის ნიტრირება

დ. ფენოლის აცილირება

12. რომელი ნაერთები მიიღება ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების სულფირების დროს:

ა. ტოლუოლი

გ. ბენზომჟავა

ბ. ნიტრობენზოლი

დ. ბრომბენზოლი

რომელი ნაერთი უფრო ადვილად სულფირდება და რატომ?

13. ეთილბენზოლისაგან მიიღეთ შემდეგი ნაერთები:

ა. ფენილაცეტილენი

გ. 1-ფენილ-1-ბუტინი

ბ. 1-ფენილპროპანი

დ. 1-ფენილ-1-პროპენი

14. დაწერეთ ეთილბენზოლის ნიტრირება აღნიშნულ პირობებში:

ა. 63% $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (კონც.); ბ. 10% HNO_3 , t, P

15. დაწერეთ იმ ძირითადი პროდუქტების ფორმულები, რომლებიც მიიღებიან სტიროლის ურთიერთქმედებით შემდეგ რეაგენტებთან:

ა. Br_2 (CCl_4)

ე. $\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}, t$

ბ. Br_2 (Fe)

ვ. H_2 (Ni, 20°C)

გ. HBr

ზ. H_2 (Ni, 200°C, P)

დ. $\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}, 0^\circ\text{C}$

16. რომელი რეაქციების საშუალებით შეიძლება შემდეგი წყვილების გარჩევა:

ა. ეთილბენზოლი და მ-ქსილოლი

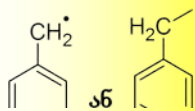
ბ. ეთილბენზოლი და სტიროლი

გ. სტიროლი და ფენილაცეტილენი

დ. ო- და პ-ქსილოლები

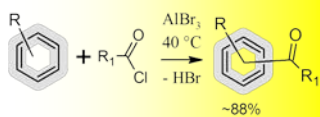
17. რომელი ნაერთები მიიღება ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების დროს:

ტოლუოლის რადიკალს ეწოდება ბენზილი და აღინიშნება Bn სიმბოლოთი.



- ა. C_6H_6 $\xrightarrow[\text{HF}]{\text{ციკლოჰექსენი}}$
- ბ. ალილბენზოლი $\xrightarrow{\text{HCl}}$
- გ. ტოლუოლი $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (კონც.)}} ?$
- დ. ფენილაცეტილენი $\xrightarrow{\text{Cu}(\text{NH}_3)_2\text{OH}} ?$
- ე. ეთილბენზოლი $\xrightarrow[\text{[H}_2\text{SO}_4\text{]}]{\text{HNO}_3}} ?$
- ვ. სტიროლი $\xrightarrow[\text{[CCl}_4\text{]}]{\text{Br}_2}} ?$

აცილირების რეაქცია (ფრიდელ-კრაფტსის მიხედვით):



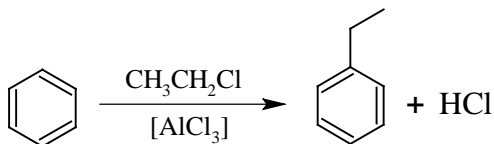
მეიზენჰეიმერის (ან ჯექსონ-მეიზენჰეიმერის) კომპლექსი არის ელექტრონო-აქცეპტორული ჯგუფის შემცველ არენსა და ნუკლეოფილს შორის 1:1 ურთიერთქმედების ადუქტი. აღნიშნული კომპლექსები არიან ძლიერ რეაქციისუნარიანი ინტერმედიატები ნუკლეოფილურ ჩანაცვლების რეაქციაში, თუმცა მათი გამოყოფა შესაძლებელია მეიზენჰეიმერის მარილების სახით.

დაწვრილებით იხ.

http://en.wikipedia.org/wiki/Meisenheimer_complex

- ზ. პ-ქსილოლი $\xrightarrow[\text{[CCl}_4\text{]}]{\text{Br}_2}} ?$
- თ. პ-ქსილოლი $\xrightarrow[\text{t}]{2 \text{ Br}_2, \text{ hv}}$?
- ი. ნ-პროპილბენზოლი $\xrightarrow[\text{[AlBr}_3\text{]}]{\text{CH}_3\text{Br}}$?
- კ. მ-ქსილოლი $\xrightarrow[\text{[AlCl}_3\text{]}]{\text{CH}_3\text{COCl}}$
- ლ. 1,3,5-ტრიმეთილბენზოლი $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O, t}]{\text{KMnO}_4}} ?$
- მ. სტიროლი $\xrightarrow{\text{[ROOR]}}$?

18. განიხილეთ მოცემული ფრიდელ-კრაფტსის რეაქცია



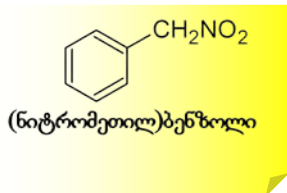
და უპასუხეთ შემდეგ შეკითხვებს:

- ა. დაწერეთ ამ რეაქციაში ელექტროფილის სტრუქტურა
- ბ. რა როლი აქვს $AlCl_3$ ამ რეაქციაში
- გ. დაწერეთ ამ რეაქციის ყველა საფეხური, უჩვენეთ ელექტრონების გადანაცვლება და შუალედური სტრუქტურები.

19. ჩარჩოში მოყვანილი რეაგენტებიდან რომელი გამოიყენება ქვემოთ ჩამოთვლილი რეაქციების დროს:

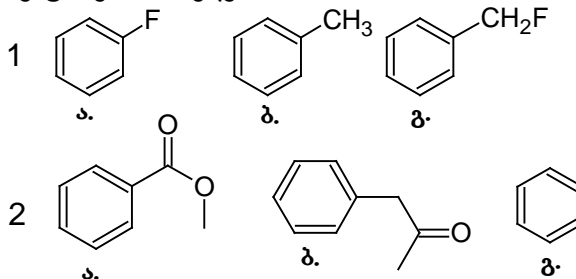
- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| ა. NO_2^+ | ე. მეიზენჰეიმერის კომპლექსი |
| ბ. R_3C^+ | ვ. $R-C\equiv O^+$ |
| გ. ელექტრონის გაცემა | ზ. ელექტრონების მიზიდვა |
| დ. NO^+ | |

1. ელექტროფილური რეაგენტი ფრიდელ-კრაფტის აცილირების რეაქციებში
2. ელექტროფილი, არომატული ნიტრირების დროს
3. ჯგუფები, რომლებიც ააქტიურებენ არომატულ ბირთვს ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციის დროს
4. ჯგუფები, რომლებიც ააქტიურებენ ნუკლეოფილურ ჩანაცვლებას არომატულ ბირთვში.



20. შეადარეთ ციკლოპექსენისა და ბენზოლის მოქმედება შემდეგ რეაგენტებთან მოცემულ პირობებში. დაწერეთ რეაქციათა სქემები:
- | | |
|---|--|
| ა. Br_2 (H_2O , 20°C) | დ. H_2 (Pd, 30°C) |
| ბ. KMnO_4 (H_2O , 0°C) | ე. O_3 , შემდგომ Zn (AcOH) |
| გ. H_2SO_4 (კონც.) | ვ. HBr |

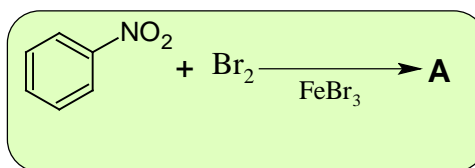
21. დაალაგეთ ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში რეაქციისუნარიანობის შემცირების მიხედვით :



22. მიიღეთ იზობუტილბენზოლი პირდაპირი ფრიდელ-კრაფტის რეაქციის გამოყენების გარეშე.

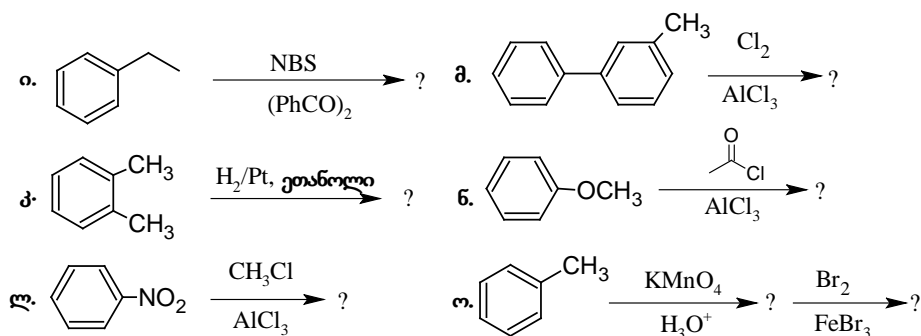
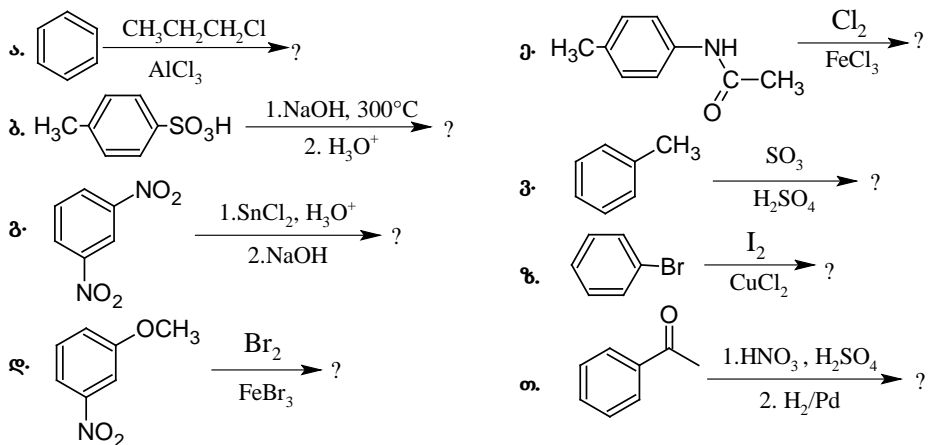
23. (ნიტრომეთილ)ბენზოლში ტოლუოლთან შედარებით როგორი რეაქციისუნარიანობაა მოსალოდნელი? მეტი თუ ნაკლები? პასუხი ახსენით.

24. განიხილეთ რეაქცია და უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

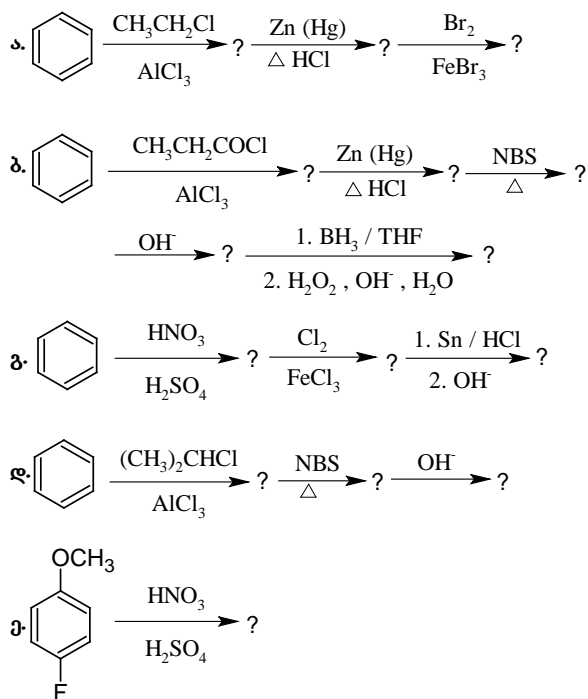


- ა. ამ რეაქციაში ელექტროფილია _____
- ბ. ამ რეაქციაში ლუისის კატალიზატორია _____
- გ. რეაქცია მიმდინარეობს (ნელა/სწრაფად) ბენზოლთან შედარებით
- დ. დაწერეთ რეაქციის პროდუქტი. თუ არ მიმდინარეობს რეაქცია დაწერეთ „არა“.

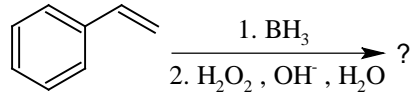
25. დაწერეთ ძირითადი პროდუქტები ქვემოთ მოყვანილი რეაქციებისათვის:



26. განსორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



27. დაასრულეთ შემდეგი რეაქცია:

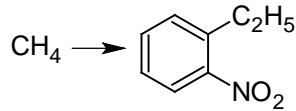


28. განახორციელეთ გარდაქმნები:

ა. ტოლუოლი \rightarrow პ-ნიტრობენზომჟავა

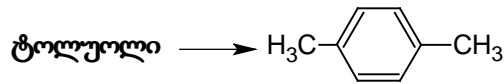
ბ. ტოლუოლი \rightarrow 2,4,6-ტრინიტრობენზომჟავა

გ.

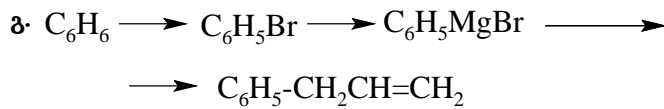
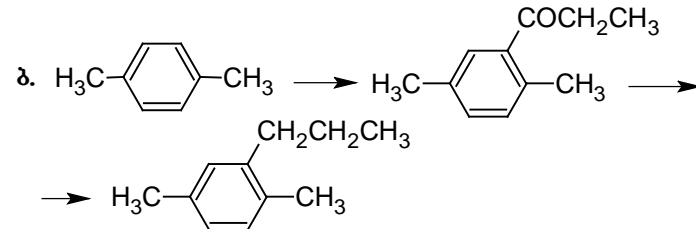
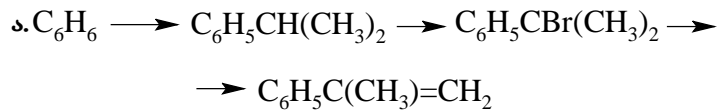


დ. ბრომბენზოლი \rightarrow ბუტილბენზოლი

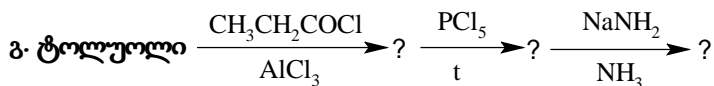
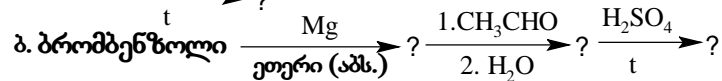
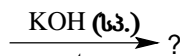
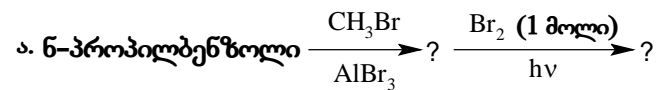
ე.



29. რომელი რეაგენტების საშუალებით და რა პირობებში შეიძლება შემდეგი გარდაქმნების განხორციელება:



30. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:



თავი 8.

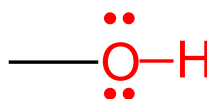
- ✓ ალკანოლები
- ✓ ფენოლები

8.1. შესავალი

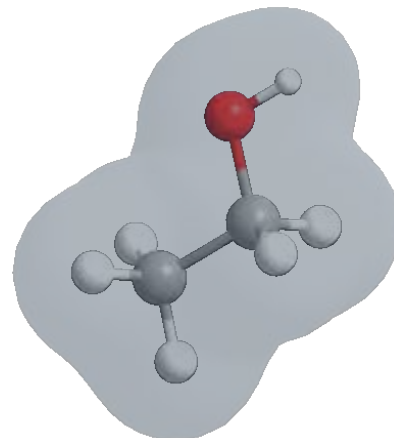
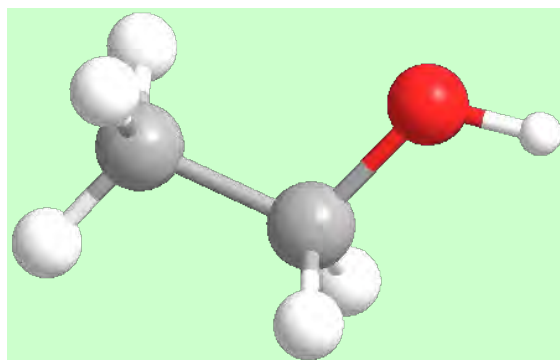
ალკანოლები ეწოდებათ ნაერთებს, რომელნიც მოიცავენ ჰიდროქსილის ფუნქციურ ჯგუფს.

ალკანოლების ისტორიული დასახელებაა **სპირტები**.

ალკანოლების ზოგადი ფორმულაა R-OH



ჰიდროქსილის ფუნქციური ჯგუფი



ეთანოლის მოლეკულური მოდელები აგებული ChemBio3D-საშუალებით

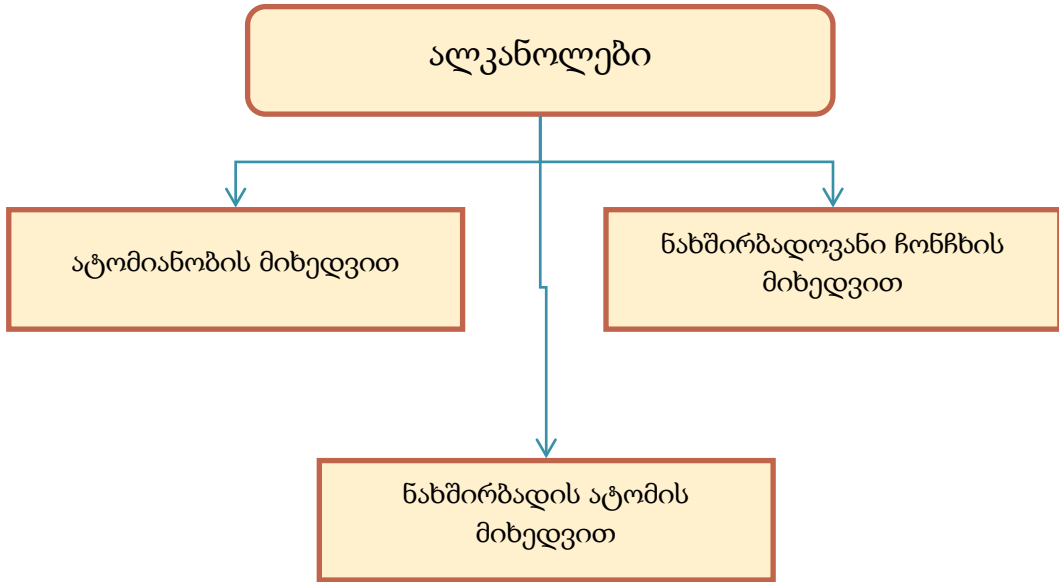
8.2. გამოყენება

სპირტების გამოყენების არეალი ძალიან ფართოა:



8.3. კლასიფიკაცია

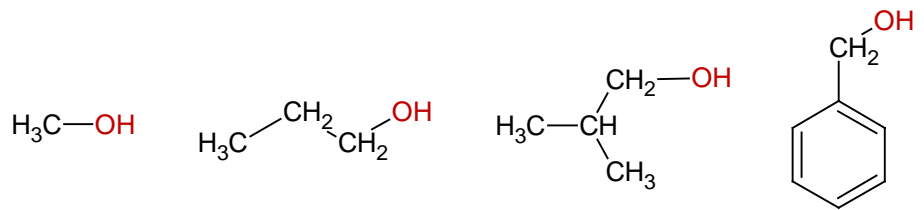
ალკანოლები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ქვეკლასებად:



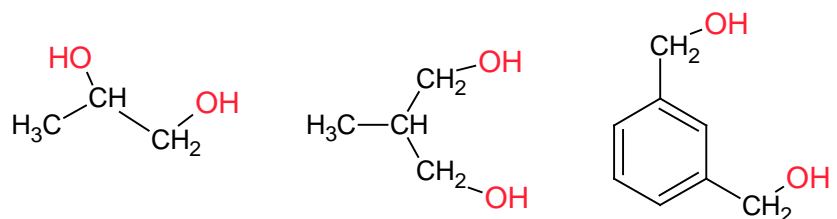
ალკანოლების ატომიანობა მიუთითებს, თუ რამდენ ჰიდროქსილის ჯგუფს მოიცავს მოლეკულა.

შესაბამისად არსებობს ერთ-, ორ-, სამ-, ... და მრავალატომიანი ალკანოლები

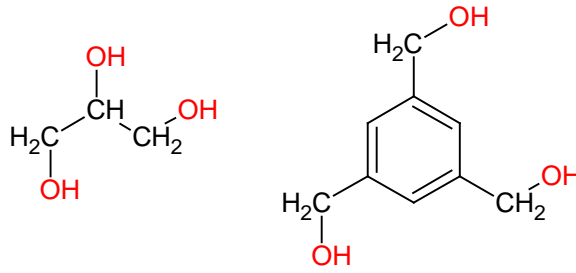
ერთატომიანი ალკანოლები:



ორატომიანი ალკანოლები:

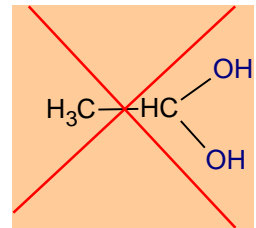
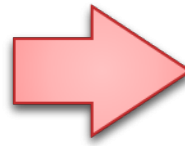


სამეტომიანი ალკანოლები:



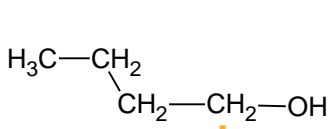
გვახსოვდეს:

ერთ ნახშირბადატომთან არ შეიძლება არსებობდეს ორი ამ მეტი ჰიდროქსილი

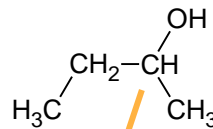


8.3-A. კლასიფიკაცია – ნახშირბადის ატომის მიხედვით

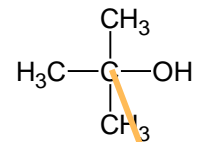
ნახშირბადის ბუნების sp^3 , sp^2 sp მიხედვით არჩევენ პირველად, მეორეულ, მესამეულ ალკანოლებს:



პირველადი
ნახშირბადატომი



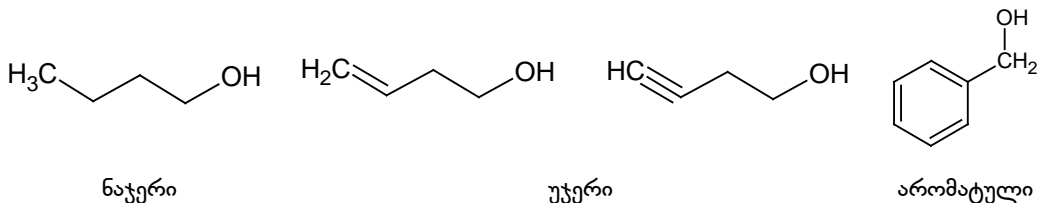
მეორეული
ნახშირბადატომი



მესამეული
ნახშირბადატომი

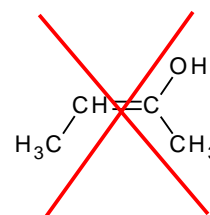
8.3-B. კლასიფიკაცია – ნახშირბადოვანი ჩონჩხის მიხედვით

ნახშირბადოვანი ჩონჩხის მიხედვით აჩვენებენ ნაჯერ, უჯერ და არომატულ ალკანოლებს:



გვახსოვდეს:

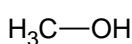
ერთ ნახშირბადატომთან არ შეიძლება არსებობდეს უჯერი ბმა და ჰიდროქსილი ერთდროულად:



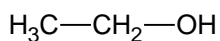
8.4. ნომენკლატურა

ალკანოლების დასახელება ბოლობდება სუფიქსით – **ოლ**.

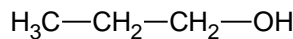
OH ჯგუფს უფრო მაღალი რანგი აქვს, ვიდრე უჯერ ბმებს.



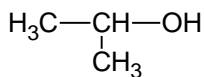
IUPAC მეთანოლი
სის სპირტი



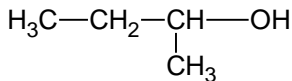
IUPAC ეთანოლი
ღვინის სპირტი



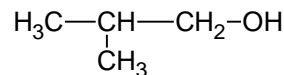
IUPAC პროპანოლ-1
ნ-პროპილის სპირტი



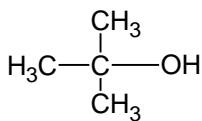
IUPAC პროპანოლ-2
ი-პროპილის სპირტი



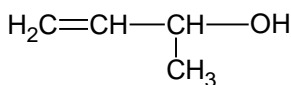
IUPAC ბუტანოლ-2
მეორეული ბუტილის სპირტი



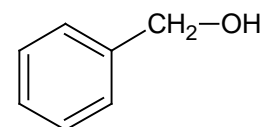
IUPAC 2-მეთილ-პროპანოლ-1
იზობუტილის სპირტი



IUPAC 2-მეთილ-პროპანოლ-2
მესამ-ბუტილის სპირტი



IUPAC ბუტ-3-ენ-2-ოლი



ბენზილის სპირტი

8.5. ფიზიკური თვისებები

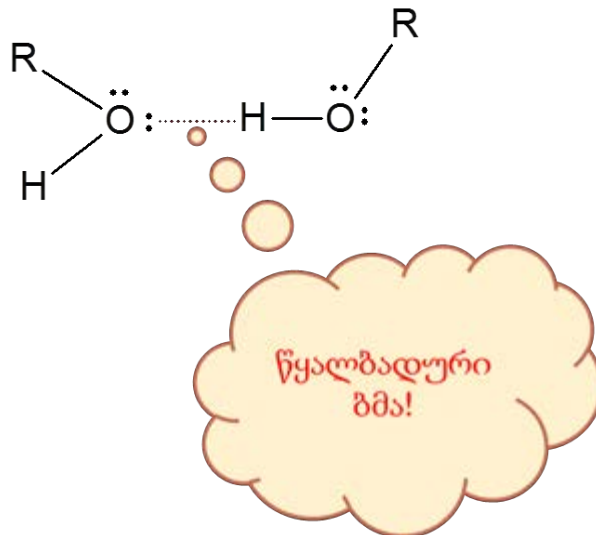
ალკანოლების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლები სითხეებია.

ალკანოლების დუღილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე იმავე მოლეკულური მასის მქონე ნახშირწყალბადების, რასაც განაპირობებს წყალბადური ბმების არსებობა. O-H ბმა პოლარულია ჟანგბადის მაღალი ელექტროუარყოფითობის გამო. ამასთან დაკავშირებით წყალბადატომზე ჩნდება ნაწილობრივ დადებითი, ხოლო ჟანგბადზე - ნაწილობრივ უარყოფითი მუხტი.

ცხრილი 1. ზოგიერთი ალკანოლის ფიზიკური თვისებები

ფორმულა	დასახელება	T _ღ , °C	T _დ , °C
CH ₃ OH	მეთანოლი	-97	64.7
CH ₃ CH ₂ OH	ეთანოლი	-117	78.3
CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	პროპანოლი	-126	97
(CH ₃) ₂ CHOH	იზოპროპანოლი	-88	82
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	1-ბუტანოლი	-90	117

ალკანოლებს შეუძლიათ დიმერებისა და ასოციატების წარმოქმნა წყალბადური ბმების წარმოქმნის გამო.



8.6. ქიმიური თვისებები

სპირტებისათვის დამახასიათებელი ქიმიური რეაქციებია:

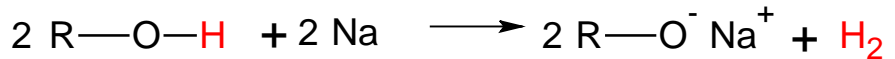
- I. რეაქციები O-H ბმის ხარჯზე
- II. რეაქციები R-OH ჯგუფის ხარჯზე
- III. დაჟანგვისა და აღდგენის რეაქციები

8.6-A. რეაქციები O-H ბმის ხარჯზე

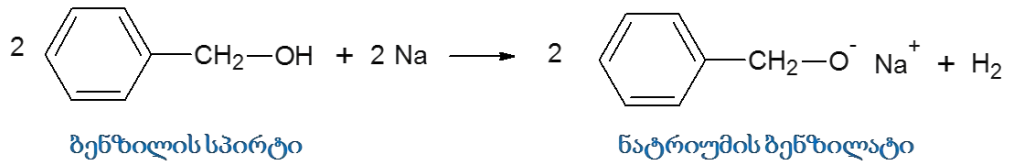
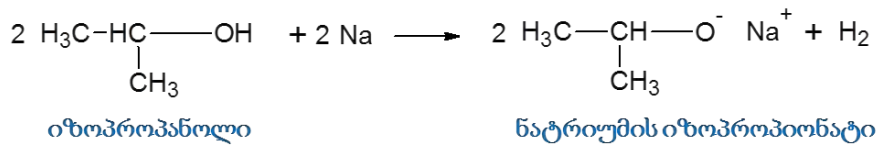
სპირტები ამფოტერული ნაერთებია. ისინი ავლენენ როგორც მჟავა ისე ფუძე თვისებებს.

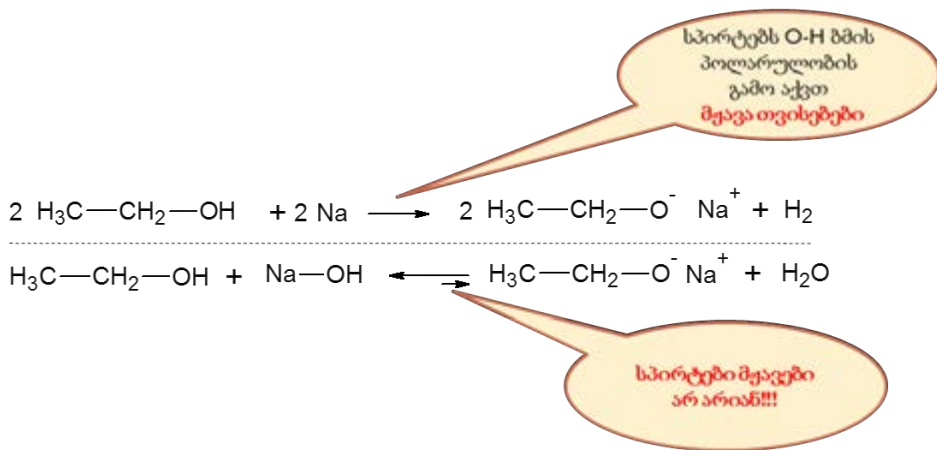
სპირტების ურთიერთქმედებით ტუტე მეთალებთან ხდება წყალბადის ჩანაცვლება მეთალით და მიიღება ალკოჰოლატი.

ზოგადი რეაქცია:



მაგალითები:

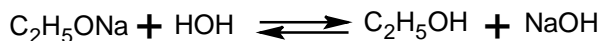




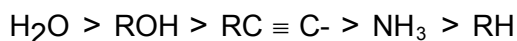
მჟავიანობის მწკრივი:



ალკოჰოლატები ადვილად იშლებიან წყლის მოქმედებით, რადგან სპირტები უფრო სუსტი მჟავებია ვიდრე წყალი.



მჟავიანობის მწკრივი:

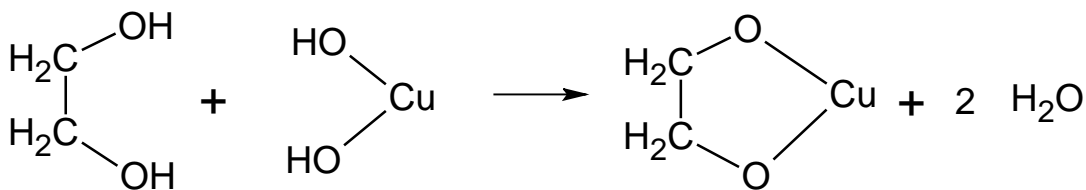


სპირტების მუჟავური თვისებები მცირდება რიგში:

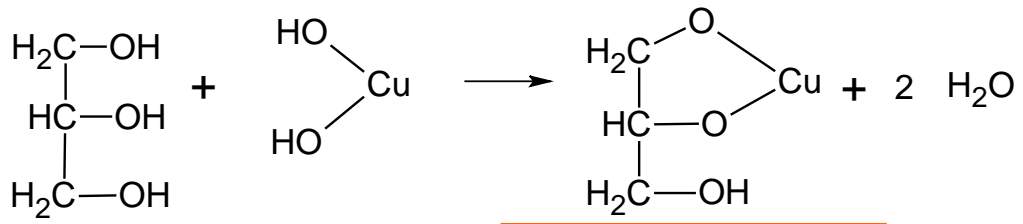


სპირტების ფუძე თვისებები მჟავა თვისებების შემცირების საწინააღმდეგოდ მცირდება.

ორ- და სამ ატომიანი სპირტები უფრო ძლიერი მჟავებია, ვიდრე ერთ ატომიანი სპირტები.



მუქი ლურჯი ფერის ნალექი



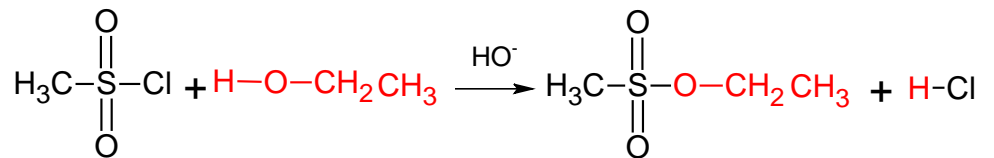
მუქი ლურჯი ფერის ნალექი

აღნიშნული რეაქციებით შესაძლებელია მრავალატომიანი სპირტების აღმომჩენა.

8.7. რეაქციები R-OH ჯგუფის ხარჯზე

სპირტების ურთიერთქმედება უანგბადზემცველ არაორგანულ მჟავებთან, წარმოადგენს არაორგანული მჟავების რთული ეთერის მიღების ზოგად მეთოდს .

სულფონატების სინთეზი

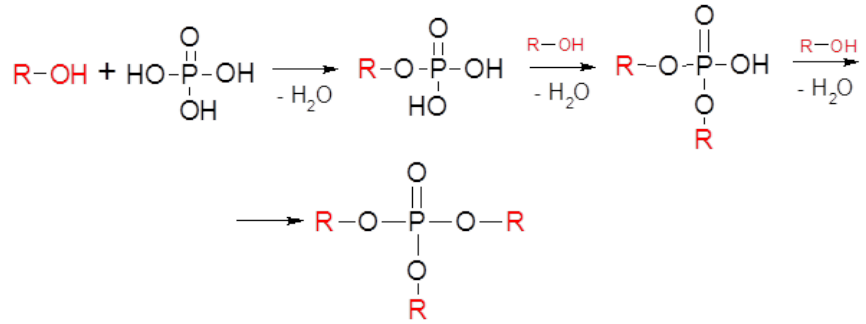


მეთანსულფონილქლორიდი

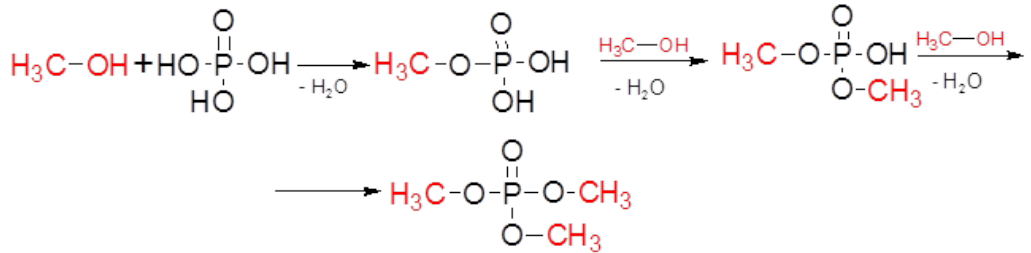
ეთილ მეთანსულფონატი
(ეთილ მეზილატი)

ალკილფოსფატების სინთეზი

ზოგადი რეაქცია:



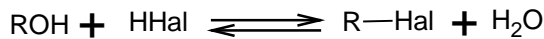
მაგალითი:



ალკილჰალოგენიდების სინთეზი

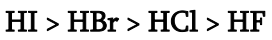
სპირტები ურთიერთქმედებენ ჰალოგენწყალბადმუავებთან ჰალოგენალკანისა და წყლის წარმოქმნით.

სპირტებთან ჰალოგენწყალბადმუავების ურთიერთქმედების რეაქცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგი განტოლებით:

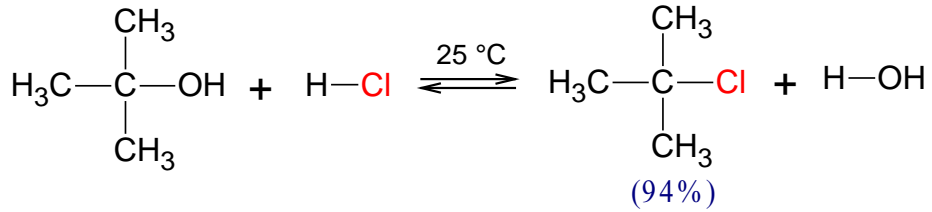


რეაქცია შექცევადია, ამიტომ იყენებენ კონცენტრირებულ ჰალოგენწყალბადმუავებს ან სპირტს აჯერებენ მშრალი ჰალოგენწყალბადით.

რეაქციისუნარიანობის მიხედვით ჰალოგენწყალბადმუავები სპირტებთან რეაქციისას ასე განლაგდებიან:

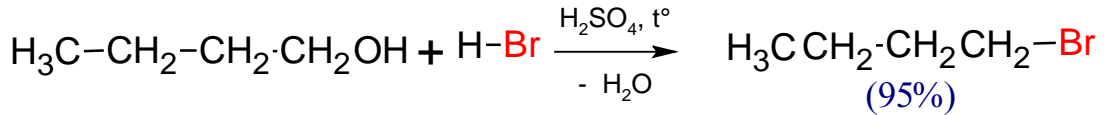


რეაქციის სიჩქარე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სპირტის აღნაგობაზე. ჰიდროქსილის ჩანაცვლება ჰალოგენით ყველაზე ადვილად მიმდინარეობს მესამეულ სპირტებში (R₃C-OH), შემდეგ მეორეულ (R₂C-OH) და ძნელად პირველადში (R-CH₂-OH).

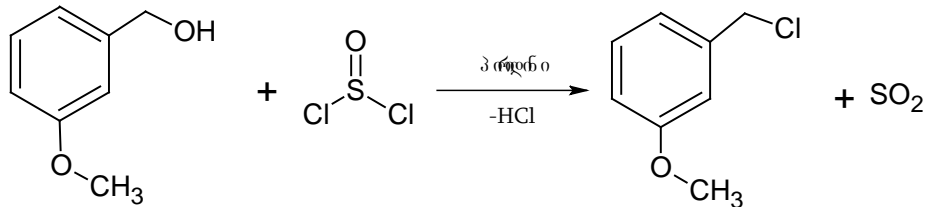
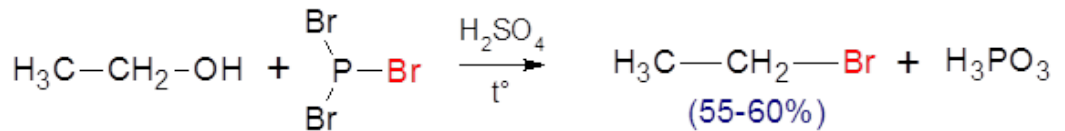


მესამეული ბუტილის
სპირტი

მესამეული ბუტილქლორიდი



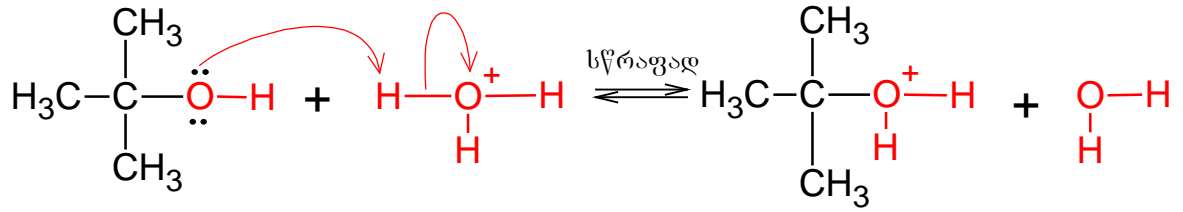
ჰიდროქსილის გჯუფის ჩანაცვლება ხშირად მიმდინარეობს ფოსფორის ჰალოგენიდების გამოყენებით. რეაქცია არ არის შექცევადი.



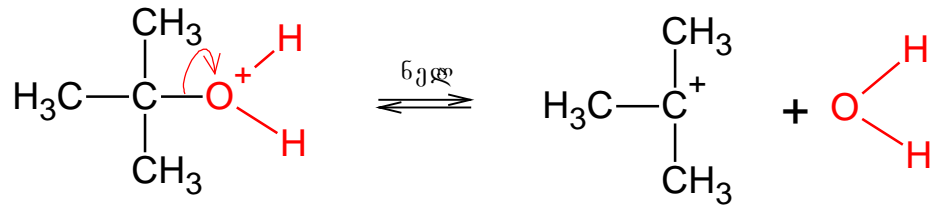
8.7-A. S_N1 რეაქციის მექანიზმი:

მეორეული, მესამეული, ალილ და ბენზილის სპირტებში OH ჯგუფის ჩანაცვლება მიმდინარეობს კარბოკატიონის წარმოქმნით ანუ S_N1 მექანიზმით

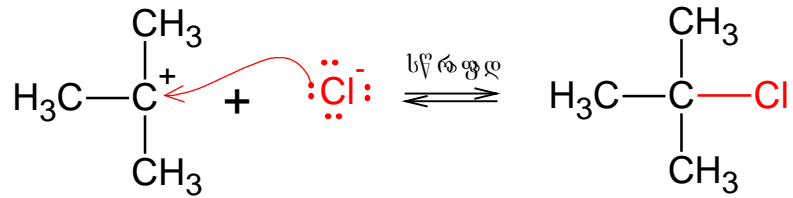
პირველი საფეხური:



მეორე საფეხური:

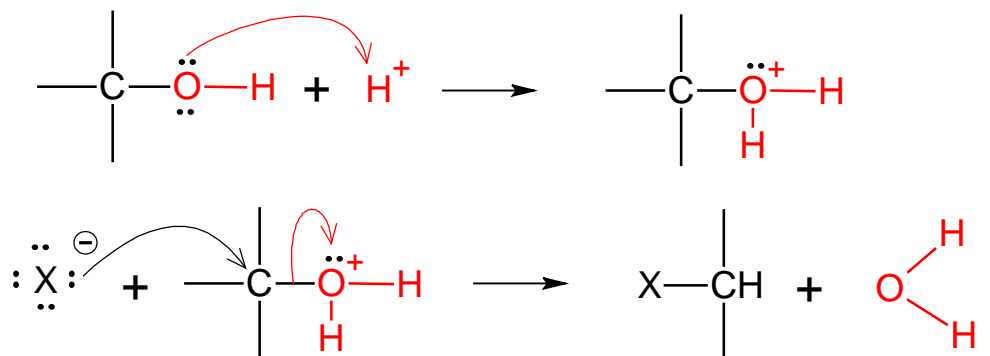


მესამე საფეხური:



8.7-B. S_N2 რეაქციის მექანიზმი:

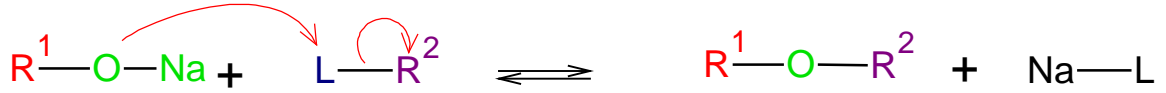
პირველად სპირტებში OH ჯგუფის ჩანაცვლება მიმდინარეობს S_N2 მექანიზმით



ეთერების სინთეზი.

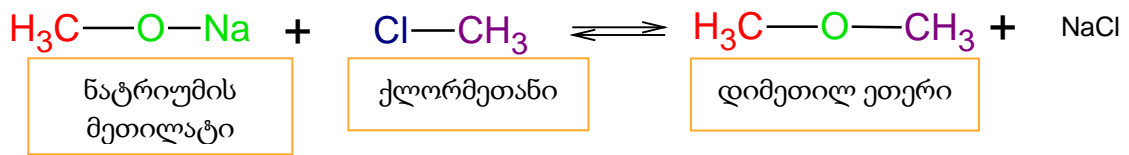
ეთერების სინთეზი მიმდინარეობს ვილიამსონის მიხედვით.

ზოგადი რეაქცია:



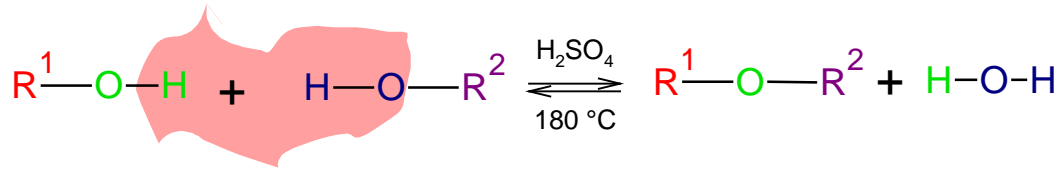
სადაც: L = Br, I, OSO₂R^{''}, OSO₂OR^{''}

მაგალითები:

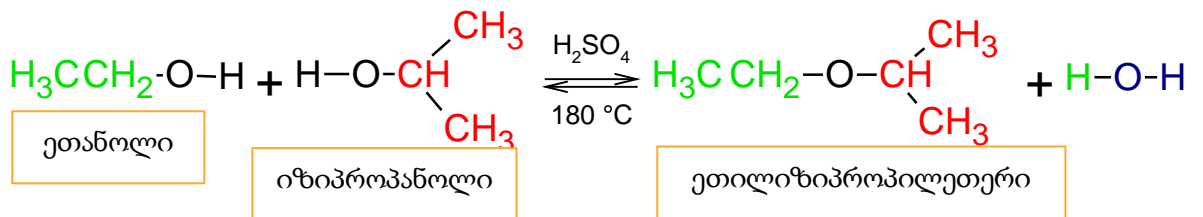
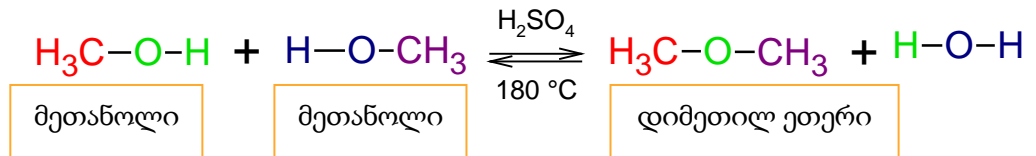


სპირტის სპირტთან ურთიერთქმედების შედეგად, მუავა კატალიზატორის თანაობისას მიიღება ეთერი.

ზოგადი რეაქცია:



მაგალითები:



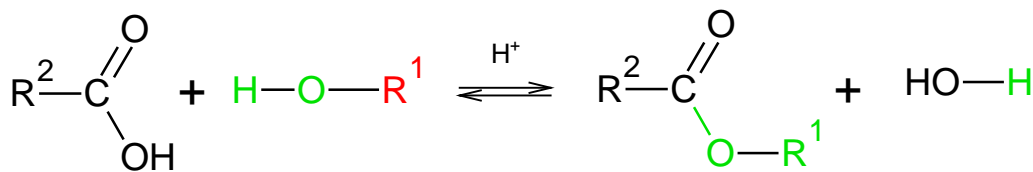
8.7-C. ესტერების სინთეზი:

სპირტების მოლეკულაში აცილის ჯგუფის შეყვანით მიიღება ესტერი. ამ რეაქციას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ბუნებაში (ცხიმების სინთეზი) და მრეწველობაში (შუალედური პროდუქტები სხვა ნაერთების სინთეზისათვის, სპეციფიკური გამხსნელები).

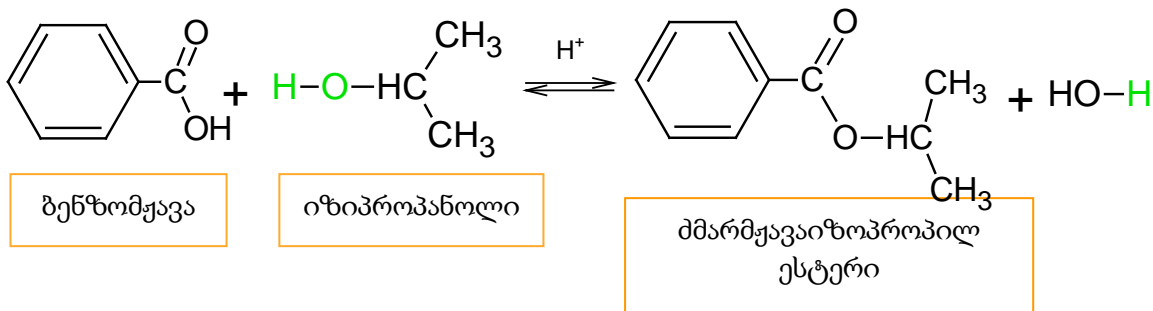
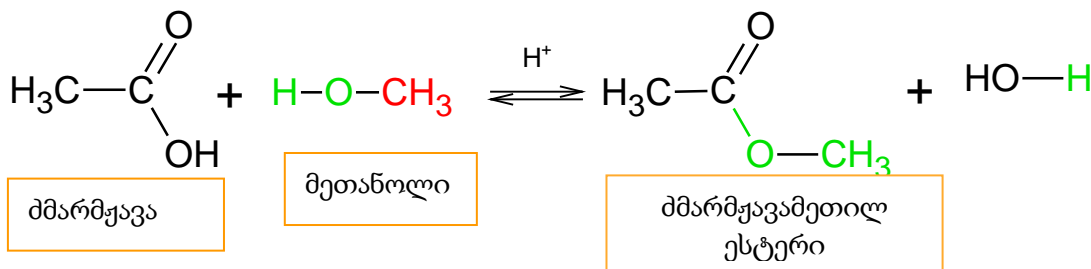
კარბონმჟავასა და სპირტს შორის მიმდინარე რეაქციას, რომლის დროსაც მიიღება ესტერი ეწოდება ესტერიფიკაციის რეაქცია.

სპირტების ესტერიფიკაცია მიმდინარეობს მაცილირებელი აგენტების გამოყენებით. მათ შორის ყველაზე დიდი გამოყენება აქვთ კარბონმჟავებს, შედარებით ნაკლები გამოყენება კი ჰალოგენანჰიდრიდებს, რომლებიც მართალია მარალი რეაქციისუნარიანობით ხასიათდებიან, მაგრამ ძნელად ხელმისაწვდომები არიან. შეზღუდულია ანჰიდრიდების გამოყენება ესტერიფიკაციის რეაქციის დროს ტანაური პროდუქტების გამოყოფის გამო.

ზოგადი რეაქცია: ესტერის წარმოქმნა მიმდინარეობს შემდეგი სქემის მიხედვით



მაგალითები:

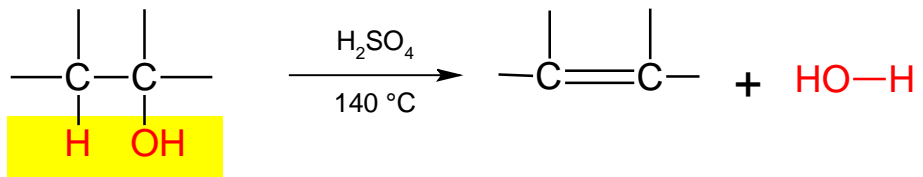


8.7-D. დეჰიდრატაცია

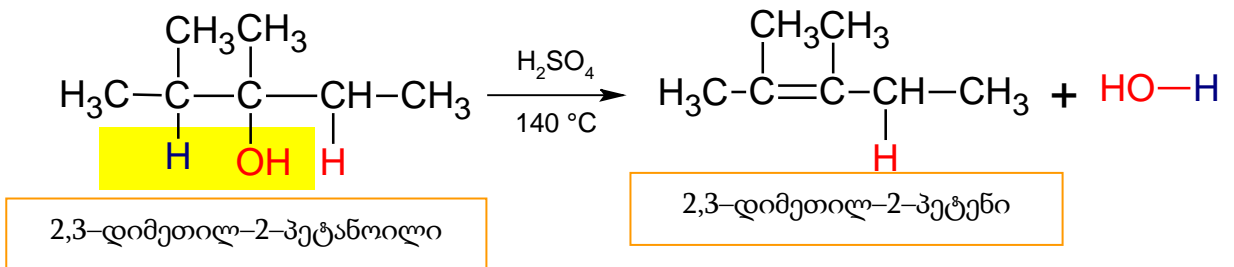
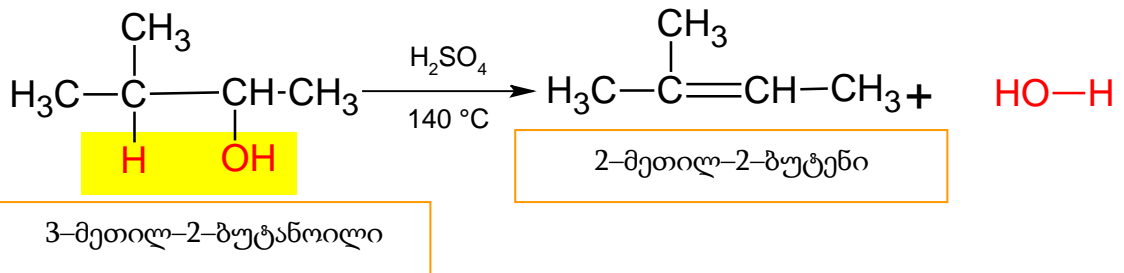
წყალნაერთმევი ნივთიერების მოქმედებით ხდება მოლეკულათშორისი და შიდამოლეკულური დეჰიდრატაცია. შიდამოლეკულური დეჰიდრატაციით მიიღება ალკენები, ხოლო მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაციით კი ეთერები.

შიდამოლეკულური დეჰიდრატაცია:

ზოგადი რეაქცია:

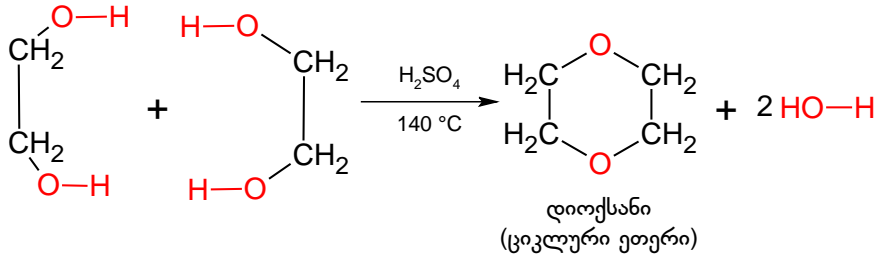


მაგალითები:

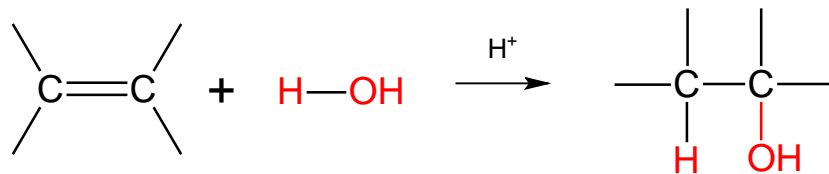
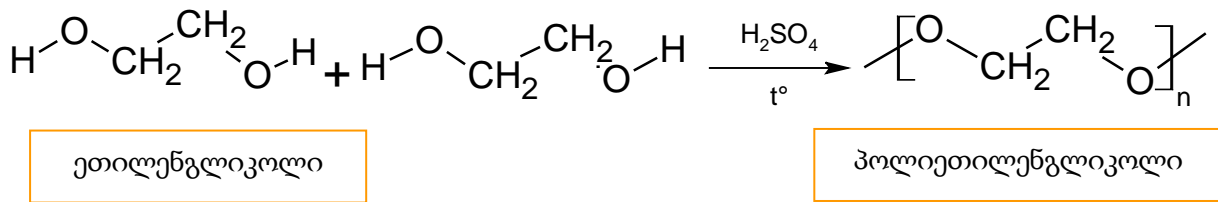


შიდამოლეკულური დეჰიდრატაცია დიოლებისათვის:

ტერმინალური დიოლებიდან მიიღება ციკლური ეთერები და პოლიეთერები:



8.7-E. პოლიკონდენსაციის რეაქცია:

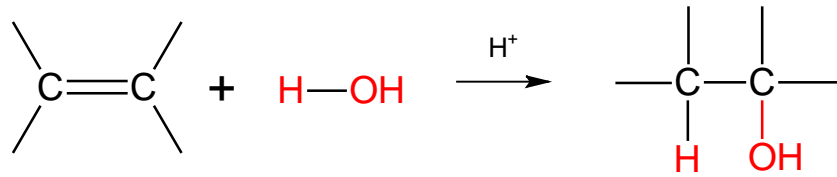


8.8. მიწების რეაქციები

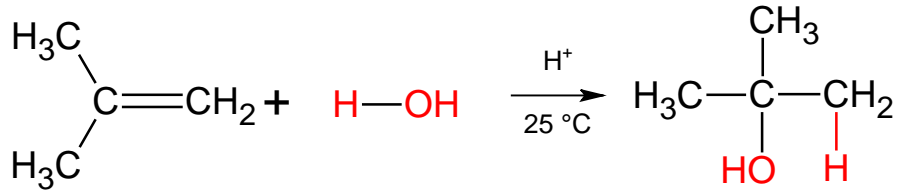
8.8-A. ალკენების ჰიდრატაცია:

ალკენები იერთებენ წყალს მუშავ კატალიზატორის (H_2SO_4 , H_3PO_4 დასხვა) ან ჰეტეროგენური კატალიზატორის თანაობისას (მაგალითად, Al_2O_3).

ზოგადი რეაქცია:

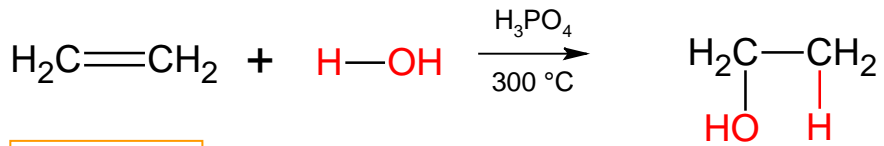


მაგალითები:



2-მეთილპროპენი

მესამეული ბუტილის სპირტი



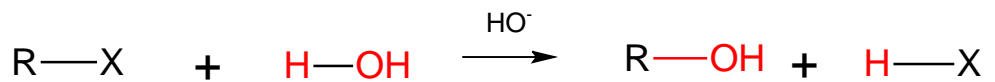
ეთენი

ეთანოლი

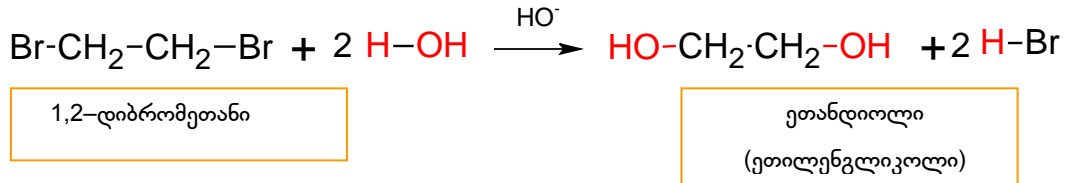
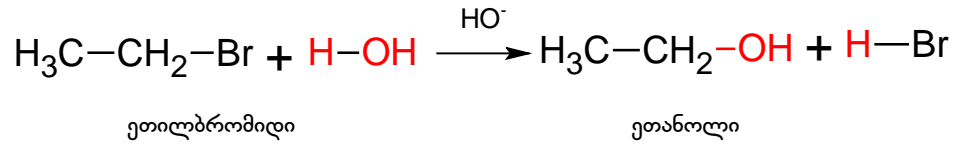
8.8-B. ჰალოგენალკანების ჰიდრატაცია:

ჰალოგენალკანებზე წყლის ან ტუტის წყალხსნარის ზემოქმედებით (უპირველეს ყოვლისა პირველადი) წარმოიქმნება სპირტები.

ზოგადი რეაქცია:



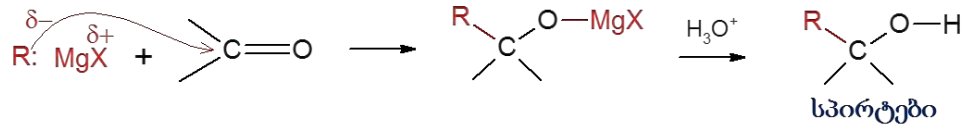
მაგალითები



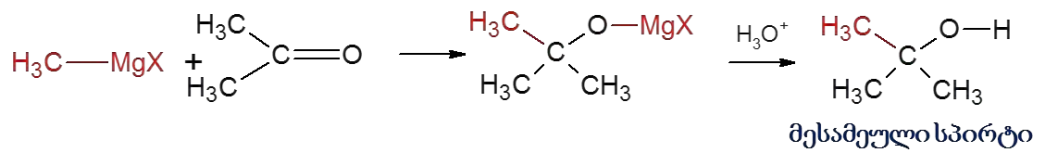
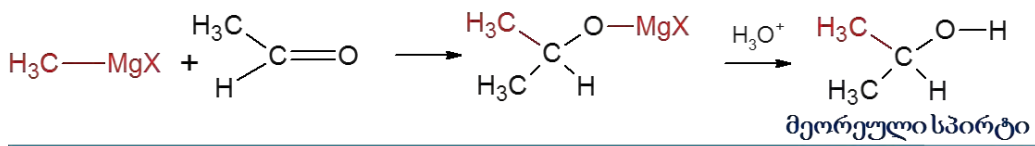
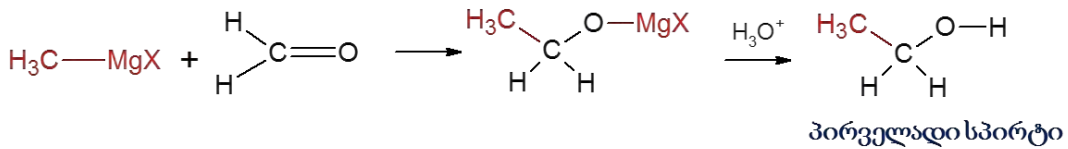
8.8-C. გრინიარის რეაგენტის საშუალებით

სინთეზი გრინიარის რეაგენტის ან ლითიორგანული ნაერთების საფუძველზე წარმოადგენენ საპირტების მიღების მნიშვნელოვან და საიმედო მეთოდს.

ზოგადი რეაქცია:

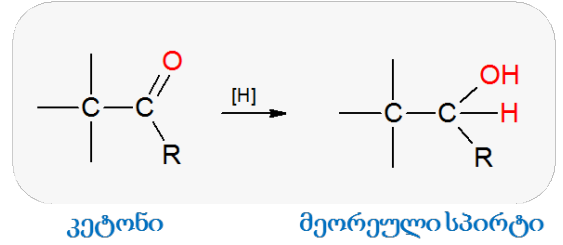
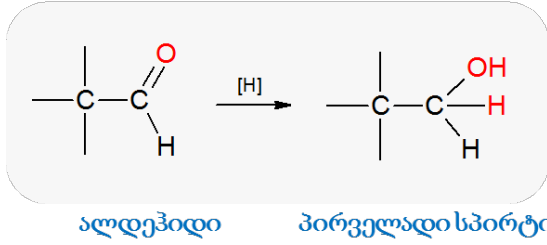


მაგალითები:

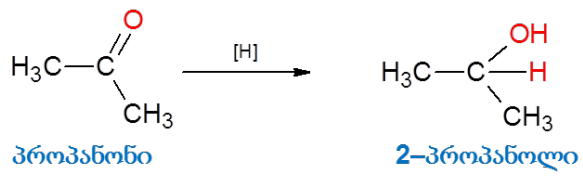
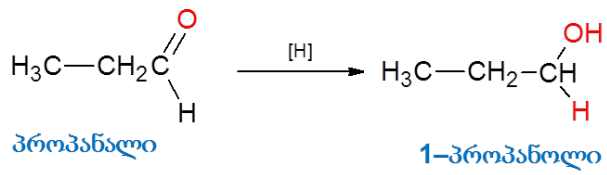


8.8-D. კარბონილური ნაერთების აღდგენით:

ზოგადი რეაქცია:

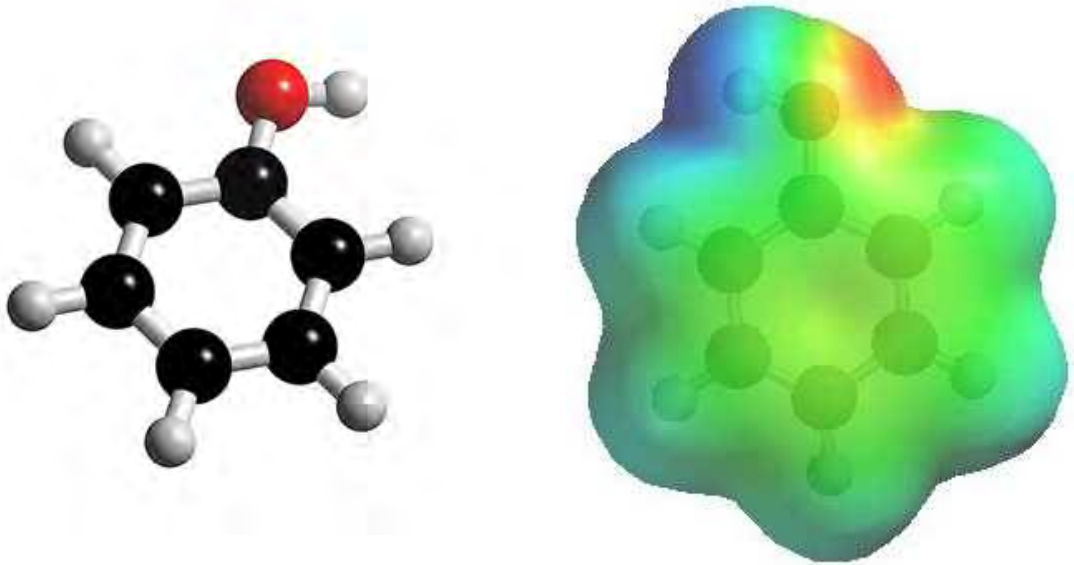


მაგალითები:



8.9. ფენოლები

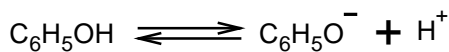
ფენოლები ეწოდებათ ნაერთებს, რომელნიც მოიცავენ არომატულ ბირთვთან უშუალოდ დაკავშირებულ ჰიდროქსილის ფუნქციურ ჯგუფს.



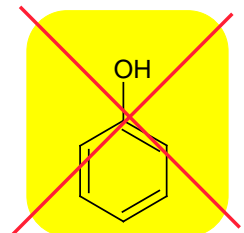
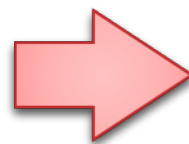
ფენოლის მოლეკულური მოდელები აგებული ChemBio3D-საშუალებით

ფენოლის მოლეკულა ბრტყელია. ჰიდროქსილის ჯგუფის უანგბად ატომის ტავისუფალი ელექტრონული წყვილი ულღდება ბენზოლის ბირთვის π -სექსტეტთან, ცვლის მისი ღრუბლის განაწილებას, რის შედეგადაც მიიღება „ჩოგანის“ ფორმის ელექტრონული ღრუბელი. ბენზოლთა შედარებით ფენოლის ბირთვში ელექტრონული ღრუბლის სიმკვრივე – 2,4,6 მდებარეობაში.

შესაბამისად იზრდება ჰიდროქსილის ჯგუფში O-H ბმის პოლარობა. ამიტომ ფენოლი სუსტი მჟავაა. ყოველივე ეს განაპირობებს ფენოლის თავისებურებას, რაც განასხვავებს მას სპირტებისაგან.



გვახსოვდეს:
ფენოლი
სპირტი არ
არის!



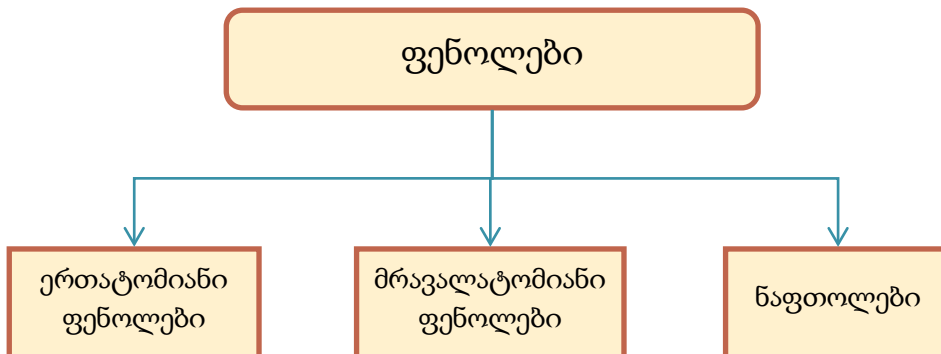
8.10. ფენოლების გამოყენება

ფენოლებს იყენებენ სინთეზური ფისების, პლასტმასების, პოლიამიდებისა და სხვა პოლიმერების, ასევე წამლების, საღებრების, ზედაპირულად აქტიური ნაერთების წარმოებისათვის.



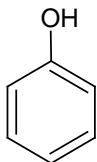
8.11. ფენოლების კლასიფიკაცია

ფენოლები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ქვეკლასებად:

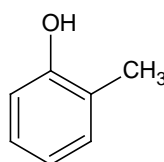


ტრივიალური დასახელება „ფენოლი“ მიღებული და აღიარებულია IUPAC - ის მიერ. ჰიდროქსილის ჯგუფის რაოდენობის მიხედვით კი არსებობენ ერთ-, ორ-, სამ- და მრავალატომიანი ფენოლები.

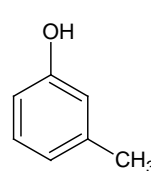
ერთატომიანი ფენოლები:



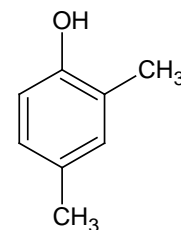
ფენოლი
(ჰიდროქსიბენზოლი)



1-ჰიდროქსი-2-მეთილბენზოლი
(ო-კრეზოლი)

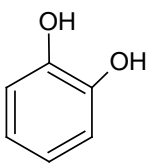


1-ჰიდროქსი-3-მეთილბენზოლი
(მ-კრეზოლი)

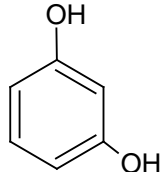


1-ჰიდროქსი-2,4-დიმეთილბენზოლი

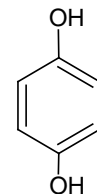
მრავალატომიანი ფენოლები:



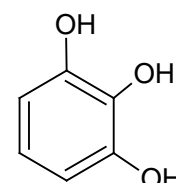
1,2-დიჰიდროქსი-ბენზოლი
(პიროკატეჟინი)



1,3-დიჰიდროქსი-ბენზოლი
(რეზორცინი)

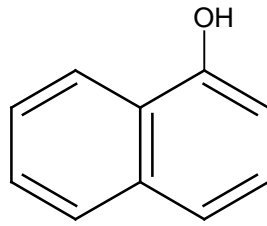


1,4-დიჰიდროქსი-ბენზოლი
(ჰიდროქინონი)

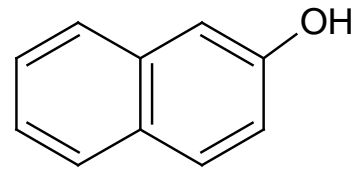


1,2,3-ტრიჰიდროქსი-ბენზოლი
(პიროგალოლი)

ერთატომიანი ნაფოლები:



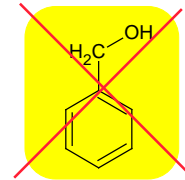
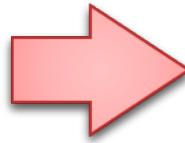
1-ნაფთოლი
(α-ნაფთოლი)



2-ნაფთოლი
(β-ნაფთოლი)



გვახსოვდეს:
ბენზოლის სპირტი
ფენოლი არ არის!



8.11-A. ფენოლების ფიზიკური თვისებები

ფენოლების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წარმომადგენლები მყარი ნაერთებია. ისინი წყალში ცუდად იხსნებიან (8. მგ/100მლ). სპირტებთან შედარებით უფრო ძლიერი მჟავებია. აქვთ სპეციფიური არასასიამოვნო სუნი. არიან ძლიერ ტოქსიკური ნაერთები. კანზე მოხვედრისას შეუძლიათ გამოიწვიონ ძლიერი ქიმიური დამწვრობა.

8.12. ფენოლების ქიმიური თვისებები

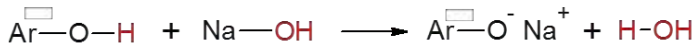
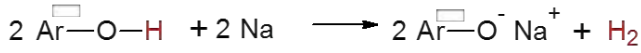
ფენოლებისათვის დამახასიათებელი ქიმიური რეაქციებია:

- I. რეაქციები O-H ბმის ხარჯზე
- II. რეაქციები R-OH ჯგუფის ხარჯზე
- III. დაჟანგვისა და აღდგენის რეაქციები
- IV. რეაქციები არომატული ბირთვის ხარჯზე

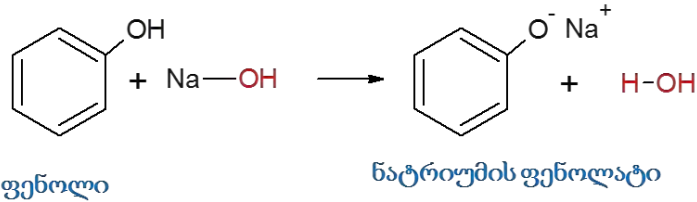
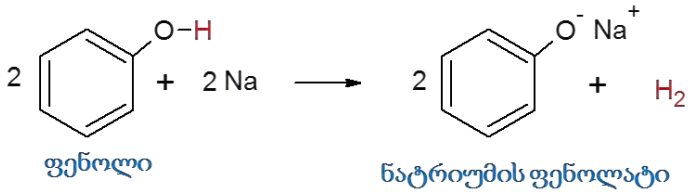
8.12-A. რეაქციები O-H ბმის ხარჯზე

ფენოლები სპირტებისაგან განსხვავებით NaOH-სთან ურთიერთქმედებენ!

შესაბამისად, მათში მჟავა თვისებები უფრო გამოკვეთილია

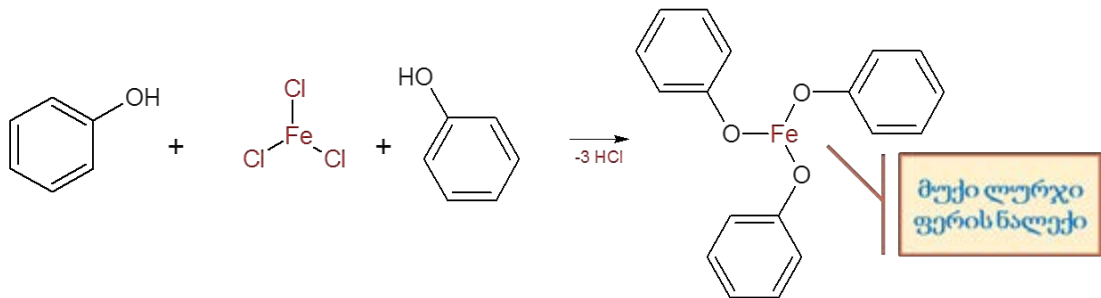
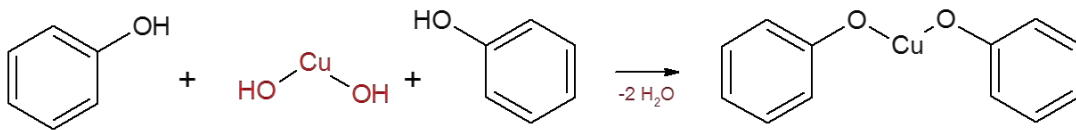


მაგალითები:



ფენოლები სპირტებისაგან განსხვავებით NaOH-სთან ურთიერთქმედებენ! შესაბამისად, მათში მჟავა თვისებები უფრო გამოკვეთილია

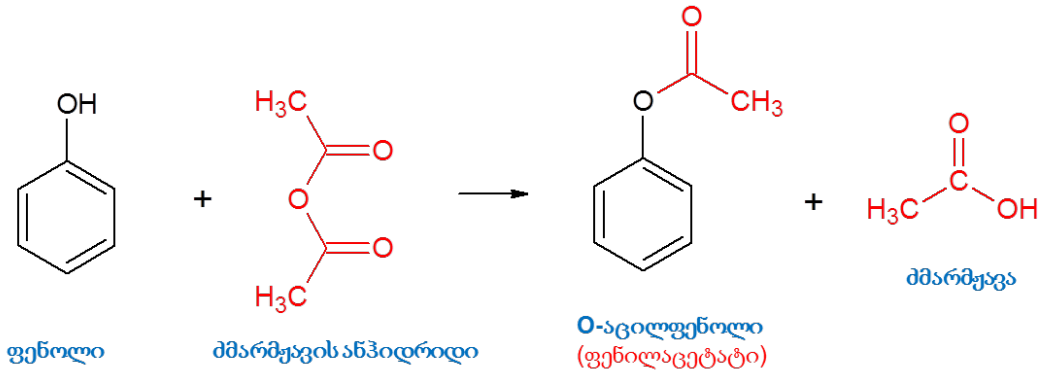
ორ- და სამ ატომიანი სპირტების მსგავსად ფენოლები შედიან რეაქციაში სპილენძის ჰიდროქსიდთან, იძლევიან მუქი ლურჯი ფერის ნალექს.



მუქი ლურჯი ფერის ნალექი

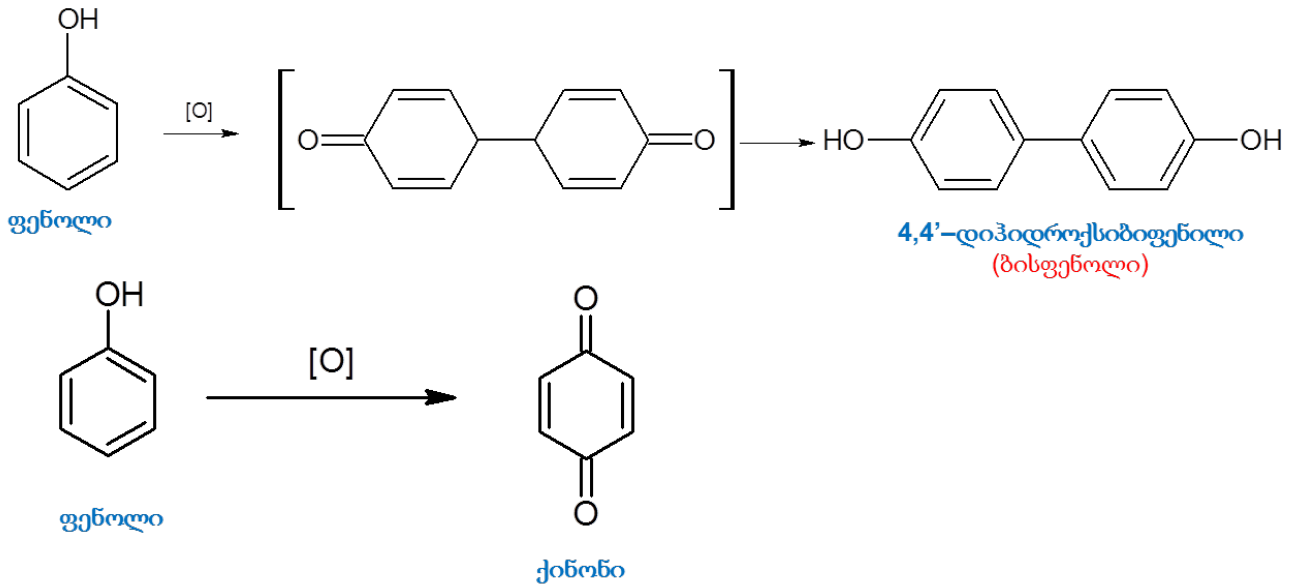
8.12-B. აცილირება

ფენოლების უშუალო აცილირება არ მიმდინარეობს, რაც გამოწვეულია მათი მჟავური თვისებებით და შესაბამისად შემცირებული ნუკლეოფილურობით. ამიტომ აცილირება არ მიმდინარეობს უშუალოდ კარბონმჟავებით. ესტერების მიღება ხდება ფენოლებზე აქტიური მაცილირებელი აგენტების ურთიერთქმედებით, როგორცაა ქლორანჰიდრიდები და ანჰიდრიდები.



8.12-C. დაჟანგვა

ფენოლების დაჟანგვა შედარებით მარტივ პირობებში მიმდინარეობს OH-ჯგუფის ელექტროდონორული გავლენის გამო

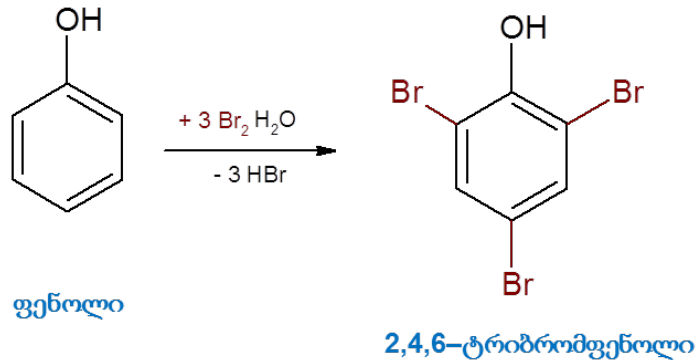


8.12-D. ურთიერთქმედება ელემენტარული რეაგენტებთან

ფენოლების ელექტროფილუბთან შედარებით მარტივ პირობებში ურთიერთქმედებენ, ვიდრე ბენზოლი OH-ჯგუფის ელექტროდონორული გავლენის გამო.

ჰალოგენირება

ფენოლების ჰალოგენირების რეაქციას ატარებენ კატალიზატორის გარეშე. წყალხსნარში ფენოლები ძალიან სწრაფად ურთიერთქმედებენ ბრომთან. ვერ ხერხდება რეაქციის გაჩერება მონობრომნარმოებულის მიღების სტადიაზე, ასე რომ ბრომის ფენოლთან ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება 2,4,6-ტრიბრომფენოლი – ეს არის თეთრი ფერის ნალექი.

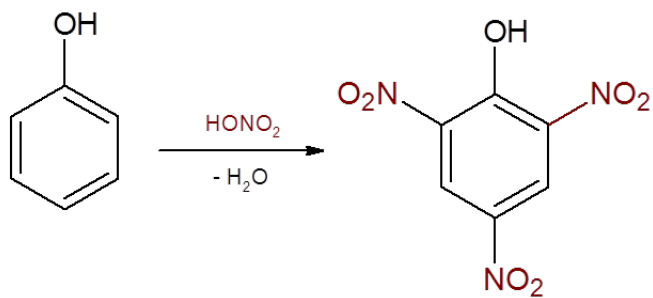


ეს რეაქცია გამოიყენება ფენოლების აღმოსაჩენად წყალში. წყლის ამღვრევა შესამჩნევია წყალში ფენოლის უმცირესი რაოდენობით არსებობისას (1:100000).

ბრომთან და ქლორთან ფენოლის ურთიერთქმედება გამხსნელის გარეშე ან მცირედპოლარულ გამხსნელში დაბალ ტემპერატურაზე, რეაგენტების ექვიმოლური თანაფარდობისას, ღებულობენ მონოჰალოგენნარმოებულებს.

ნიტრირება

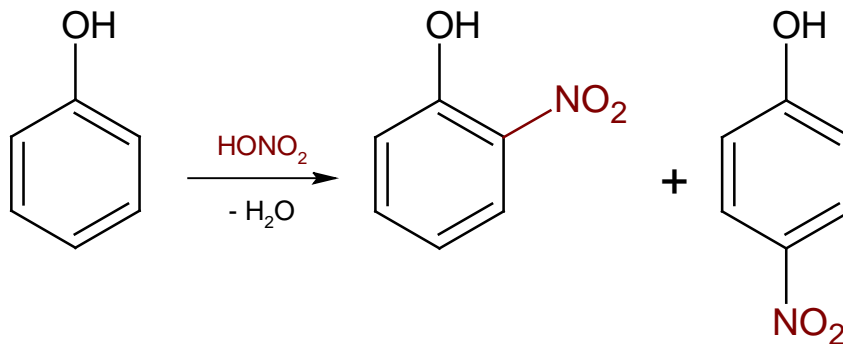
ფენოლის ურთიერთქმედებით კონცენტრირებულ აზოტმჟავასთან წარმოიქმნება 2,4,6-ტრინიტროფენოლი (პიკრინმჟავა)



ფენოლი

2,4,6-ტრინიტროფენოლი

ფენოლის ნიტრირება შესაძლებელია ძალიან რბილ პირობებში. ფენოლი აზოტმუაყვასთან და წარმოიქმნება ო- და პ-ნიტროფენოლების ნარევი.

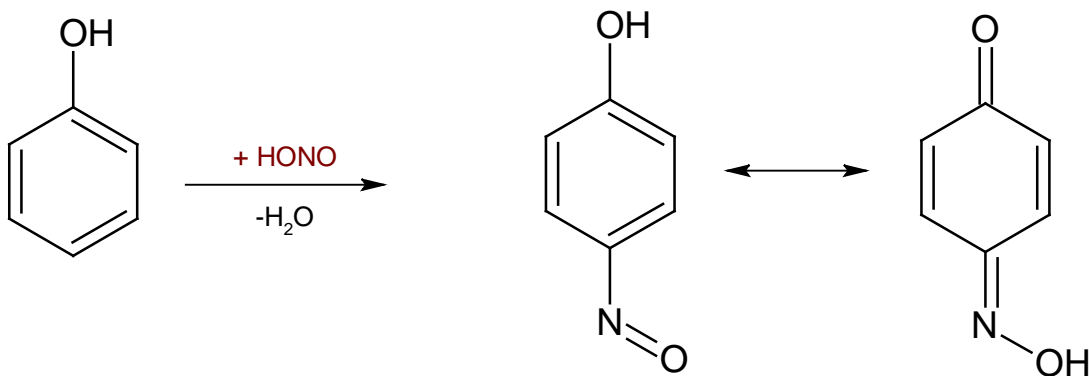


ფენოლი

ო-ნიტროფენოლი

პ-ნიტროფენოლი

პ-ნიტროზოფენოლი მიიღება მარტივ პირობებში ფენოლზე აზოტოვანიმუაყვას მოქმედებით 0-5°C-ზე.

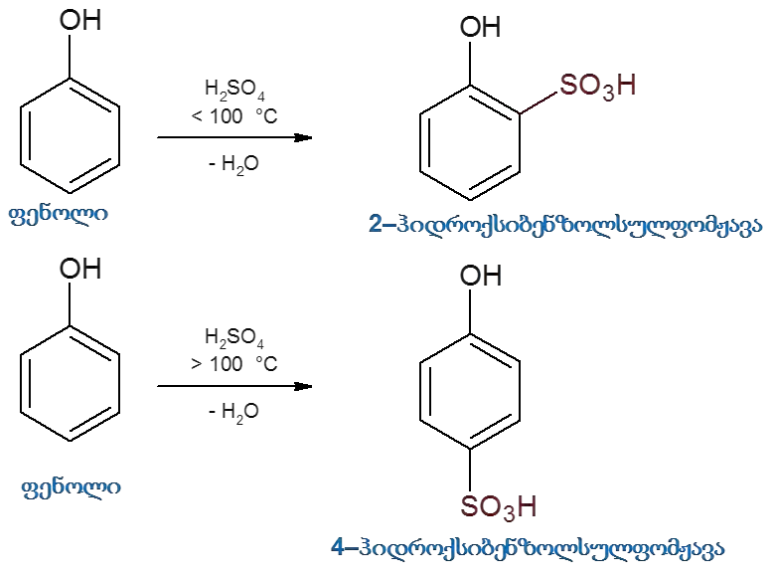


ფენოლი

4-ნიტროზოფენოლი

სულფირება

ფენოლის სულფირება მიმდინარეობს ადვილად კონცენტრირებული გოგირდმჟავით. სულფირების რეაქციის პროდუქტები დამოკიდებულია რეაქციის ტემპერატურაზე. ძირითადად ღებულობენ *o*- და *p*- წარმოებულებს.

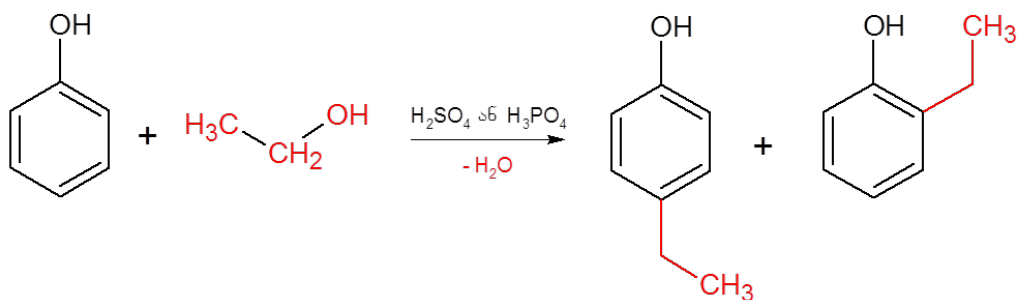
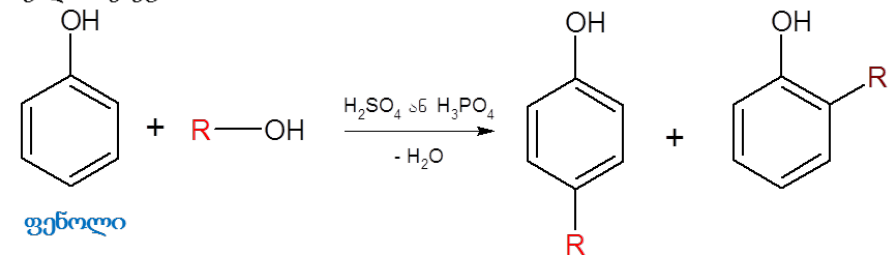


ფენოლის სულფირების პროდუქტები დამოკიდებულია რეაქციის ტემპერატურაზე!

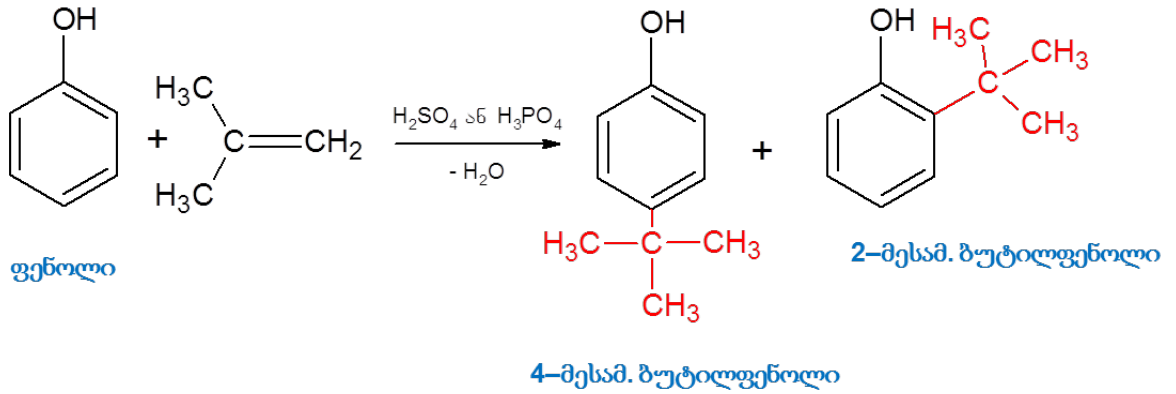
ალკილირება

ფენოლების ალკილირების რეაქციებს ხშირად ატარებენ სპირტებისა და ალკენების საშუალებით. კატალიზატორებად გამოიყენება H_2SO_4 , H_3PO_4

ზოგადი რეაქცია:



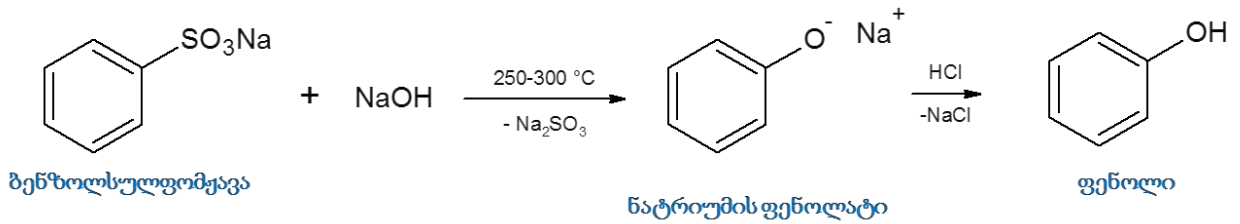
ალკილირება ალკენებით:



8.13. მიღების რეაქციები

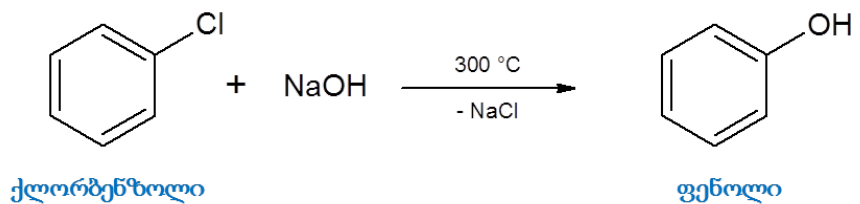
8.13-A. ჰიდროქსილის ნუკლეოფილური ჩანაცვლება

სულფომუჟავების მარილების შეღებობით ტუტესთან. მიღებულ პროდუქტს კი ამუსავებენ მუჟათი. ეს რეაქცია ასევე გამოიყენება მრავალატომიანი ფენოლებისა და ნაფთოლების მისაღებად.



8.13-B. ქლორის ნუკლეოფილური ჩანაცვლება

ფენოლის მიღება ქლორბენზოლიდან მიმდინარეობს მკაცრ პირობებში, განზავებული ტუტის ხსნარის ზემოქმედებით



8.13-C. არენდიაზონიუმის მარილების დაშლა

არენდიაზონიუმის მარილების გაცხელებას განზავებულ გოგირდმუავასთან მიყავს ის ჰიდროლიზამდე და ხდება დიაზოჯგუფის ჰიდროქსილის ჯგუფით ჩანაცვლება.

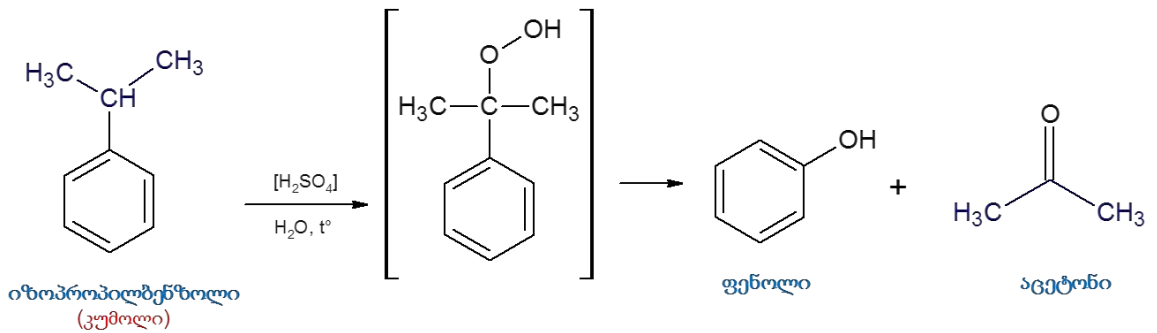


არენდიაზონიუმის მარილი

ფენოლი

8.13-D. კუმოლური მეთოდი

კუმოლური მეთოდი ერთ-ერთი ძირითადი სამრეწველო მეთოდია ფენოლის წარმოებისა. საწყისი პროდუქტია იზოპროპილბენზოლი (კუმოლი). კუმოლის უანგვა ხორციელდება ჰაერის უანგვადით კატალიზატორის თანაობისას.



იზოპროპილბენზოლი
(კუმოლი)

ფენოლი

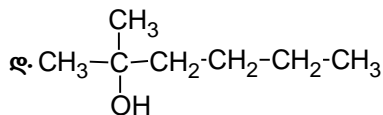
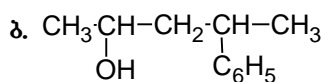
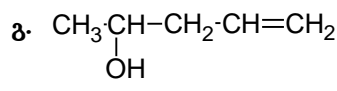
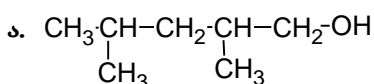
აცეტონი

დაბოუპიდეხელი სანუხათ

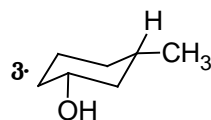
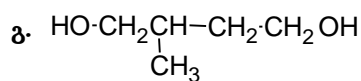
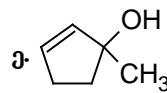
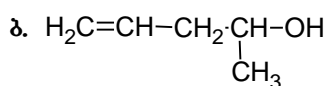
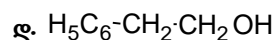
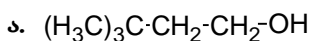
1. დაწერეთ უემდეგ ნაერთთა სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 1-ჰექსანოლი
- ბ. 5-მეთილ-3-ჰექსანოლი
- გ. 2-მეთილ-5-ქლორ-2-პენტანოლი
- დ. 2-მეთილ-4-ოქტანოლი
- ე. 3-ეთილ-4-ქლორციკლოჰექსანოლი

2. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები დაასახელოთ IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:



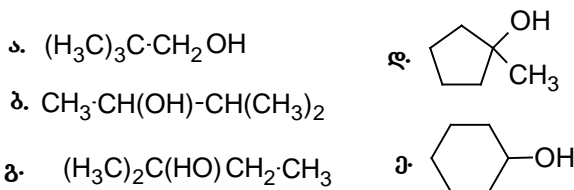
3. ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები დაასახელოთ IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:



4. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

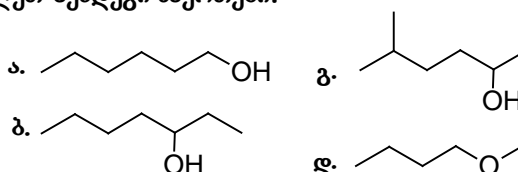
- ა. 2-ბუტენ-1-ოლი
- ბ. 1,2,4-ბუტანტრიოლი
- გ. 1,2-ციკლოპენტანდიოლი
- დ. 1-ეთილციკლოპენტანოლი
- ე. 2-ქლორ-3-ჰექსინ-1-ოლი
- ვ. 2-ეთოქსიპენტანი
- ზ. ტეტრაჰიდროფურანი
- თ. ეთილფენილეთერი
- ი. დიზოპროპილეთერი
- კ. 2-ეთოქსიეთანოლი

5. მოახდინეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი სპირტების კლასიფიკაცია (პირველად, მეორეულ და მესამეულ სპირტებად):

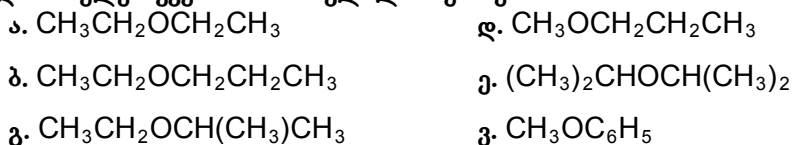


6. დაწერეთ ა) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, ბ) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, გ) $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ შედგენილობის ნაერთებისათვის სპირტებისა და მარტივი ეთერების ფორმულები. დაასახელეთ ისინი.

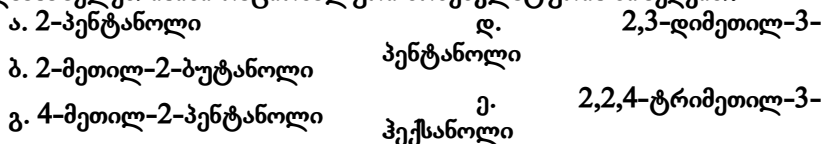
7. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:



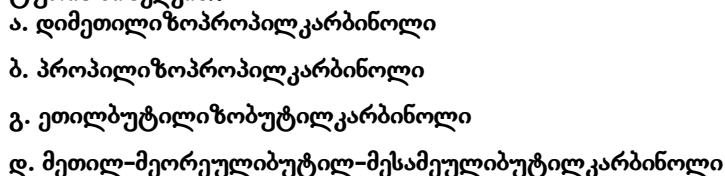
8. დაასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:



9. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები. დაასახელეთ ისინი რაციონალური ნომენკლატურის მიხედვით.

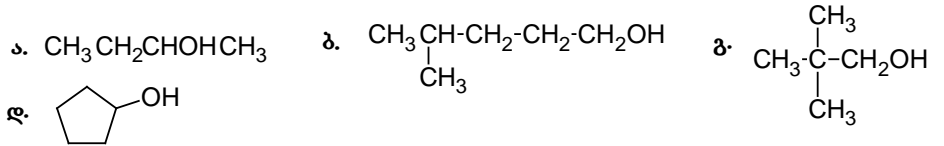


10. ქვემოთ ჩამოთვლილი სპირტები დაასახელეთ IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:



11. დაწერეთ $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ შედგენილობის ყველა α -, β - და γ -გლიკოლებს ყველა იზომერების სტრუქტურული ფორმულები. დაასახელეთ ისინი IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით.

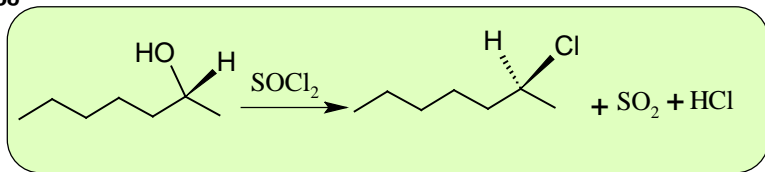
12. მოგვცით მოცემული ნაერთებისათვის ორ-ორი სახელი:



13. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 1,5-ციკლოქტადიენი
- ბ. 1,6-დიმეთილ-1,3-ციკლოპექსადიენი
- გ. 3-ჰეპტენ-1-ოლი

14. განიხილეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქცია და უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:



1. დაასახელეთ საწყისი ნაერთი IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით.
2. საწყისი ნაერთი მიეკუთვნება:
 - ა. პირველად სპირტს
 - ბ. მეორეულ სპირტს
 - გ. მესამეულ სპირტს
 - დ. მეოთხეულ სპირტს
3. დაწერეთ ამ რეაქციის მექანიზმი, უჩვენეთ ელექტრონების ყველა შესაძლო გადასვლა.
4. მოცემული რეაქცია მიეკუთვნება:
 - ა. E1 პროცესს; ბ. S_N1 პროცესს; გ. E2 პროცესს; დ. S_N2 პროცესს.

15. აღნიშნეთ ქვემოთ მოყვანილი რომელი დებულებაა სწორი ან მცდარი:

- ა. მესამეული სპირტები უფრო ადვილად განიცდიან დეჰიდრატაციას ვიდრე მეორეული სპირტები.
- ბ. სპირტებს უფრო მჟავა თვისება აქვთ, ვიდრე თიოლებს.
- გ. სპირტებს აქვთ უფრო მაღალი დუღილის ტემპერატურა ვიდრე თიოლებს.

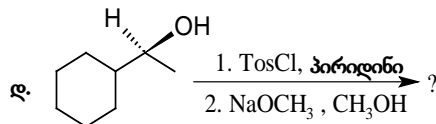
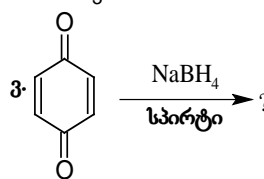
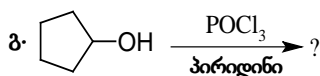
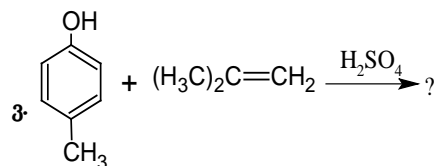
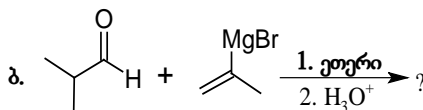
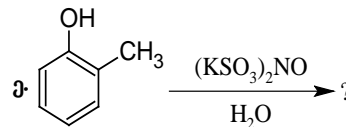
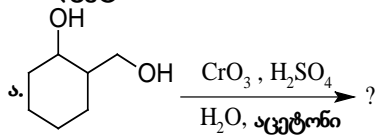
16. დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულები და დაასახელეთ ნაერთები, რომლებიც მიიღებიან 1-ბუტანოლის ურთიერთქმედებით შემდეგ ნაერთებთან:

- ა. მეტალური ნატრიუმი
- ბ. მეტალური ნატრიუმი და შემდგომ 1-ბროპროპანი
- გ. ნატრიუმის ჰიდრიდი
- დ. პ-ტოლუოლსულფონილქლორიდი
- ე. ფოსფორის ტრიქლორიდი
- ვ. თიონილქლორიდი

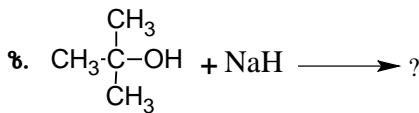
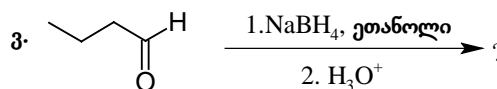
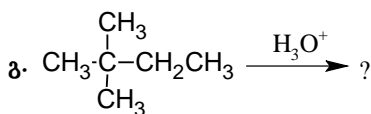
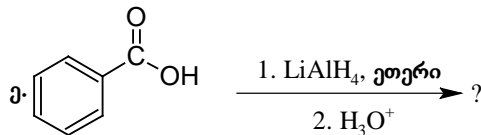
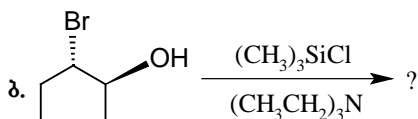
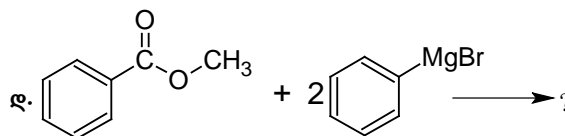
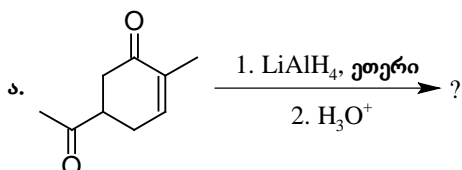
ზ. H₂SO₄; 140°C

თ. HBr (კონც.)

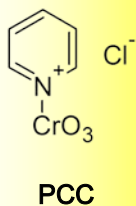
17. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილ რეაქციებში მიღებული ძირითადი პროდუქტი:



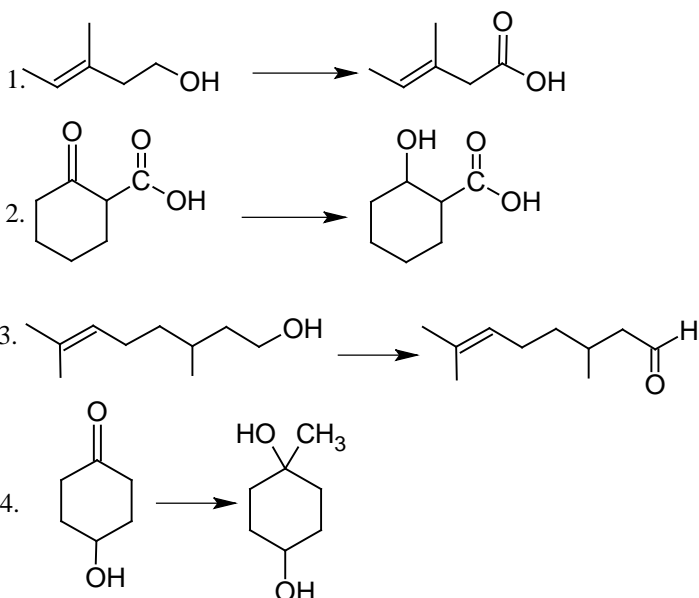
18. ჩაატარეთ ქვემოთ მოყვანილი გარდაქმნები, დაწერეთ რეაქციის ძირითადი პროდუქტები:



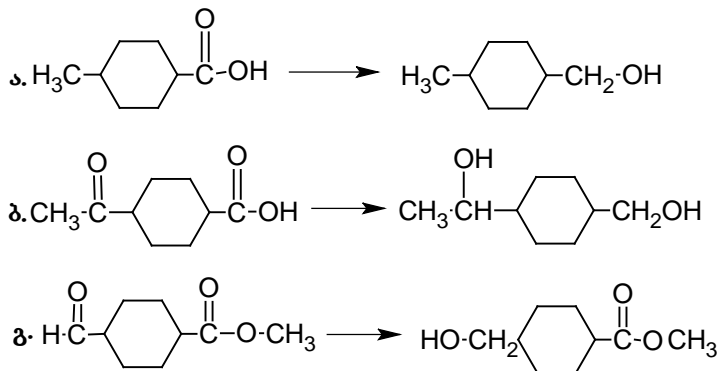
19. ქვემოთ მოყვანილი გარდაქმნებისათვის შეარჩიეთ საჭირო რეაგენტები (რეაგენტი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ერთი ან რამოდენიმე).



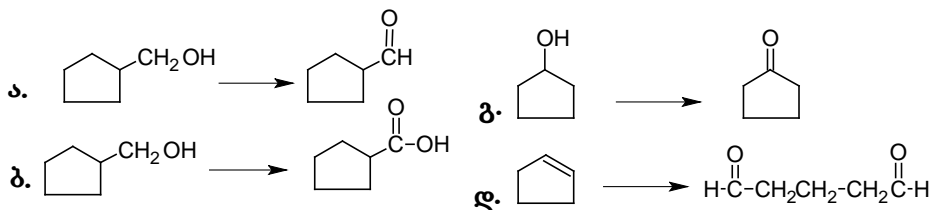
- ა. 1. CH_3MgBr , ეთერი; 2. H_3O^+
- ბ. 1. PBr_3 ; 2. NaOH
- გ. 1. $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$; $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$, 2. CH_3MgBr ; ეთერი
- დ. 1. LiAlH_4 , ეთერი, 2. H_3O^+
- ე. $p\text{-TosCl}$, პირიდინი
- ვ. CrO_3 , H_2SO_4 , H_2O
- ზ. 1. NaBH_4 , ეთერი, 2. H_3O^+



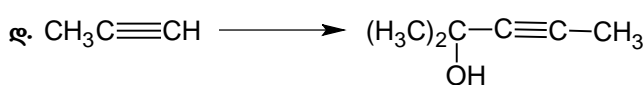
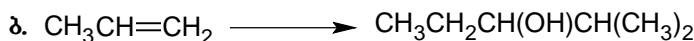
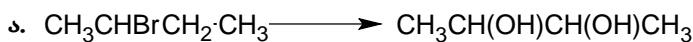
20. ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების ჩასატარებლად რომელი აღმდგენელი გამოიყენება LiAlH_4 თუ NaBH_4 .



21. აჩვენეთ რომელი რეაგენტების გამოყენებით ჩასატარებთ ქვემოთ მოყვანილ გარდაქმნებს:



22. მხოლოდ არაორგანული ნაერთების გამოყენებით განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



23. $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ შედგენილობის ნაერთი მდგრადია KMnO_4 -ის წყალხსნარის მიმართ და რეაგირებს CH_3MgI -თან აირის გამოყოფით. კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან გაცხელებით საწყისი ნაერთი გარდაიქმნება C_5H_{10} -ში, რომელიც კალიუმის პერმანგანატთან მჟავა არეში გაცხელებით იძლევა აცეტონს და ძმარმჟავას. დაადგინეთ საწყისი ნაერთის აღნაგობა.

24. $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$ შედგენილობის ნაერთი აუფერულეს ბრომიან წყალს, ადვილად ჰიდროლიზდება ტუტის წყალხსნარით $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ შედგენილობის ნაერთის წარმოქმნით. ამ ნაერთების გატარებით სპილენძის შემცველ გახურებულ მილში წარმოქმნება კროტონალდეჰიდი. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ შედგენილობის მეორე იზომერული ნაერთის გატარებით სპილენძის შემცველ გახურებულ მილში კი წარმოქმნება მეთილვინილკეტონი. როგორი აღნაგობა აქვს საწყის ნაერთს. დაწერეთ ჩამოთვლილი რეაქციები.

25. რომელი სპირტების დაჟანგვით მიიღება (ნახშირბადატომთა იგივე რიცხვით) შემდეგი ნაერთები:

ა. ბენზალდეჰიდი

დ. ბენზოფენონი

ბ. მ-ტოლუილალდეჰიდი

ე. ფენილაცეტონი

გ. ფენილძმარალდეჰიდი

26. დაადგინეთ $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ შედგენილობის სპირტის მოლეკულის აღნაგობა, თუ მისი გახურებით გოგირდმჟავასთან წარმოიქმნება ნახშირ-წყალბადი C_4H_8 , რომლის ოზონოლიზით და შემდგომი ჰიდროლიზით მიიღება ძმარალდეჰიდი. დაწერეთ რეაქციათა ტოლობები.

27. $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ შედგენილობის ნაერთი CH_3MgBr -თან ურთიერთქმედებით გამოყოფს ორ მოლ CH_4 . იგი ჰიდრირებით გარდაიქმნება 2-მეთილ-2-ბუტანოლში. როგორი აღნაგობა აქვს საწყის ნაერთს? როგორი მახასიათებელი შთანქმის ზოლები უნდა იყოს ამ ნაერთის იწ სპექტრში?

28. როგორი აღნაგობა აქვს $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ შედგენილობის ნაერთს რომლის:

ა. იწ სპექტრი შეიცავს შთანთქმის ზოლებს 3350, 2960, 2920, 2870, 1460, 1385, 1365, 1040 cm^{-1} .

ბ. ნაერთის ორთქლის გატარებით სპილენძის კატალიზატორზე 300°C წარმოიქმნება $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ შედგენილობის ნაერთი, რომლის იწ სპექტრში არ არსებობს შთანთქმის ზოლები $3600\text{--}3200\text{cm}^{-1}$ უბანში, ეს უკანასკნელი CH_3MgI -თან გრინიარის რეაქციით იძლევა 3-მეთილ-1-ბუტანოლს.

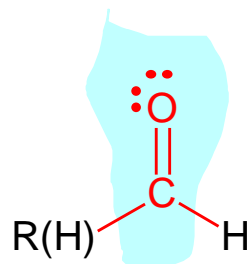
29. დაადგინეთ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ შედგენილობის ნაერთის აღნაგობა მისი ^1H -პრ სპექტრის მონაცემებით: δ_1 3,7 მწ (სინგლეტი, 4H); δ_2 4,7 მწ (სინგლეტი, 2H).

თავი 9.

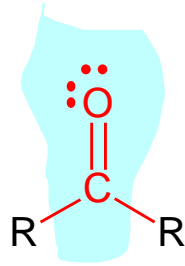
- ✓ კარბონილური ნაერთები
- ✓ ალდეჰიდები
- ✓ კეტონები

9.1. შესავალი

კარბონილური ნაერთებია ისეთი ნივთიერებები, რომელშიც მოიცავენ კარბონილის ან ოქსო ფუნქციურ ჯგუფს.

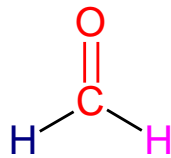


კარბონილის ფუნქციური ჯგუფი ეწოდება ატომთა გაერთიანებას, რომელშიც ჟანგბადის ატომი ორმაგი ბმით დაკავშირებულია ნახშირბადატომთან, რომელიც თავის მხრივ უკავშირდება ერთ ან ორ წყალბადატომ ან ნახშირბადოვან ჩონჩხ(ებ)ს.



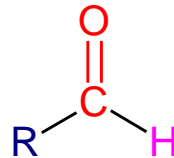
ოქსო ფუნქციური ჯგუფი ეწოდება ატომთა გაერთიანებას, რომელშიც ჟანგბადის ატომი ორმაგი ბმით დაკავშირებულია ნახშირბადატომთან, რომელიც თავის მხრივ უკავშირდება ერთ ან ნახშირბადატომს ჩონჩხ(ებ)ს.

იმისდა მიხედვით, თუ რამდენ წყალბადის ატომს უკავშირდება კარბონილის ჯგუფი, ანსხვავებენ **ალდეჰიდებსა** და **კეტონებს**:



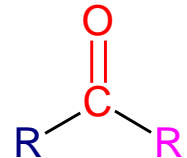
ალდეჰიდი

კარბონილური ჯგუფი დაკავშირებულია ორ წყალბადატომთან



ალდეჰიდი

კარბონილური ჯგუფი დაკავშირებულია ერთ წყალბადატომთან

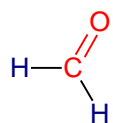


კეტონი

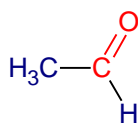
კარბონილური ჯგუფი არ უკავშირდება წყალბადატომებს

9.2. ნომენკლატურა

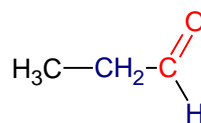
იუპაკის ნომენკლატურის მიხედვით ალდეჰიდების დასახელებისას დაბოლოებაა -ალი, კეტონების შემთხვევაში კი -ონი. გამოიყენება ასევე ისტორიული დასახელებები.



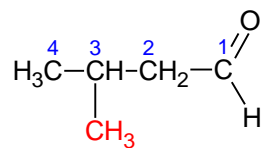
IUPAC:
მეთანალი



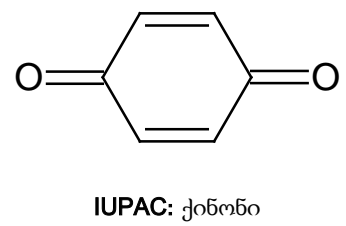
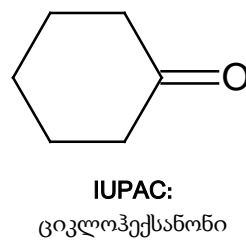
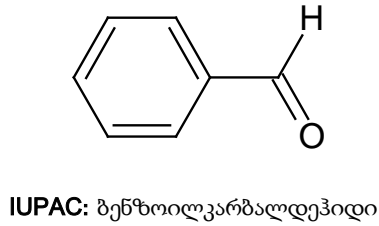
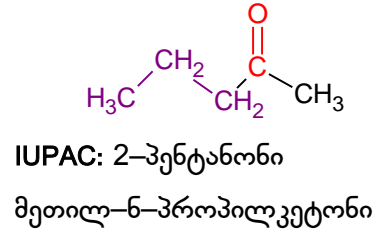
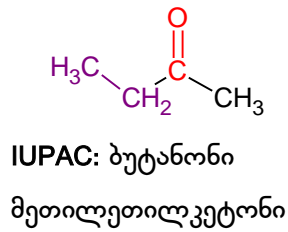
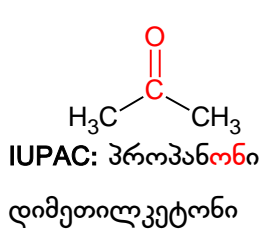
IUPAC:
ეთანალი



IUPAC:
პროპანალი

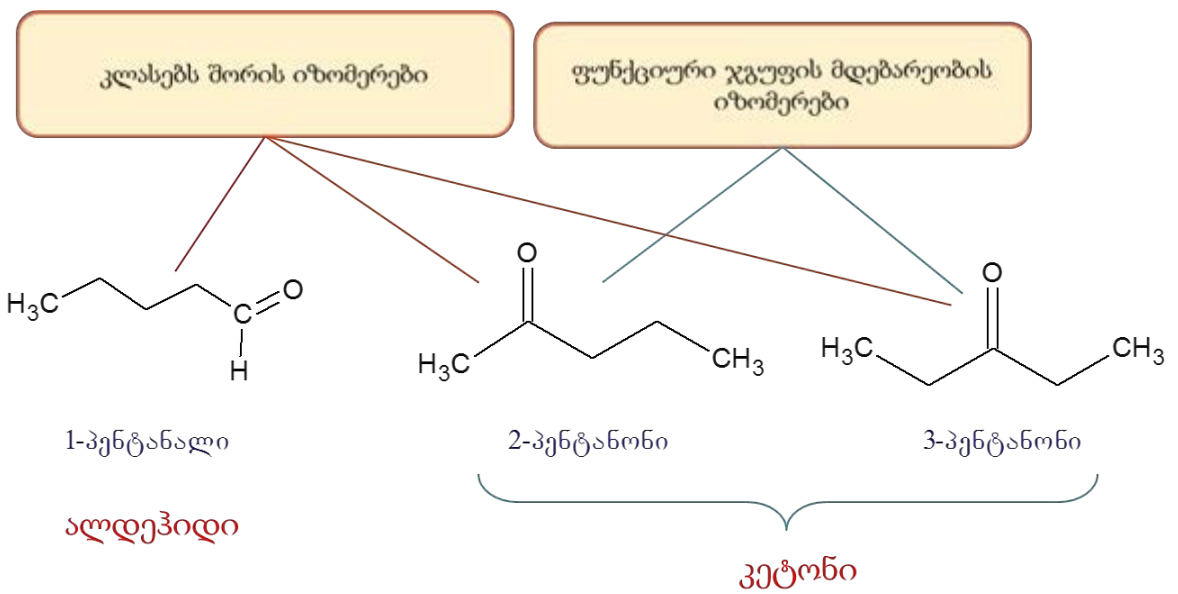


IUPAC:
3-მეთილბუტანალი



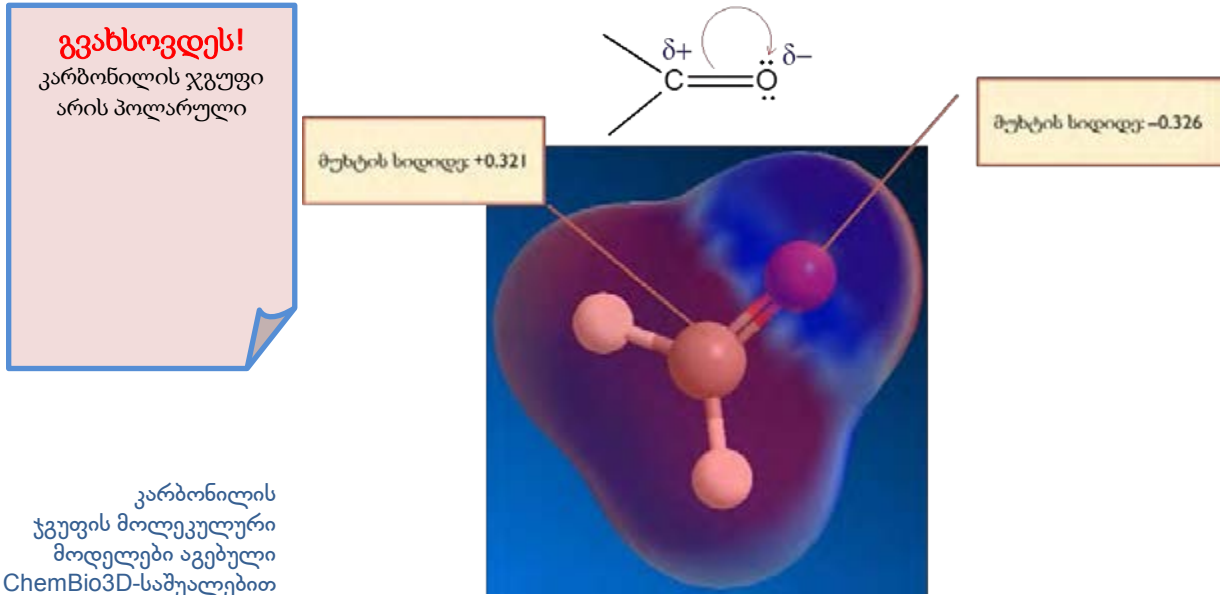
9.3. იზომერია

კლასებს შორის იზომერები:

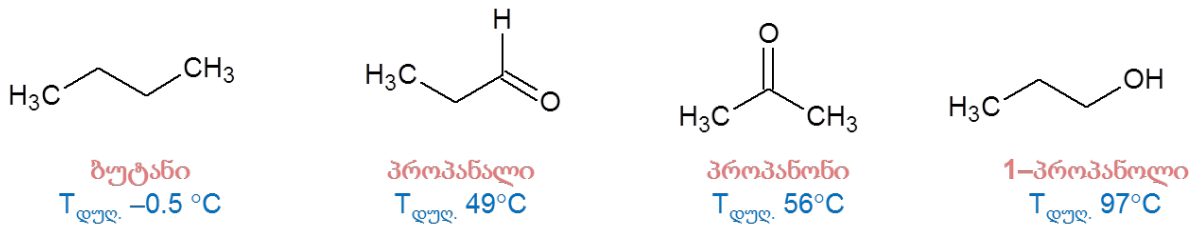


9.4. ფიზიკური თვისებები

კარბონილის ჯგუფის აღნაგობა:



კარბონილის ჯგუფი პოლარულობის გამო, ალდეჰიდებისა და კეტონების დუდილის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე იგივე მოლეკულური მასის მქონე ნახშირწყალბადების.



ალდეჰიდები და კეტონები არ წარმოქმნიან წყალბადურ ბმებს, ამიტომ მათი დუდილის ტემპერატურა უფრო ნაკლებია, ვიდრე სპირტების.

9.5. ბუნებაში გავრცელება და გამოყენება

მრავალი ალდეჰიდი და კეტონი მრავალ მცენარეში არის გავრცელებული:



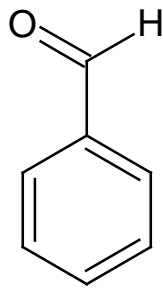
მწარე ნუშის ზეთი



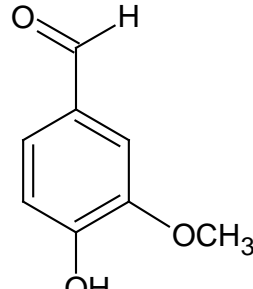
ვანილის მარცვლები



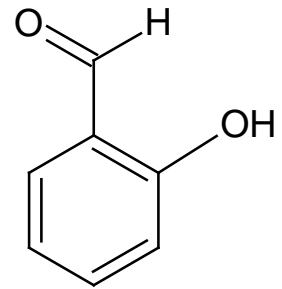
Filipendula ulmaria



ბენზალდეჰიდი



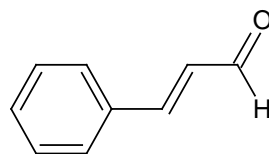
ვანილინი



სალიცილალდეჰიდი



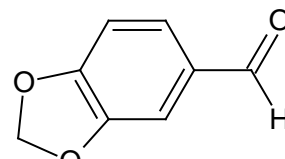
დარიჩინი



დარიჩინალდეჰიდი



Sassafras albidum



პიპერონალი

9.6. ემიური თვისებები

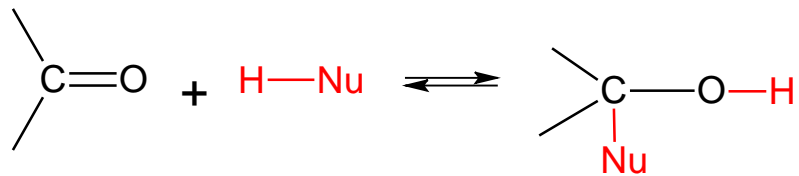
ალჰედიდებისა და კეტონებისათვის დამახასიათებელია:

1. ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციები (A_N)
2. დაჟანგვისა და აღდგენის რეაქციები

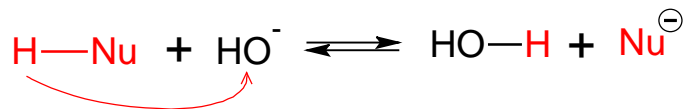
9.6-A. C=O ბმის ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციის მექანიზმი

C=O ბმის ნუკლეოფილური მიერთების რეაქციის მექანიზმი (მოცემულია ერთ-ერთი შესაძლო ვარიანტი):

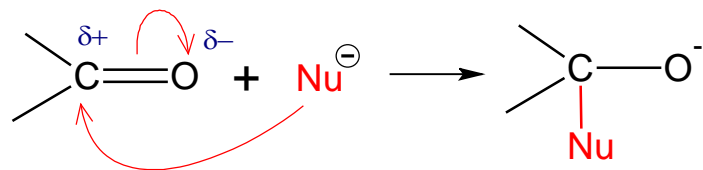
ჯამური რეაქცია



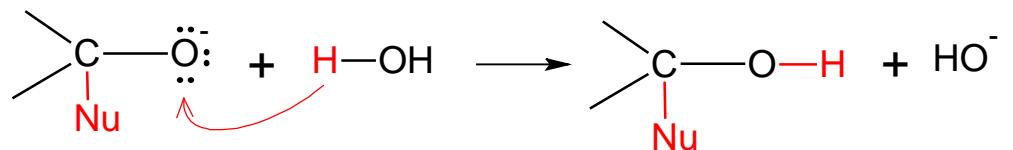
სტადია 1. ნუკლეოფილის გენერირება



სტადია 2. ნუკლეოფილის შეტევა კარბონილურ ნახშირბადატომზე

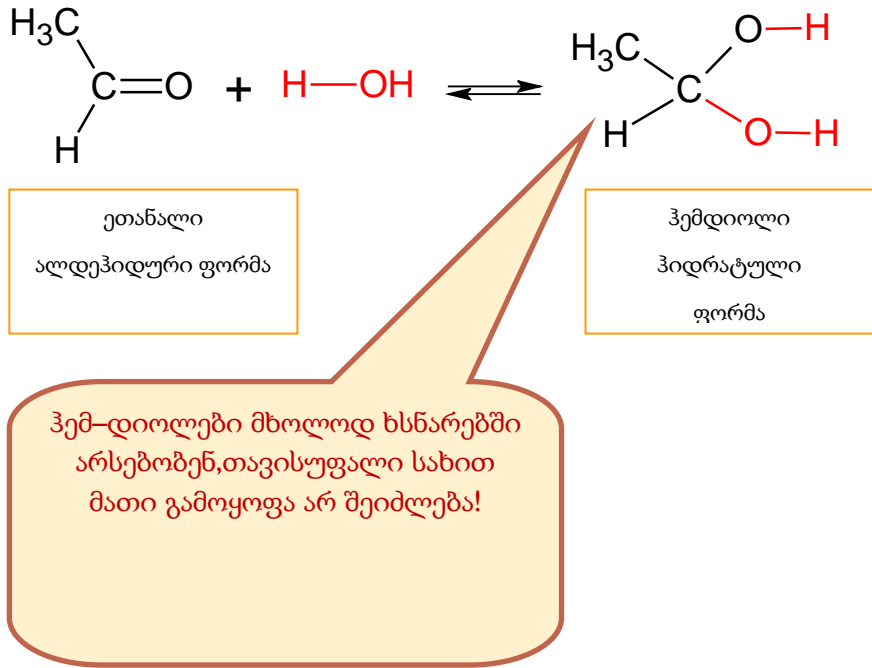


სტადია 3. ელექტროფილის მიერთება



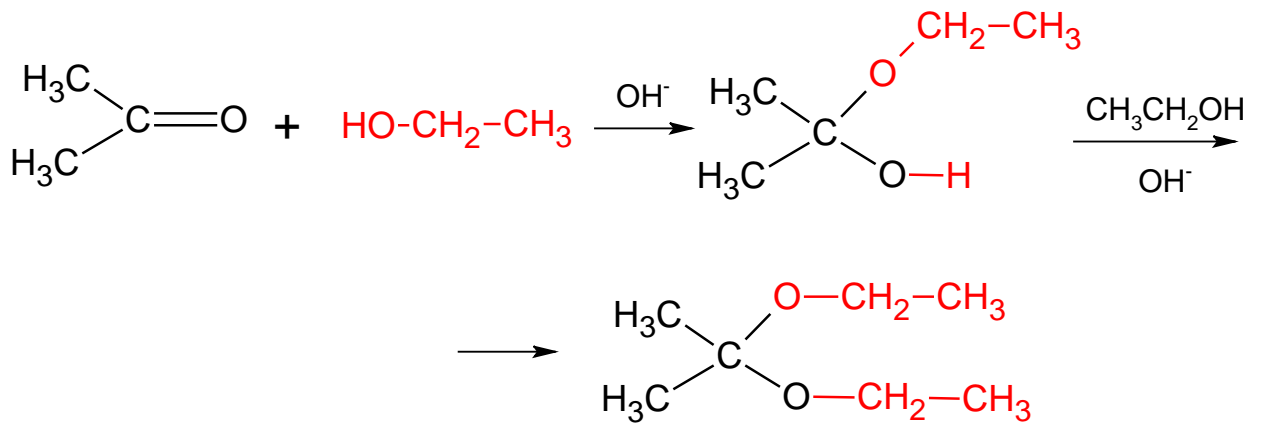
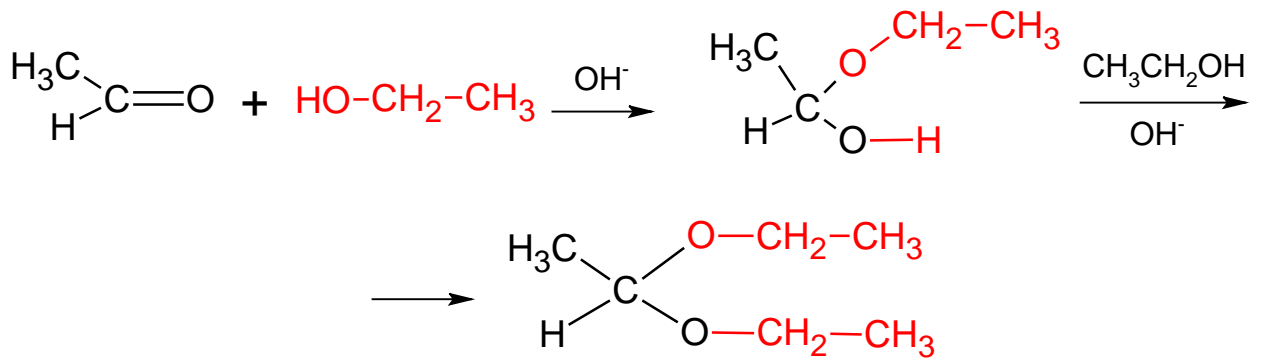
9.6-B. O-ნუკლეოფილების მიერთება (წყლის მიერთება)

ალდეჰიდებისა და კეტონების წყალში ხსნადობა შეიძლება აიხსნას გემ-დიოლების წარმოქმნით, რომლებიც წონასწორობაში იმყოფებიან შესაბამის კარბონილურ ფორმასთან.



9.6-C. O-ნუკლეოფილების მიერთება. ნახევარაცეტალი და ნახევარლეთანალი

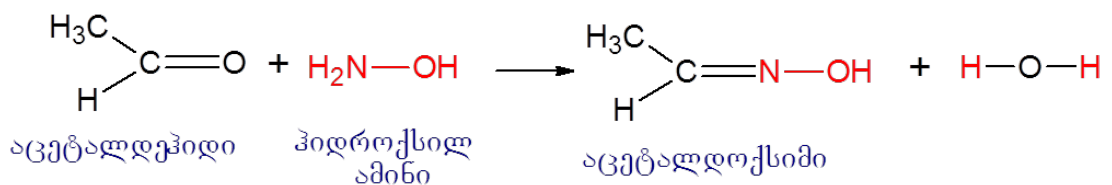
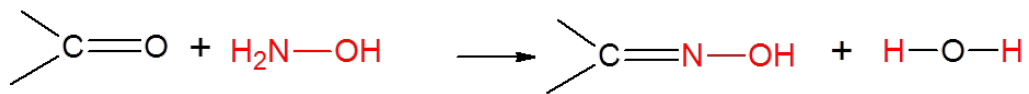
დაბალმოლეკულური პირველადი სპირტები (CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) ურთიერთქმედებენ ალდეჰიდებთან და კეტონებთან ორ საფეხურად. პირველ საფეხურზე წარმოიქმნება ნახევარაცეტალი – 1 მოლი სპირტის მიერთების პროდუქტი, ხოლო მეორე საფეხურზე წარმოიქმნება აცეტალი – ნახევარაცეტალის ჰიდროქსილის ჯგუფის ალკილირების პროდუქტი.



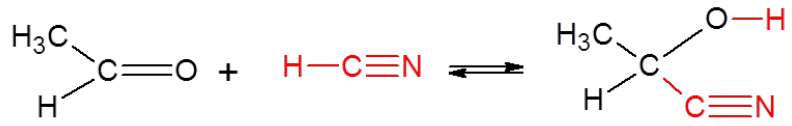
9.6-D. N-სუკლოფილუბის მიერთება

ამიაკის ნაწარმების მიერთება

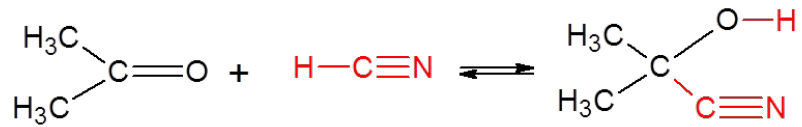
ზოგადი რეაქცია:



9.6-E. ციანურალბადმუხვის მიერთება



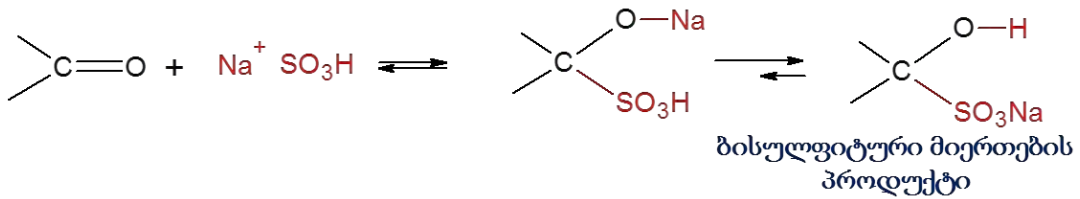
ციანჰიდრინი



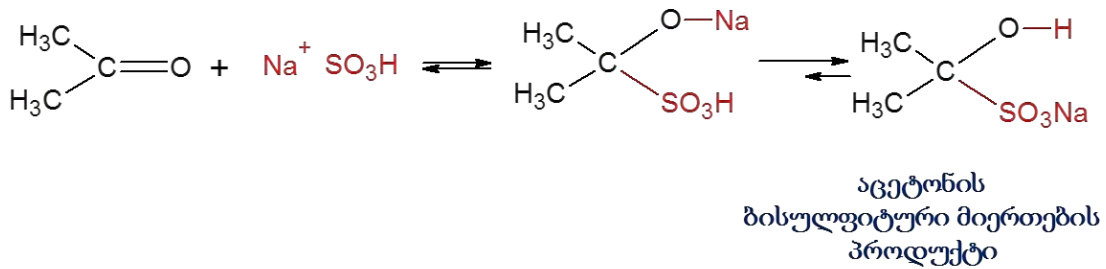
ციანჰიდრინი

9.6-F. ნატრიუმის ბისულფიტის მიერთება

ზოგადი რეაქცია:

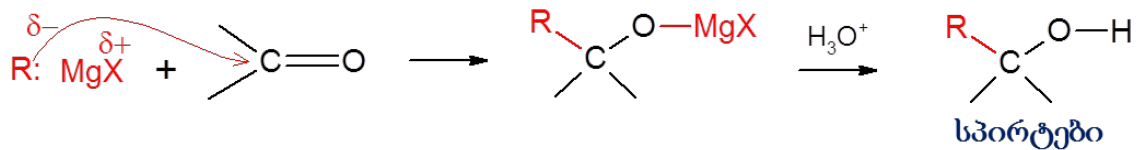


მაგალითი:

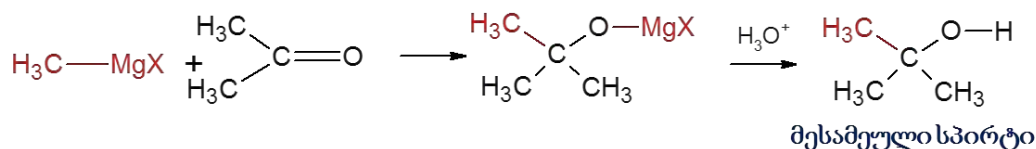
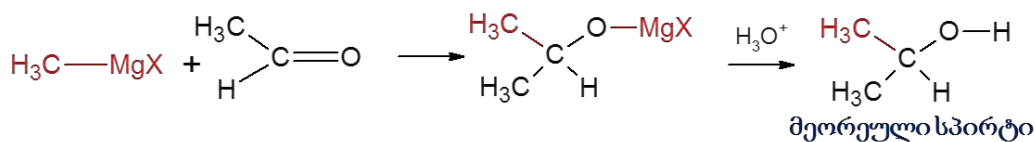
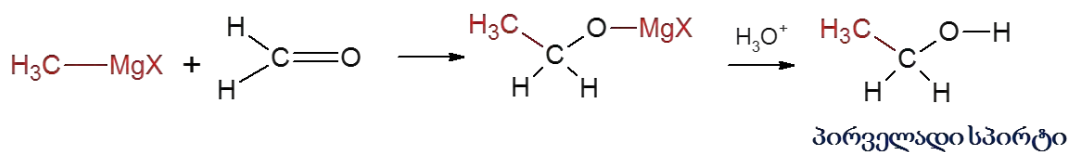


9.6-G. გრინიარის რეაგენტის მიერთება

ზოგადი რეაქცია:

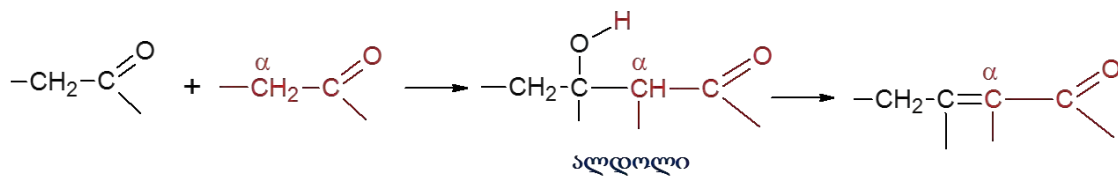


მაგალითები:

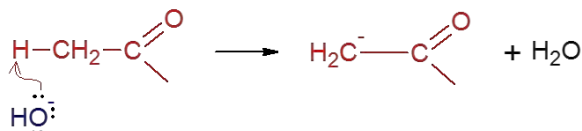


9.6-H. ალდოლური რეაქციები

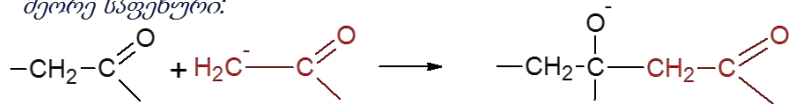
ზოგადი რეაქცია:



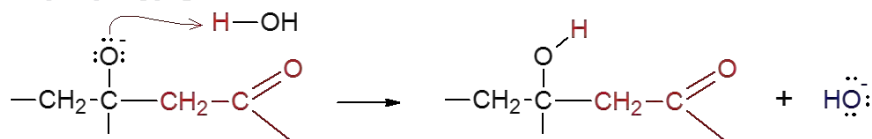
პირველი საფეხური:



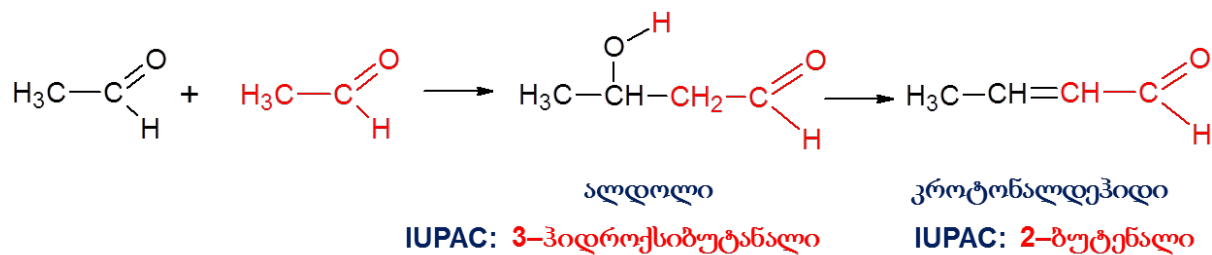
მეორე საფეხური:

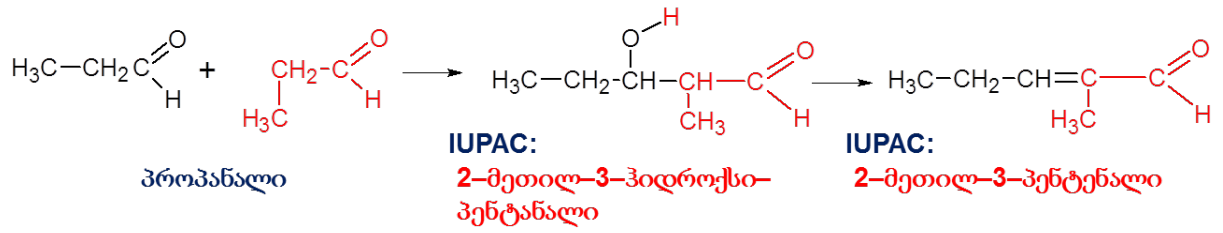


მესამე საფეხური:



ალდოლური რეაქციების კონკრეტული მაგალითები:



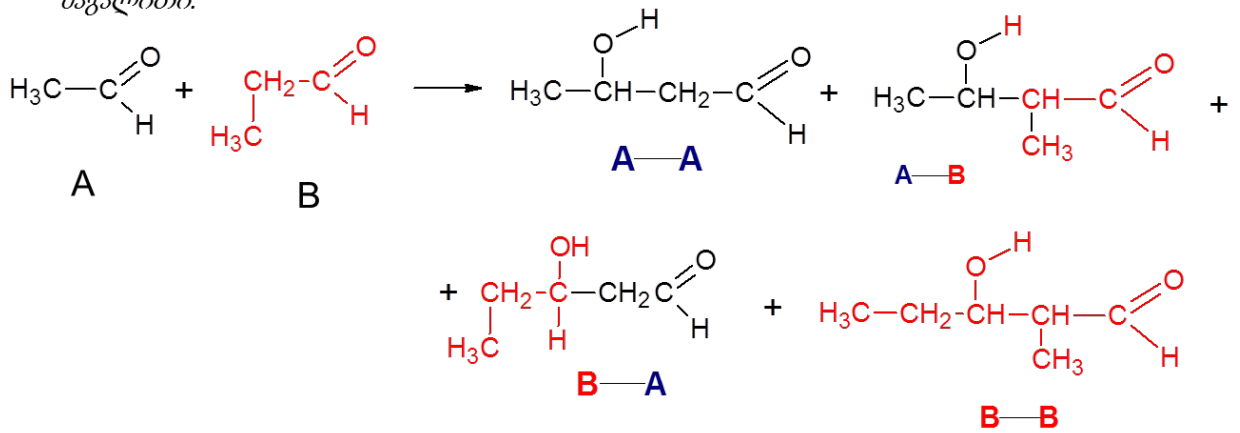


ჯვარედინი ალდოლური რეაქციები:

ზოგადი რეაქცია:

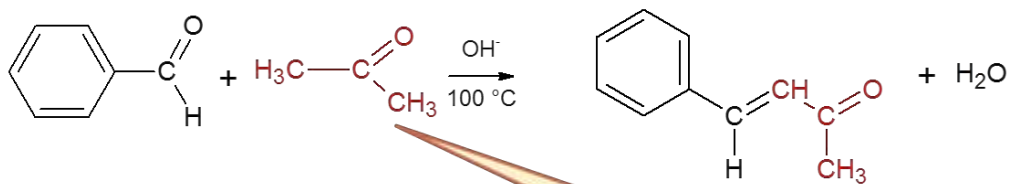


მაგალითი:



კლაიზენ-შმიდტის რეაქცია:

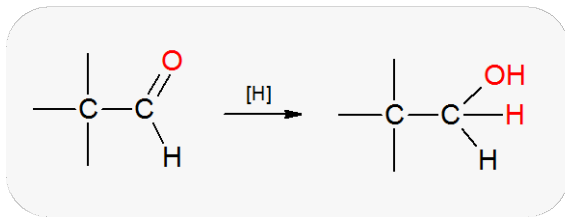
მაგალითი:



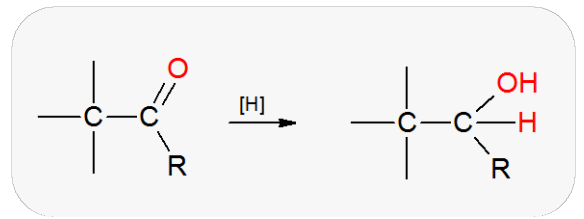
როდესაც ალდოლურ კონდენსაციაში ერთ-ერთი მორეაგირე კომპონენტი კეტონია, რეაქცია კლაიზენ-შმიდტის სახელს ატარებს.

9.6-K. ალდეჰენის რეაქციები

ზოგადი რეაქცია:

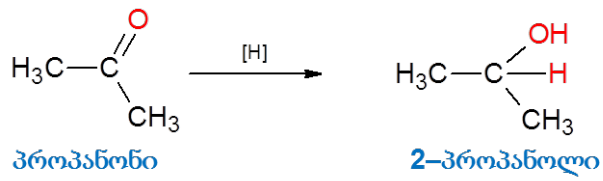
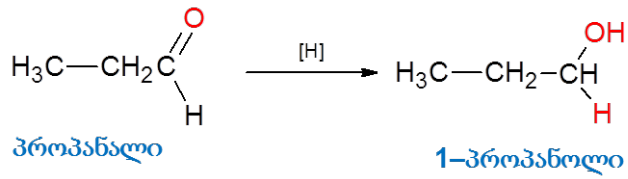


ალდეჰიდი პირველადი სპირტი



კეტონი მეორეული სპირტი

მაგალითები:

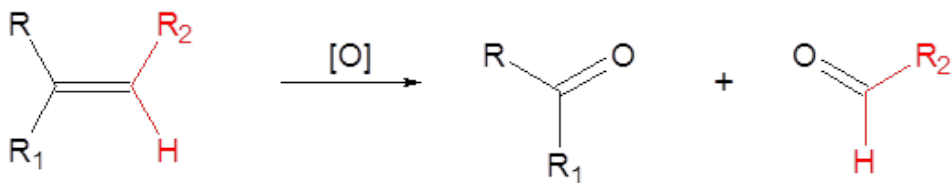


9.7. მიღება

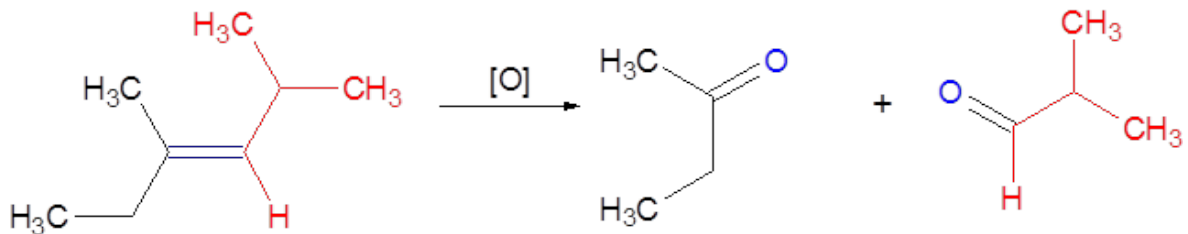
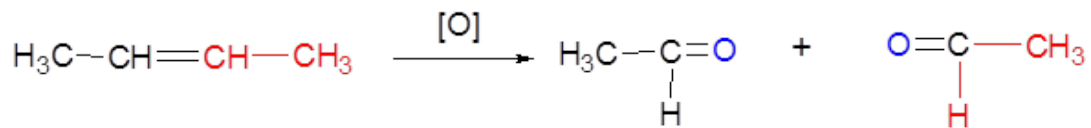
9.7-A. ალკენების დესტრუქციული დაჟანგვის რეაქცია

დამუანგველად შეიძლება გამოყენებული იქნას $\text{CrO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}$,
ოზონი და სხვა ძლიერი დამუანგველები.

ზოგადი სქემა:

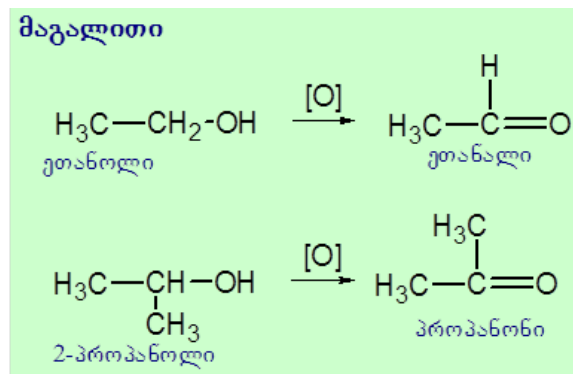
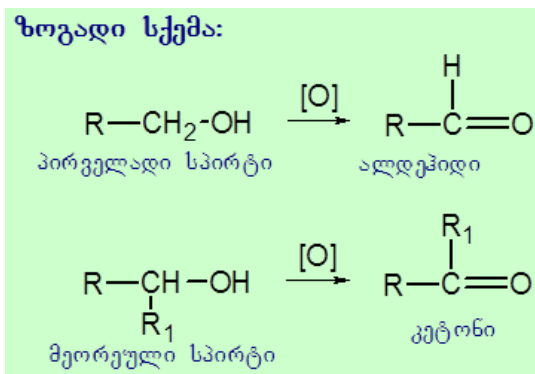


მაგალითი:



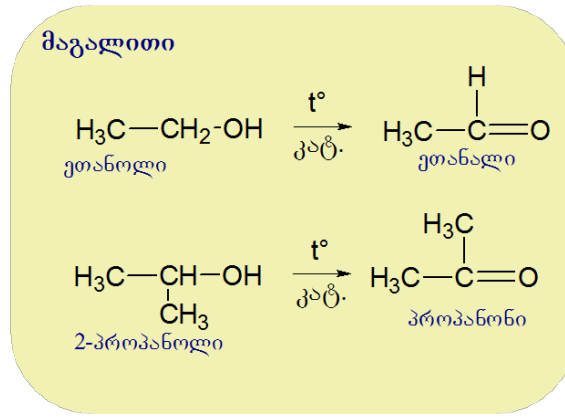
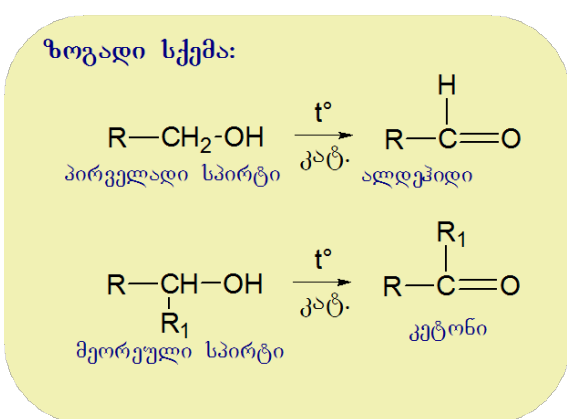
9.7-B. ალკანოლების დაჟანგვის რეაქციები

დამუანგველებად გამოიყენება O_2/Cu ; O_2/CuO ; KMnO_4 ;
 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$; CrO_3 და სხვა...



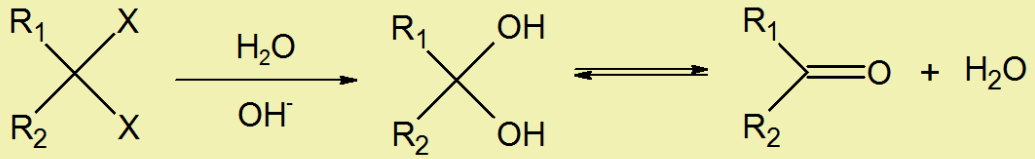
9.7-ც. ალკანოლების დეჰიდრირების რეაქციები

კატალიზატორებად გამოიყენება: Cu, Pt, Pd



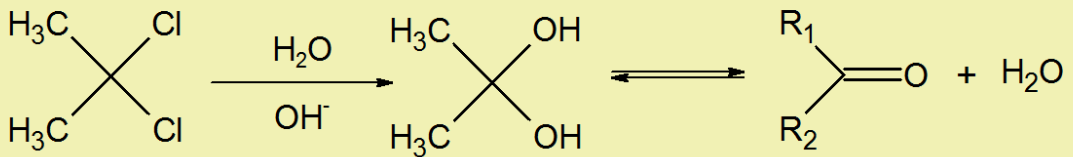
9.7-D. დიჰალოგენალკანების ჰიდროლიზი

ზოგადი სქემა:



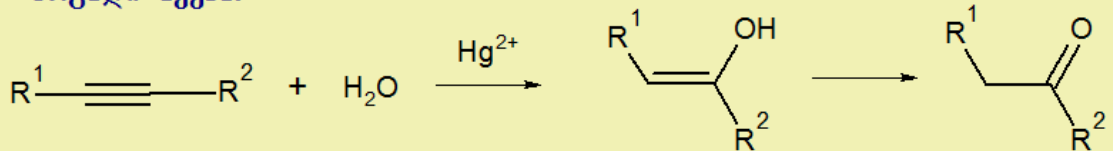
სადაც: X= F, Cl, Br, I

მაგალითი:

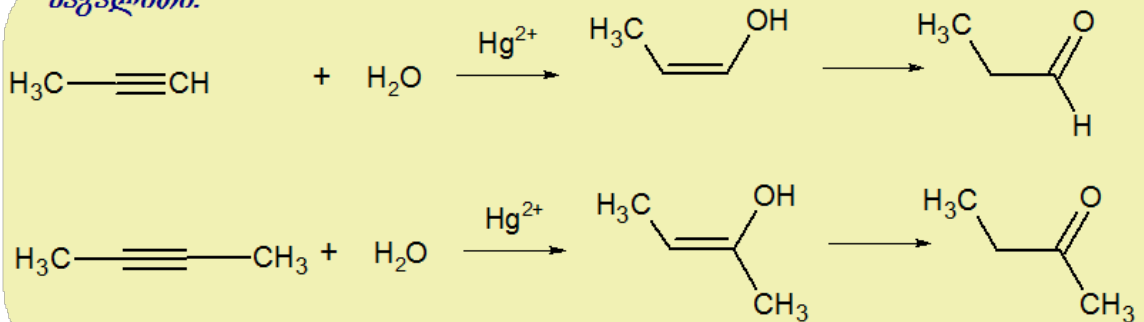


9.7-E. ალკინების ჰიდრატაცია (კუჩეროვის რეაქცია)

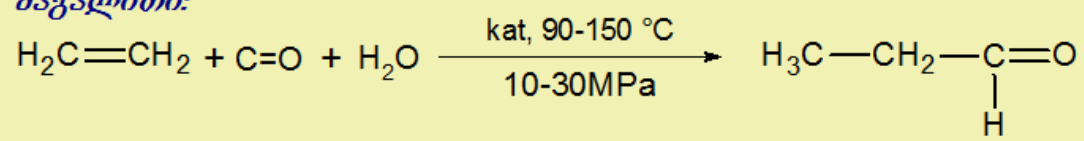
ზოგადი სქემა:



მაგალითი:



9.7-F. პირდაპირი კარბონილირება (ოქსოსინთეზი)

მაგალითი:

დამოუკიდებელი სამუშაო

1. დაწერეთ C_4H_8O შედგენილობის ყველა ალდეჰიდისა და კეტონის იზომერები. დაასახელეთ ისინი საერთაშორისო და რაციონალური ნომენკლატურით, სადაც შესაძლებელია მოიყვანეთ ტრივიალური დასახელებები.

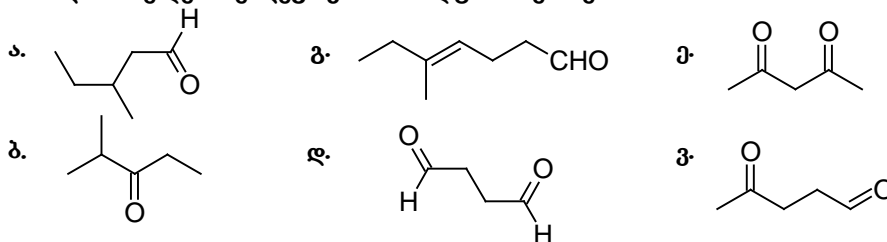
2. დაწერეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები. დაასახელეთ ისინი რაციონალური ნომენკლატურით:

- ა. პენტანალი დ. 4-მეთილ-2-პენტანონი
- ბ. 3-მეთილბუტანალი ე. 3-ბუტენალი
- გ. 2-პენტანონი ვ. 4-პენტინ-2-ონი

3. დაწერეთ შემდეგ ნაერთთა ფორმულები და დაასახელეთ ისინი საერთაშორისო ნომენკლატურით:

- ა. პროპიონის ალდეჰიდი ვ. ფორმილმარალდეჰიდი
- ბ. აცეტონი ზ. დიაცეტილი
- გ. იზოვალერიანალდეჰიდი თ. სალიცილალდეჰიდი
- დ. მეთილიზობუტილკეტონი ი. ბენზოფენონი
- ე. ეთილვინილკეტონი კ. დიიზოპროპილკეტონი

4. დაასახელეთ შემდეგი კარბონილური ნაერთები:



5. დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულები და დაასახელეთ ნაერთები, რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

- ა. $C_6H_{12}O$ შედგენილობის ალდეჰიდი, რომელიც არ შეიცავს წყალბადს α -C-ატომთან
- ბ. $C_5H_{10}O$ შედგენილობის მეთილკეტონი, რომელსაც აქვს ნორმალური აღნაგობა
- გ. $C_5H_{10}O$ შედგენილობის ალდეჰიდი, რომლის მოლეკულა ქირალურია.

6. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. ფორმალდეჰიდი ვ. დიფენილკეტონი (ბენზოფენონი)
- ბ. აცეტალდეჰიდი ზ. ფენილაცეტალდეჰიდი
- გ. ბენზალდეჰიდი თ. მეთილბენზილკეტონი

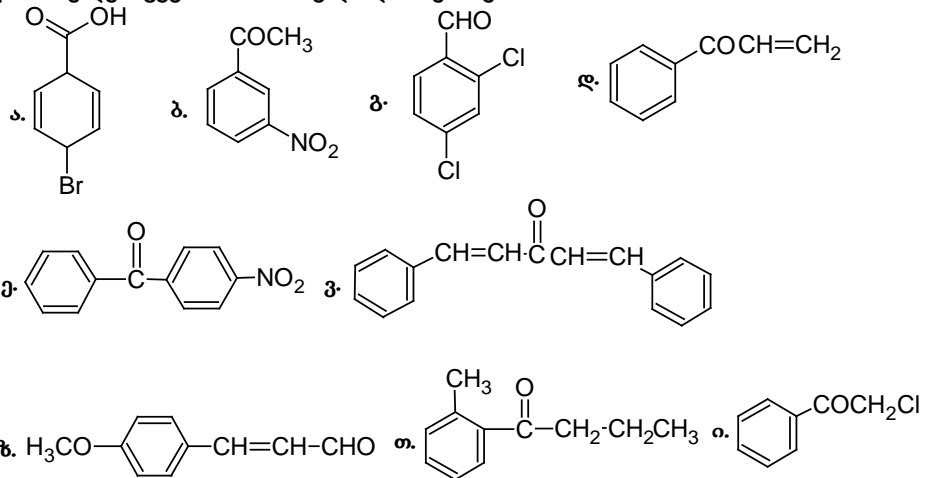
- | | |
|------------------------|-------------------------|
| დ. 4-მეთილბენზალდეჰიდი | ი. 2,2-დიფენილპროპანალი |
| ე. მეთილფენილკეტონი | კ. პროპილფენილკეტონი |
| (აცეტოფენონი) | (ნ-ბუტიროფენონი) |
| | ლ. ტერეფთალალდეჰიდი |
| | (1,4-დიფორმილბენზოლი) |

აღნიშნეთ, რომელი მათგანია არომატული, ცხიმოვანარომატული და ალიფატური ალდეჰიდი და კეტონი.

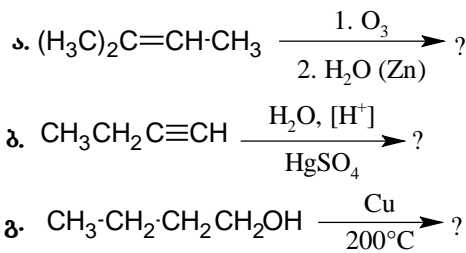
7. დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულები C_8H_8O შედგენილობის ბენზოლის რიგის ყველა კარბონილური ნაერთის. დაასახელეთ ისინი.

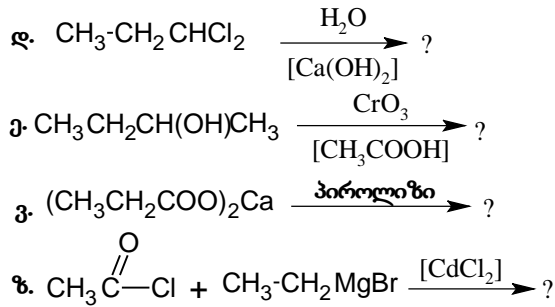
8. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:
- პ-ნიტრობენზალდეჰიდი
 - ო-ჰიდროქსიბენზალდეჰიდი
 - 3-ნიტრო-4-მეთილბენზოფენონი
 - 4-ფორმილბენზოლსულფომჟავა (პ-სულფობენზალდეჰიდი)
 - 3-ფენილპროპენალი (დარიჩინალდეჰიდი)
 - 3-მეთოქსი-4-ჰიდროქსიბენზალდეჰიდი (ვანილინი)
 - ბენზალაცეტონი (4-ფენილ-3-ბუტენ-2-ონი).

9. დაასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:

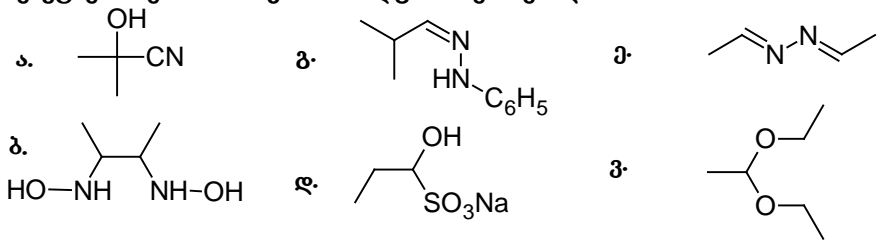


10. დაასახელეთ კარბონილური ნაერთები, რომლებიც მიიღებიან ქვემოთ მოყვანილი რეაქციებით:





11. დაასახელეთ მოცემული ნაერთები. მოიყვანეთ მათი მიღების რეაქციები შესაბამისი კარბონილური ნაერთებიდან:



12. დაწერეთ პროპიონალდეჰიდის რეაქციები შემდეგ რეაგენტებთან:

- | | |
|---|---|
| ა. $\text{H}_2\text{O} [\text{H}^+]$ | დ. NH_2OH , (სპირტი) |
| ბ. $2\text{CH}_3\text{OH} [\text{H}^+]$ | ე. $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, (სპირტი) |
| გ. NH_3 , (სპირტი) | ვ. $\text{NH}_2\text{-NH-C}_6\text{H}_5$, (სპირტი) |

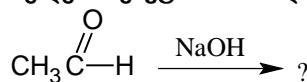
13. თუ შესაძლებელია, დაწერეთ პ-ტოლუილალდეჰიდის და აცეტოფენონის რეაქციები შემდეგ რეაგენტებთან:

- | | |
|--|--|
| ა. NaHSO_3 | ე. NH_2OH |
| ბ. CH_3MgBr , შემდგომ H_2O | ვ. $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-NH}_2$ |
| გ. $\text{HCN} (\text{NaOH})$ | ზ. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ |
| დ. $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{H}^+)$ | |

14. როგორ რეაგირებს:

- ა. ერბოალდეჰიდი და 2-ბუტანონი ნატრიუმის ჰიდროსულფიტთან
- ბ. აცეტონი და პროპიონალდეჰიდი ციანწყალბადთან

15. დაასრულეთ შემდეგი ალდოლური კონდენსაციის რეაქცია, დაასახელეთ რეაქციის საბოლოო პროდუქტი. მოიყვანეთ ამ რეაქციის მექანიზმი.



16. დაწერეთ აკროლენის ურთიერთქმედების რეაქცია შემდეგ რეაგენტებთან:

- | | |
|---|---|
| ა. Br ₂ (CCl ₄) | ვ. Ag(NH ₃) ₂ OH |
| ბ. HBr | ზ. LiAlH ₄ |
| გ. C ₂ H ₅ OH (H ⁺) | თ. NH ₂ OH |
| დ. HCN (OH ⁻) | ი. KMnO ₄ , H ₂ O, 20°C |
| ე. CH ₃ MgI | |

17. დაწერეთ კეტენის ურთიერთქმედების რეაქცია შემდეგ რეაგენტებთან:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| ა. H ₂ O | დ. HCl |
| ბ. CH ₃ CH ₂ OH | ე. NH ₃ |
| გ. CH ₃ COOH | |

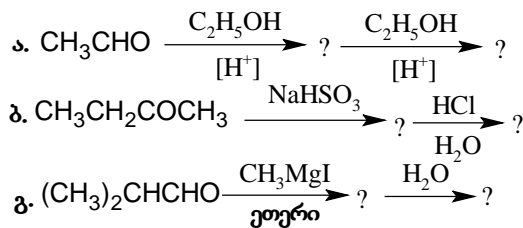
18. დაწერეთ პოლიმერიზაციის რეაქციები:

- ფორმალდეჰიდის პარაფორმამდე
- ძმარალდეჰიდის პარალდეჰიდამდე
- კეტონისა დიკეტენამდე

19. მოიყვანეთ რეაქციები რომელთა საშუალებითაც შეიძლება ერთმანეთისგან გავარჩიოთ შემდეგი ნაერთები:

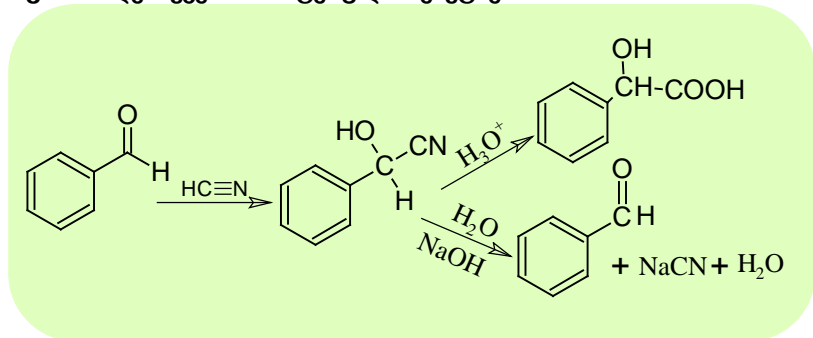
- ერბოალდეჰიდი და მეთილეთილკეტონი
- ვალერიანალდეჰიდი და ამილის სპირტი
- ეთილპროპილკეტონი და ნ-ჰექსანი
- მეთილპროპილკეტონი და დიეთილკეტონი
- პროპიონალდეჰიდი და აკროლენი
- კროტონის ალდეჰიდი და დიმეთილკეტენი

20. დაწერეთ შემდეგი რეაქციები, დაასახელეთ რეაქციის საწყისი და საბოლოო პროდუქტები:



- დ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{NH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{სპირტი}} ?$
- ე. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO} + \text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \longrightarrow ?$
- ვ. $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 + 3 \text{Br}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH (კარბად)}} ?$
- ზ. $2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} ?$
- თ. $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{CH}_3\text{NO}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} ?$
- ი. $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{t}]{\text{PCl}_5} ?$
- კ. $2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CHO} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{NaOH}} ?$
- ლ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3 \xrightarrow[\text{[HCl]}]{\text{Zn/Hg}} ?$
- მ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} ?$
- ნ. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO} + \text{HBr} \longrightarrow ?$
- ო. $(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{C}=\text{O} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow ?$

21. განიხილეთ ქვემოთ მოცემული რეაქციები:



ციანჰიდრიანი არის უმნიშვნელოვანესი შუალედური პროდუქტი α -ჰიდროქსიკარბონმჟავის სინთეზის დროს. ნიტრილის ფუნქციური ჯგუფი ჰიდროლიზს განიცდის მჟავას ხსნარით და იძლევა კარბოქსიმჟავას. ნიტრილები ჰიდროლიზს განიცდიან აგრეთვე ფუძის ხსნარით და გამოიყოფა საწყისი კარბონილური ნაერთი. უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

- I. ალდეჰიდის ურთიერთქმედების რეაქცია ციანწყალბადთან არის:
 - ა. ნუკლეოფილური ჩანაცვლების
 - ბ. ელექტროფილური მიერთების
 - გ. ელექტროფილური ჩანაცვლების
 - დ. ნუკლეოფილური მიერთების
- II. ბენზალდეჰიდისა და ციანწყალბადის ურთიერთქმედების რეაქციაში განსაზღვრეთ ელექტროფილი.
- III. ბენზალდეჰიდისა და ციანწყალბადის შორის რეაქციის დროს კატალიზატორად გამოიყენება მცირე რაოდენობით KCN. დაწერეთ ამ რეაქციის სრული მექანიზმი. აჩვენეთ ელექტრონების სრული გადასაცვლება ყველა შუალედური სტრუქტურებისათვის.

VI. დაწერეთ ციანჰიდრინისაგან ბენზალდეჰიდის მიღება NaOH-ის წყალ-ხსნარის თანაობისას. უჩვენეთ ყველა შუალედური სტრუქტურა და ელექტრონების გადასვლის ყველა შესაძლო გზები.

22. რომელი რეაგენტები გამოიყენება ქვემოთ ჩამოთვლილი რეაქციების ჩასატარებლად?

- ა. ბენზოლი → ბრომბენზოლი → ფენილმაგნიუმბრომიდი → ბენზილის სპირტი → ბენზალდეჰიდი
- ბ. ტოლუოლი → ბენზომჟავა → ბენზოილქლორიდი → ბენზალდეჰიდი
- გ. ეთილბრომიდი → 1-ბუტინი → 2-ბუტანონი
- დ. 2-ბუტინი → 2-ბუტანონი
- ე. 1-ფენილეთანოლი → აცეტოფენონი
- ვ. ბენზოილქლორიდი → აცეტოფენონი
- ზ. ბენზომჟავა → აცეტოფენონი

23. დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულები იმ ნაერთებისა, რომლებიც მიიღებიან პროპანალის ურთიერთქმედებით ქვემოთ ჩამოთვლილ რეაგენტებთან:

- | | |
|---|--|
| ა. NaBH ₄ (NaOH ხსნარი) | გ. 1. BrCH ₂ CO ₂ C ₂ H ₅ , Zn; 2. H ₃ O ⁺ |
| ბ. C ₆ H ₅ MgBr (შემდგომ H ₂ O) | ზ. Ag(NH ₃) ₂ OH |
| გ. LiAlH ₄ (შემდგომ H ₂ O) | თ. ჰიდროქსილამინი |
| დ. H ₂ (Pt) | ი. სემიკარბაზიდი |
| ე. HOCH ₂ CH ₂ OH (H ⁺) | კ. ფენილჰიდრაზინი |
| | ლ. ცივი განზ. KMnO ₄ |

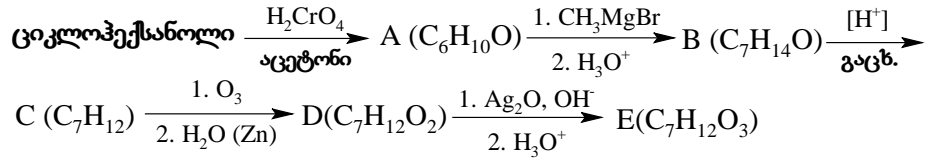
24. დაწერეთ აცეტოფენონის ურთიერთქმედების პროდუქტი შემდეგ ნაერთებთან:

- ა. აცეტოფენონი + HNO₃ $\xrightarrow{H_2SO_4}$?
- ბ. აცეტოფენონი + C₆H₅NHNH₂ \longrightarrow ?
- გ. აცეტოფენონი + NaHBr $\xrightarrow[OH^-]{H_2O}$?
- დ. აცეტოფენონი + C₆H₅MgBr $\xrightarrow{H_2O}$?

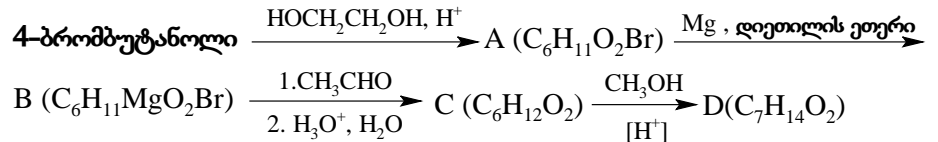
25. ბენზალდეჰიდიდან მიიღეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:

- | | |
|---|--|
| ა. ბენზილის სპირტი | ე. C ₆ H ₅ CHOHCN |
| ბ. ბენზომჟავა | ვ. C ₆ H ₅ CH=NOH |
| გ. 3-მეთილ-1-ფენილ-1-ბუტანოლი | ზ. C ₆ H ₅ CH=NNHC ₆ H ₅ |
| დ. C ₆ H ₅ (OCH ₃) ₂ | თ. C ₆ H ₅ CH=NNHCONH ₂ |

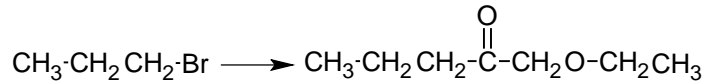
26. შეასრულეთ შემდეგი გარდაქმნები:



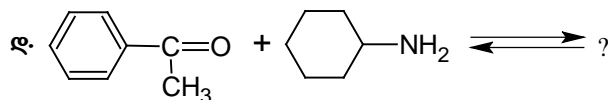
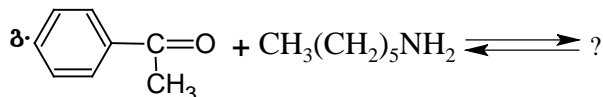
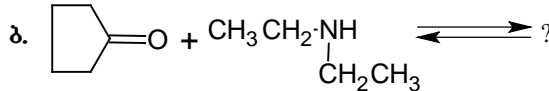
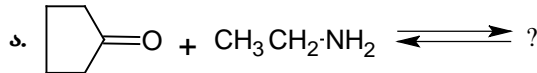
27. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები, გაითვალისწინეთ, რომ ნაერთები A და D არ ურთიერთქმედებენ ტოლენის რეაგენტთან (ვერცხლის სარკის რეაქცია), C-კი ურთიერთქმედებს:



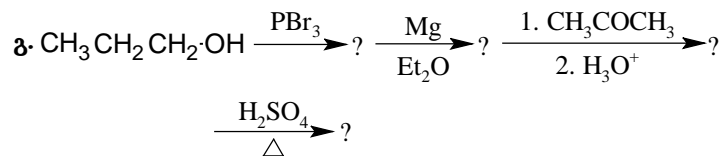
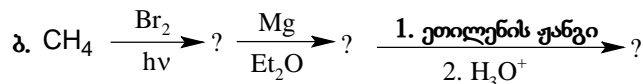
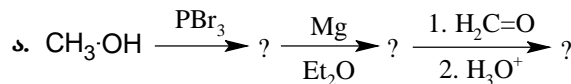
28. დაწერეთ საწყისი ნაერთისაგან როგორ შეიძლება მივიღოთ რეაქციის პროდუქტი.



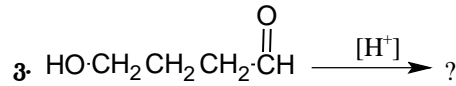
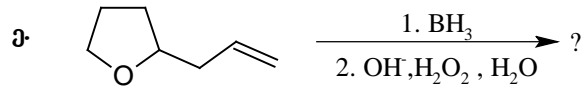
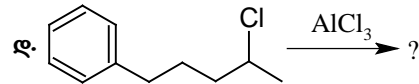
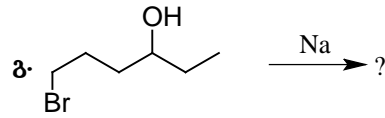
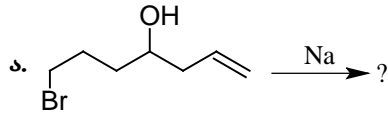
29. დაასრულეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციები:



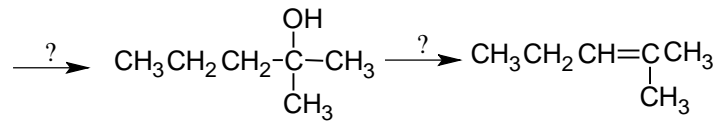
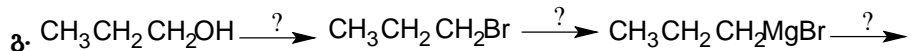
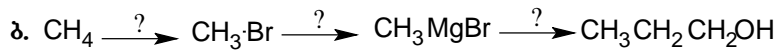
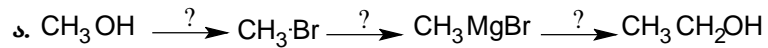
30. განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



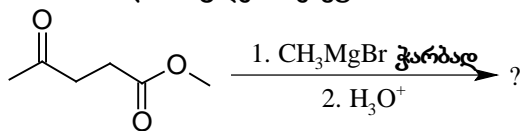
31. განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები:



32. განაზორციელოთ შემდეგი გარდაქმნები:



33. დაასრულოთ რეაქცია:



34. ბუტილის სპირტისა და არაორგანული ნაერთებისაგან მიიღეთ:

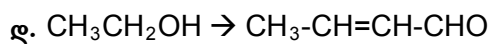
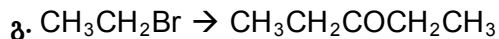
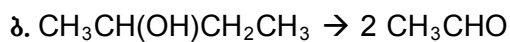
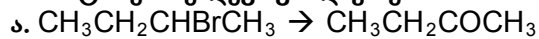
ა. ერბოალდეჰიდი

გ. დიზოპროპილკეტონი

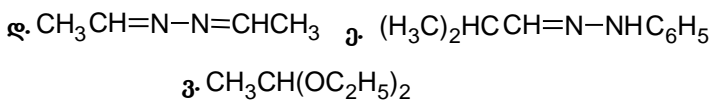
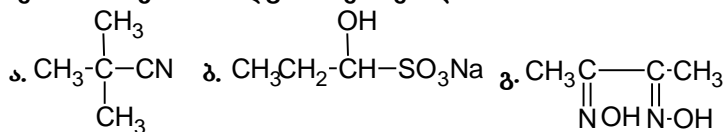
ბ. მეთილეთილკეტონი

დ. დიბუტილკეტონი

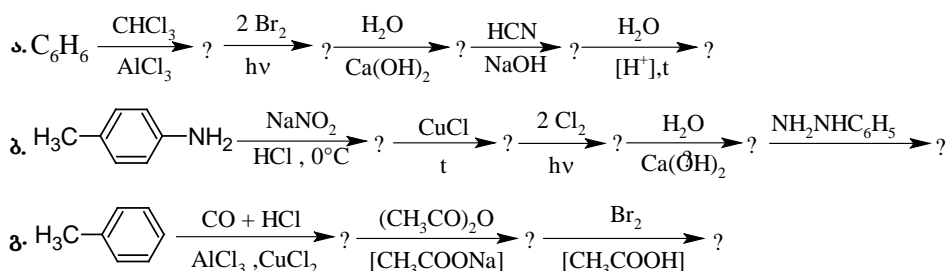
35. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:



36. დაასახელეთ მოცემული ნაერთები და მოიყვანეთ მათი მიღების სქემები შესაბამისი კარბონილური ნაერთებიდან:



37. შეასრულეთ შემდეგი გარდაქმნები. დაასახელეთ ყველა საბოლოო ორგანული ნაერთი:



38. ბენზალდეჰიდისაგან მიიღეთ შემდეგი ნაერთები:

- ა. პ-ბრომბენზოლის სპირტი
- ბ. მ-ნიტრობენზომჟავა
- გ. α-ფენილეთილისპირტი
- დ. დიფენილკარბინოლი
- ე. N-ბენზილანილინი
- ვ. ნუშის მჟავა $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHOH}-\text{COOH}$

39. აცეტოფენონის და სხვა საჭირო რეაგენტების გამოყენებით მიიღეთ:

- ა. ეთილბენზოლი
- ბ. ბენზომჟავა
- გ. α-ფენილეთილის სპირტი
- დ. 2-ფენილ-2-ბუტანოლი
- ე. დიფენილმეთილკარბინოლი
- ვ. α-ოქსი-α-ფენილპროპიონმჟავა

40. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:

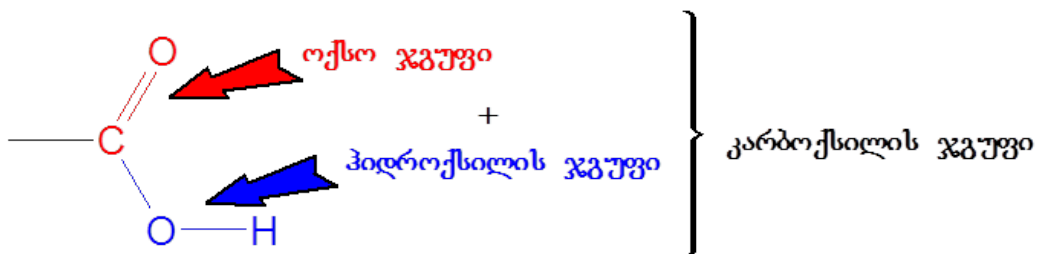
- ა. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- ბ. $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{CO} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5-\text{CONH}-\text{C}_6\text{H}_5$

თავი 10.

✓ კარბონმუხავები

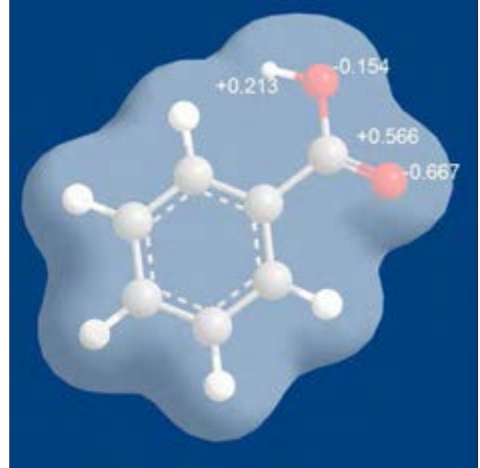
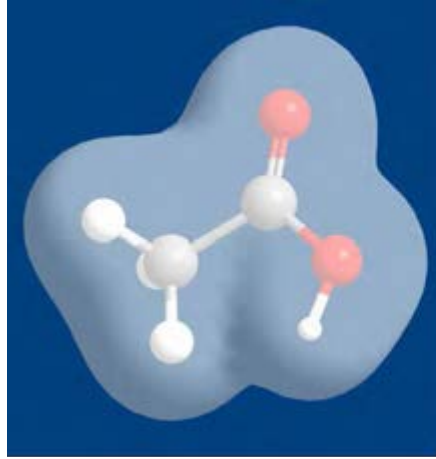
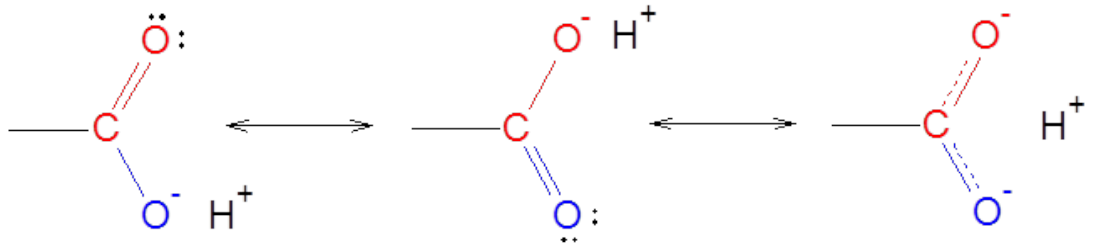
10.1. შესაშალი

კარბონმუხავები ეწოდებათ ისეთ ორგანულ ნაერთებს, რომელნიც მოიცავენ კარბოქსილის ფუნქციურ ჯგუფს.



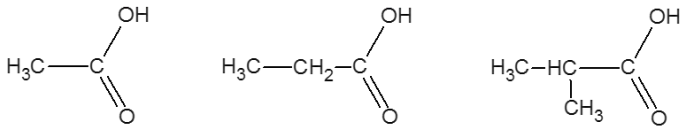
10.2. აღნაშობა

კარბოქსილის ჯგუფისათვის დამახასიათებელია რეზონანსული სტრუქტურები.

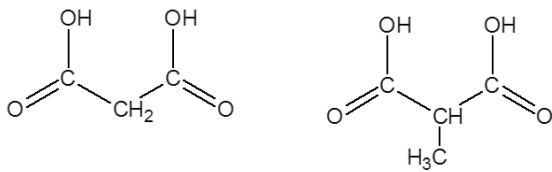


10.1. კლასიფიკაცია

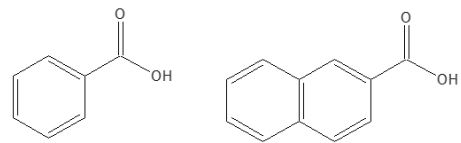
ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები



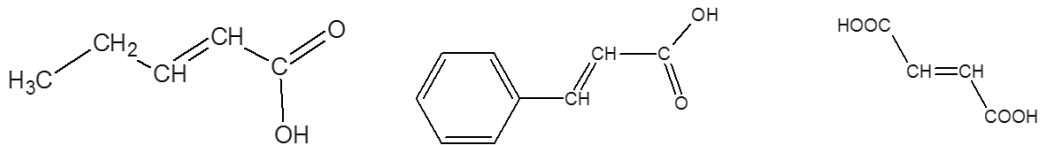
ნაჯერი ორფუძიანი მჟავები



არომატული მჟავები



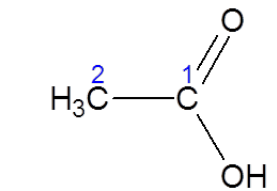
უჯერი მჟავები



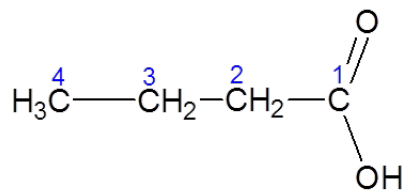
10.2. ნომენკლატურა

ფორმულა	დასახელება IUPAC	დასახელება (ტრივიალური)	მუაური ნაშთის დასახელება
HCOOH	მეთანმჟავა	ჭიანჭველმჟავა	ფორმატი
CH ₃ COOH	ეთანმჟავა	ძმარმჟავა	აცეტატი
C ₂ H ₅ COOH	პროპანმჟავა	პროპიონმჟავა	პროპიონატი
C ₃ H ₇ COOH	ბუტანმჟავა	ერბომჟავა	ბუტირატი
C ₄ H ₉ COOH	პენტანმჟავა	ვალერიანმჟავა	ვალერიანატი
C ₅ H ₁₁ COOH	ჰექსანმჟავა	კაპრონმჟავა	კაპრონატი
C ₆ H ₁₃ COOH	ჰეპტანმჟავა	ენანტმჟავა	ენანტიონატი
C ₇ H ₁₅ COOH	ოქტანმჟავა	კაპრილმჟავა	კაპრილატი
C ₈ H ₁₇ COOH	ნონანმჟავა	პელარგონმჟავა	პელარგონატი
C ₉ H ₁₉ COOH	დეკანმჟავა	კაპრინმჟავა	კაპრინატი

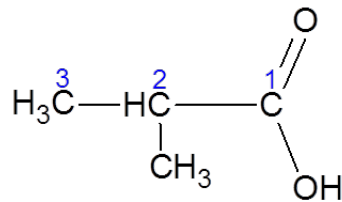
ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავები



IUPAC: ეთანმჟავა
ძმარმჟავა

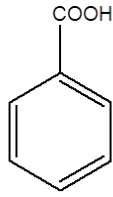


IUPAC: ბუტანმჟავა
ტრივიალური: (ერბომჟავა)

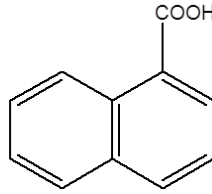


IUPAC: 2-მეთილპროპანმჟავა
ტრივიალური: (იზოერბომჟავა)
α-მეთილპროპიონმჟავა

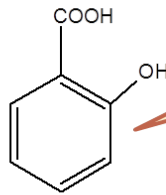
არომატული მჟავები



IUPAC: ბენზომჟავა



IUPAC: 1-ნაფთალინმჟავა

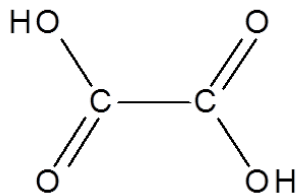


IUPAC: 2-ჰიდროქსი ბენზომჟავა

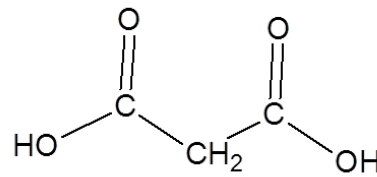
ტრивиალური: სალიცილმჟავა

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ორგანული ნახევარპროდუქტი. "ასპირინის" წედლეული

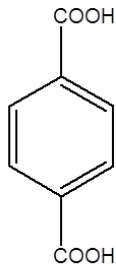
ორფუძიანი მჟავები



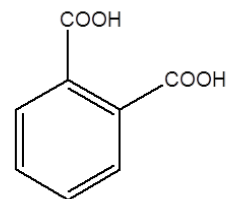
IUPAC: ეთანდიმჟავა
ტრивиალური: მჟაუნმჟავა

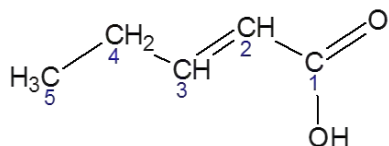


IUPAC: პროპანდიმჟავა
ტრивиალური: მალონმჟავა

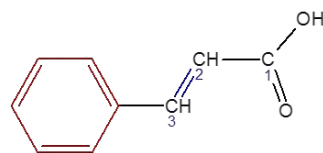


IUPAC: 1,4-ბენზოლდიკარბონმჟავა
ტრивиალური: ტერეფთალმჟავა





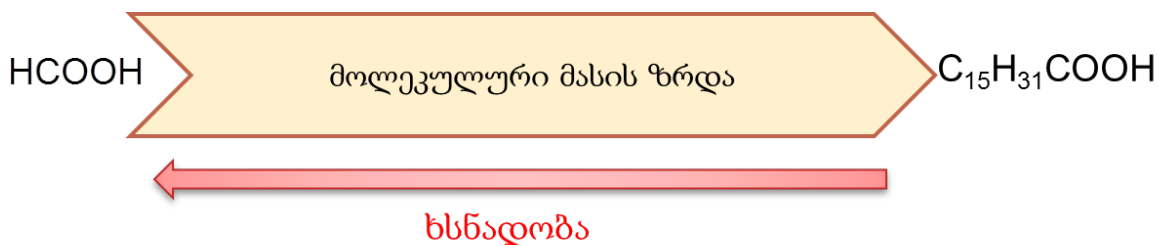
IUPAC: 2-პენტენმჟავა
მჟაუნმჟავა



3-ფენილპროპ-2-ენმჟავა
დარიჩინმჟავა

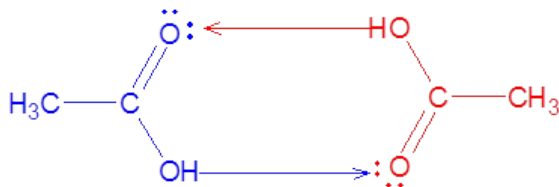
10.3. ფიზიკური თვისებები

დაბალმოლეკულური მჟავები წყალში იხსნებიან.

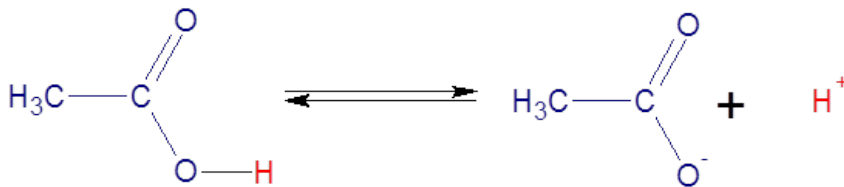


მჟავებს აქვთ სპეციფიური სუნი.

მჟავები წარმოქმნიან წყალბადურ ბმებს და ამიტომ არსებობენ დიმერების სახით:

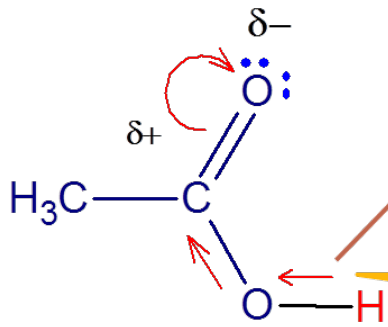


ორგანული მჟავების pH-ის მნიშვნელობა 7-ზე ნაკლებია.



დაბალმოლეკულური მჟავები განიცდიან დისოციაციას პროტონის წარმოქმნით

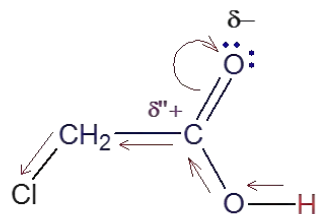
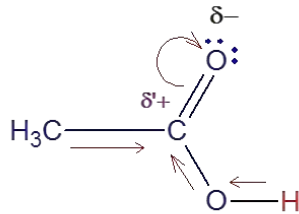
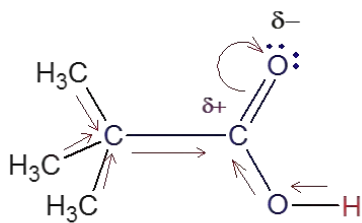
რატომ განიცდიან მჟავები დისოციაციას სპირტებისაგან განსხვავებით?



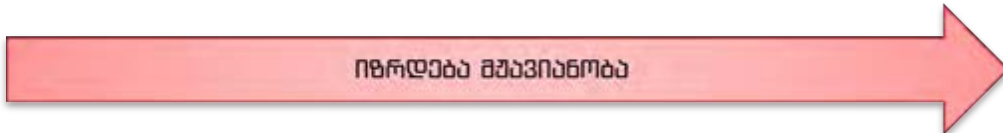
C=O ბმის გავლენით O-H ბმა მჟავებში სპირტებისაგან განსხვავებით უფრო პოლარულია!!!

წითელი ფერის ისრებით ნაჩვენებია ელექტრინული ღრუბლის გადაწევა

რომელია უფრო ძლიერი მჟავა? მჟავების სიძლიერე დამოკიდებულია კარბონილურ ნახირბადატომზე მუხტის სიდიდის მნიშვნელობაზე.



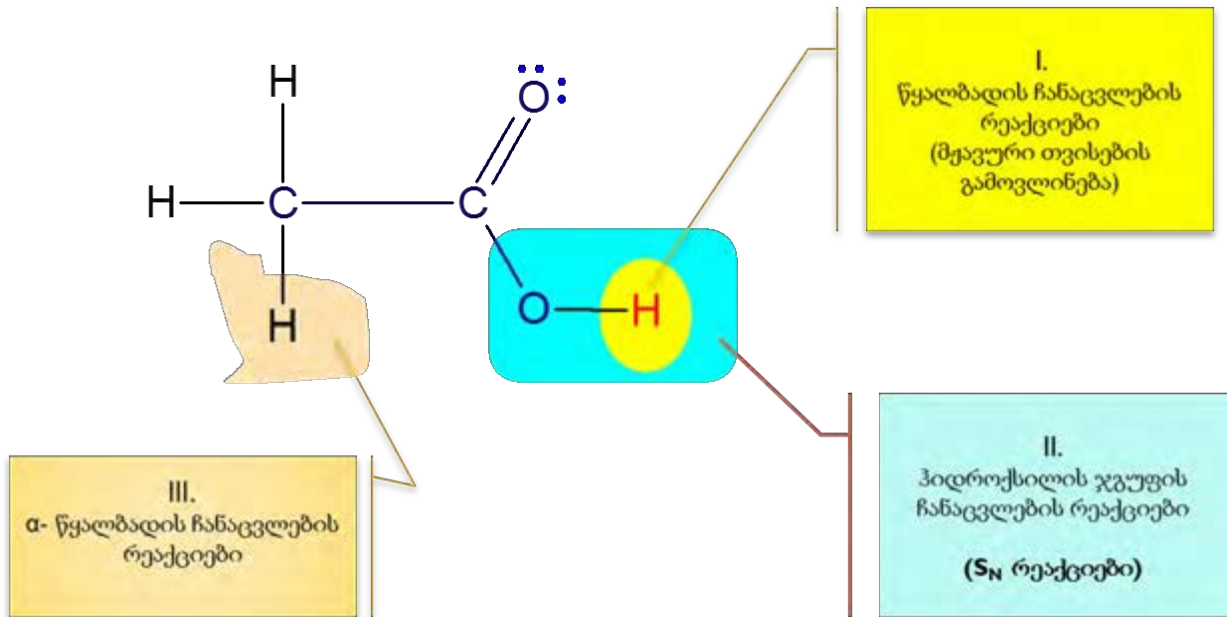
$$\delta+ < \delta'+ < \delta''+$$



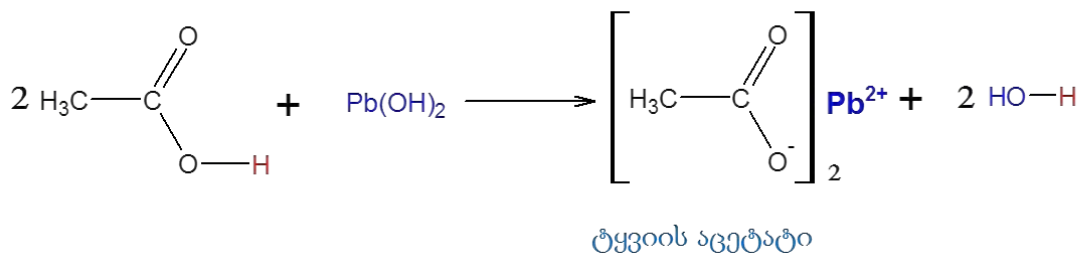
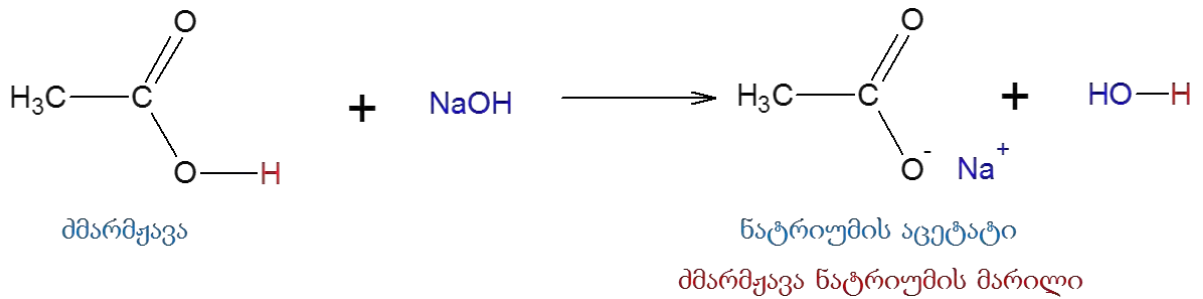
ელექტრონოაქცეპტორული ჩამნაცვლებლები იწვევენ მჟავიანობის მომატებას, ხოლო ელექტრონოდონორული ჩამნაცვლებლები პირიქით – მჟავიანობს შემცირებას.

10.4. ქიმიური თვისებები

ორგანული მუჟავებისათვის დამახასიათებელია სამი ტიპის რეაქციები.

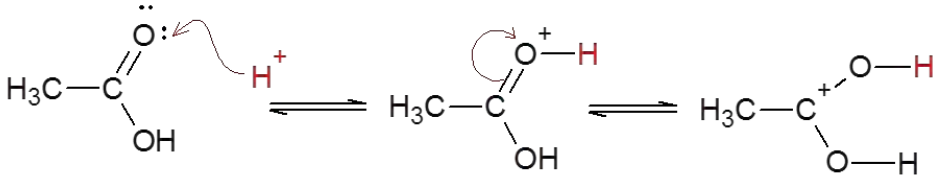


10.4-A. ნეიტრალიზაციის რეაქცია

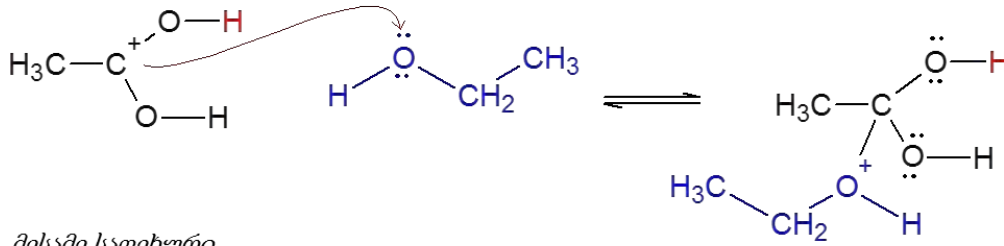


ესტერიფიკაციის რეაქციის მექანიზმი მუჟა კატალიზის პირობებში შემდეგია:

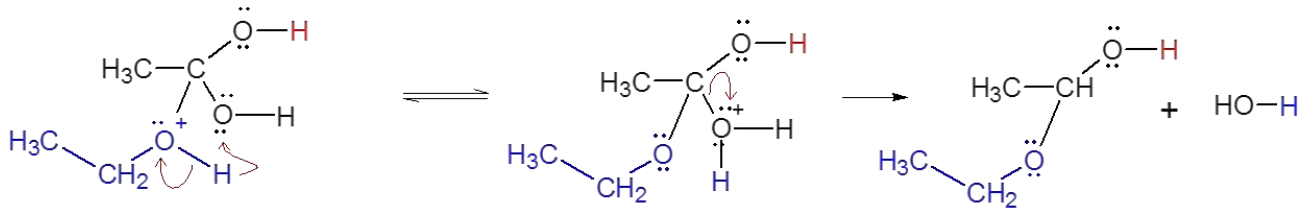
პირველი საფეხური



მეორე საფეხური

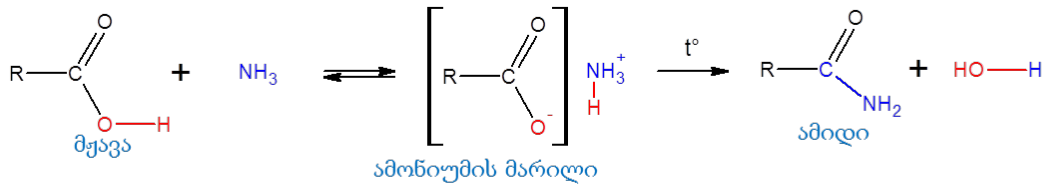


მესამე საფეხური

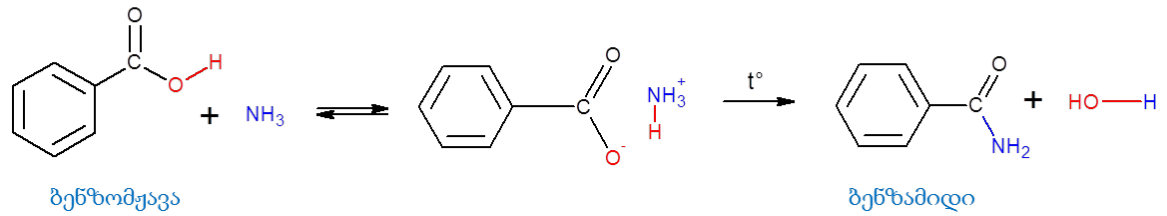
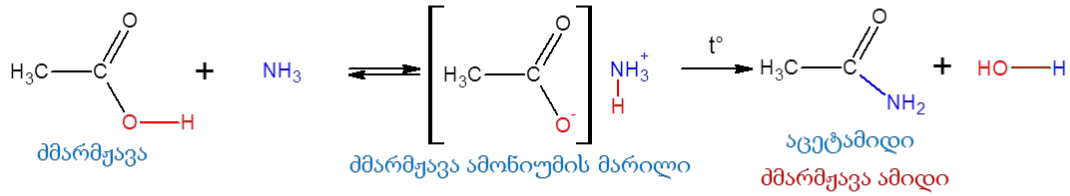


10.4-D. აზიდების სინთეზი

ზოგადი რეაქცია:

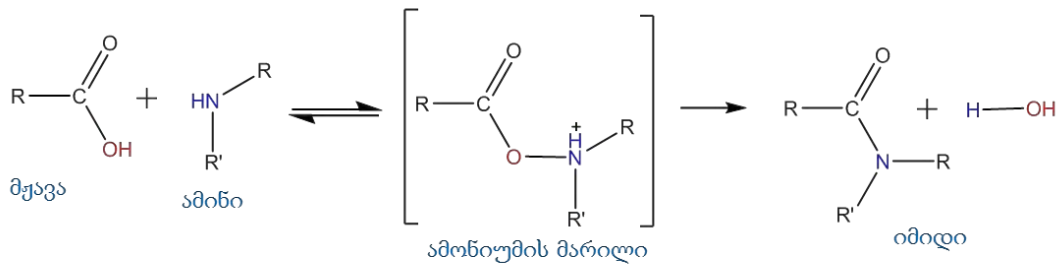


მაგალითი:

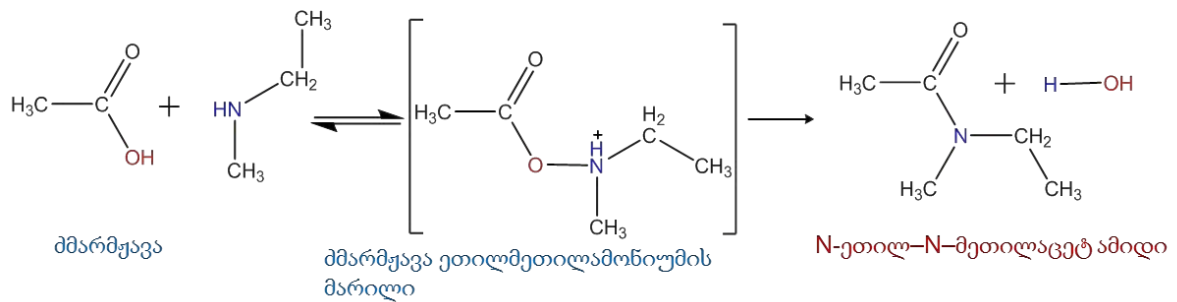


10.4-E. იმიდაზის სინთეზი

ზოგადი რეაქცია:

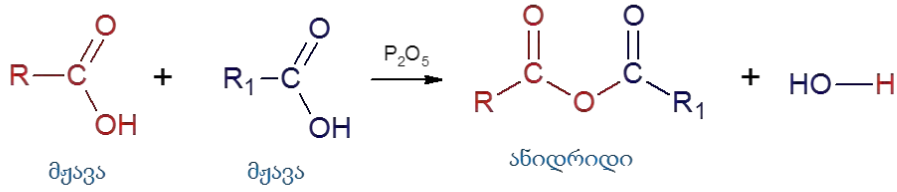


მაგალითი:

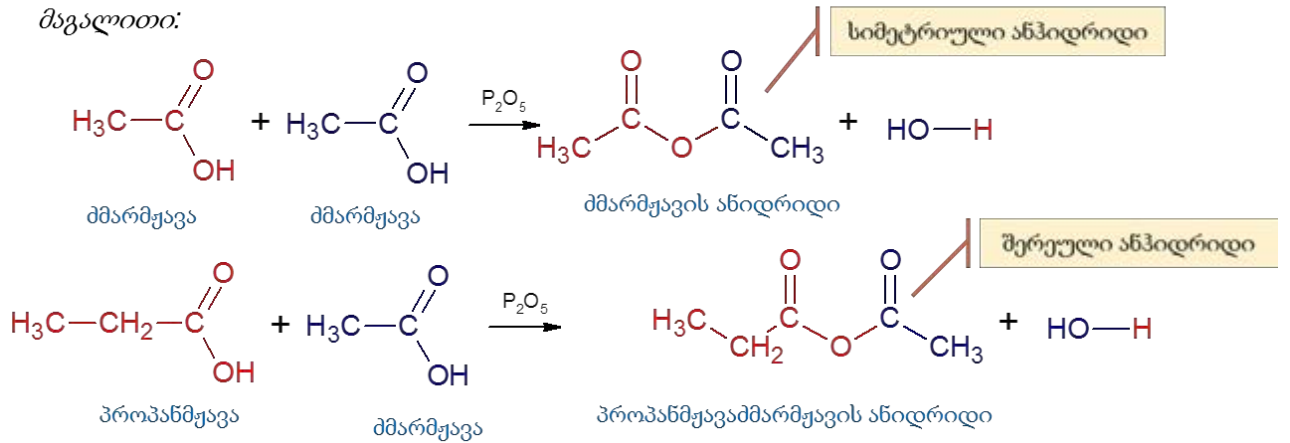


10.4-F. ანჰიდრიდების სინთეზი

ზოგადი რეაქცია:

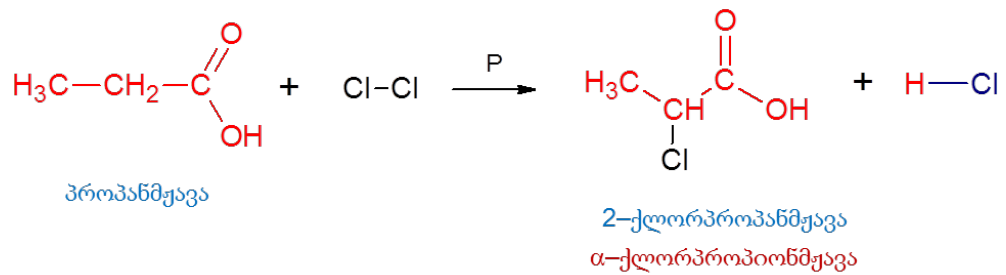


მაგალითი:



10.4-G. რეაქციები α-წყალბადის ხარჯზე

მჟავების ჰალოგენირება მოლეკულური ჰალოგენებით წითელი ფოსფორის თანაობისას იძლევა α-ჰალოგენანარმებს.

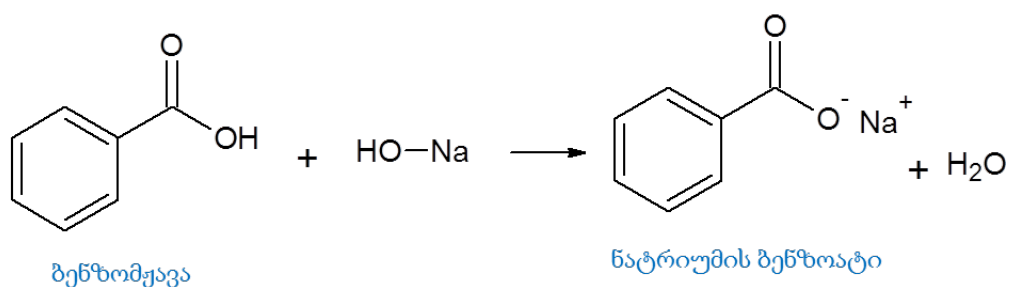


10.5. არომატული მჟავების ემიური თვისებები

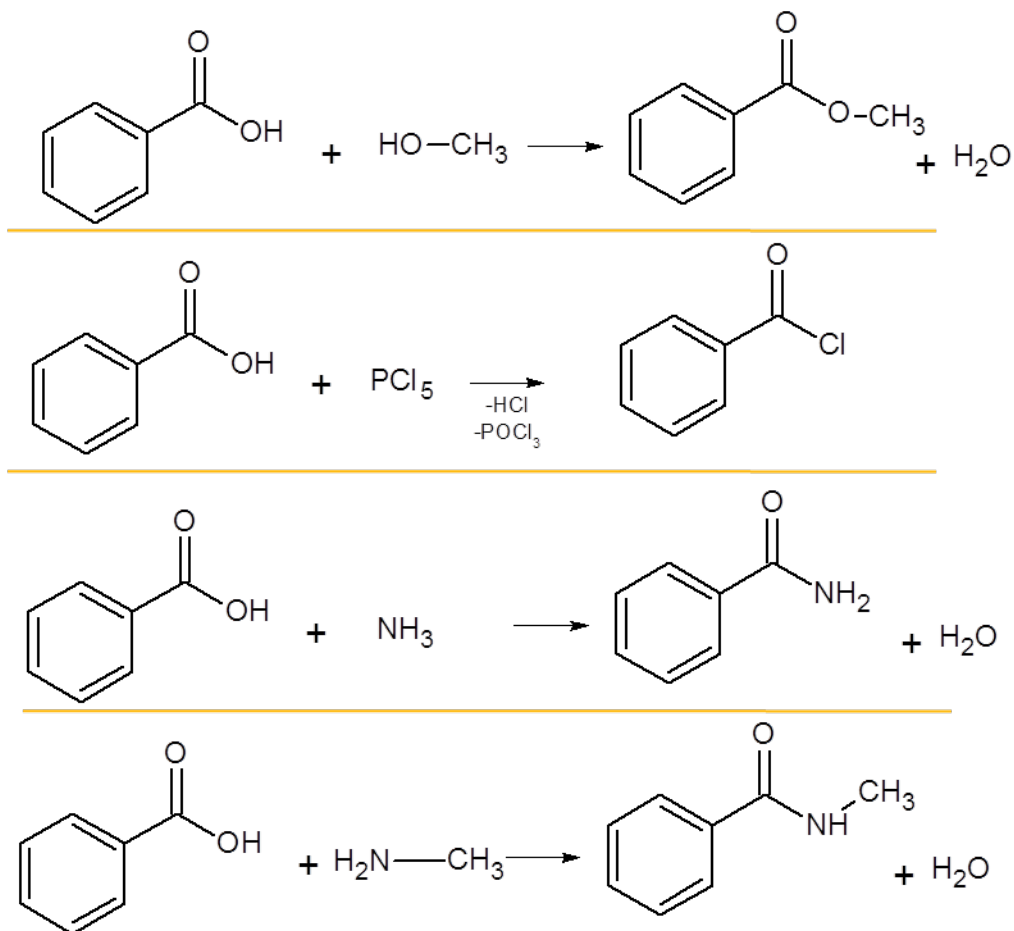
არომატული მჟავებისათვის დამახასიათებელია:

რეაქციები მჟაური წყალბადის ხარჯზე; რეაქციები OH ჯგუფის ხარჯზე (S_N რეაქციები); რეაქციები არომატული ბირთვის ხარჯზე (S_E რეაქციები).

10.5-A. რეაქციები მჟაური წყალბადის ხარჯზე

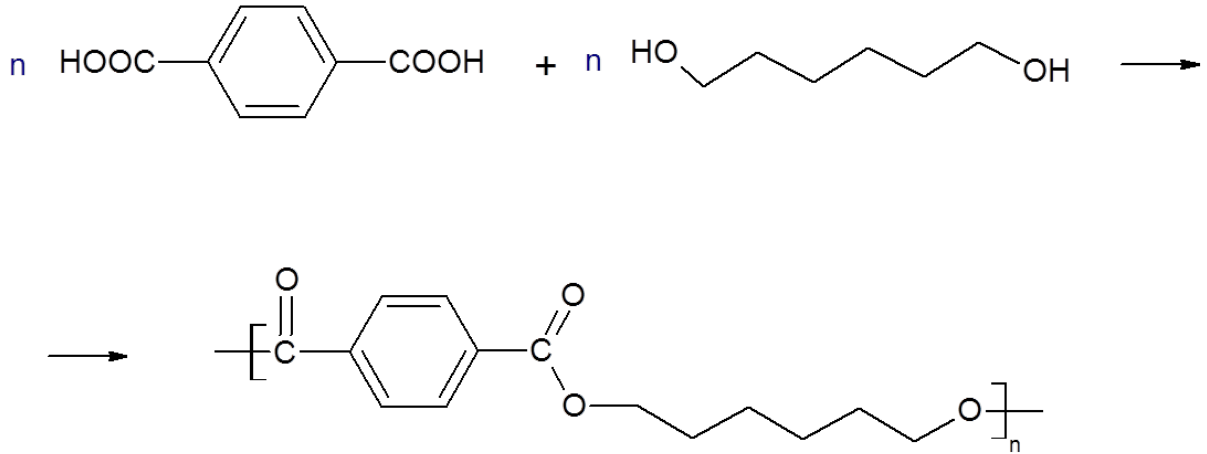


10.5-B. რეაქციები OH ჯგუფის ხარჯზე (S_N რეაქციები)



10.6. ორფუძიანი მჟავების ეთერიანი თვისებები

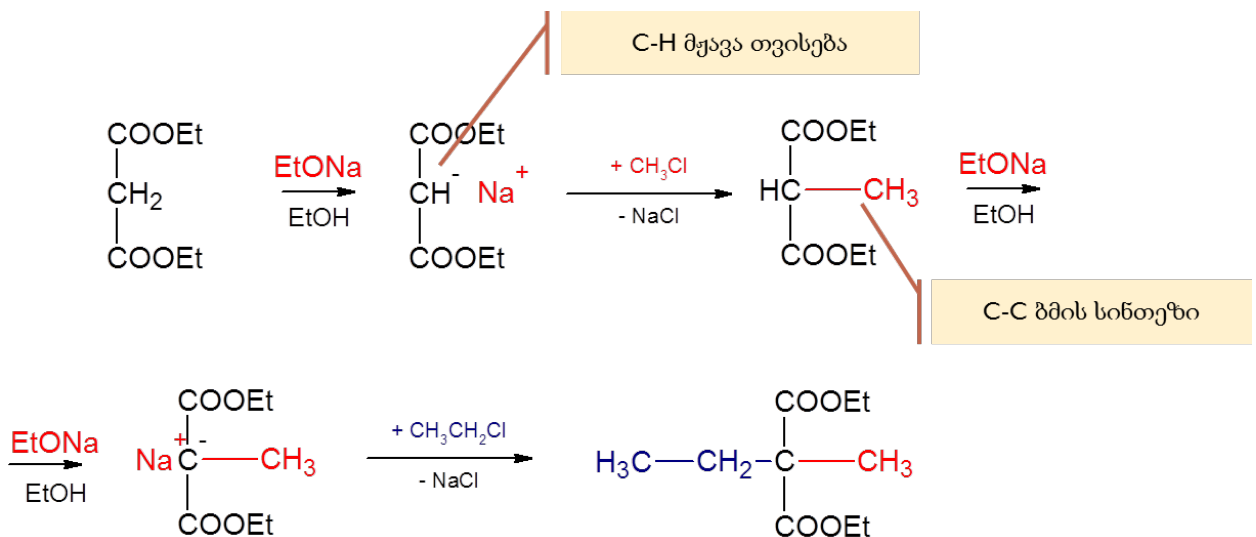
ორფუძიანი მჟავები იმეორებენ ერთფუძიანი მჟავების თვისებებს. მათთვის დამატებით დამახასიათებელია პოლიკონდენსაციის უნარი:



პოლიესტერი – ლავსანი

10.6-A. მალონმჟავას ესტერი

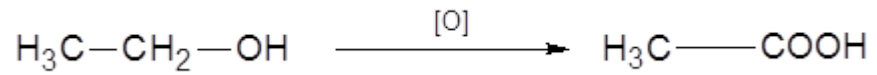
მალონმჟავას ესტერში α -წყალბადატომი მეტად აქტიურია და ავლენს C-H მჟავა თვისებებს.



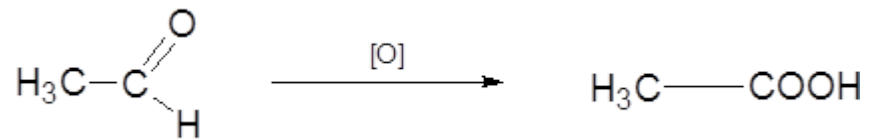
10.7. შიღების რეაქციები

10.7-A. დაუნბვის რეაქციები

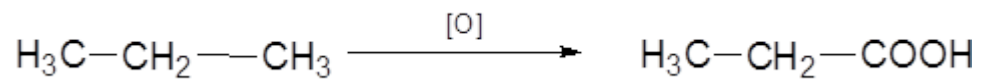
პირველადი სპირტების დაუნგვა:



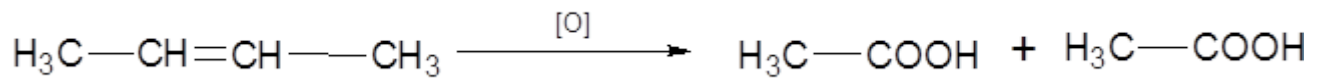
ალდეჰიდების დაუნგვა:



ალკანების დაუნგვა:

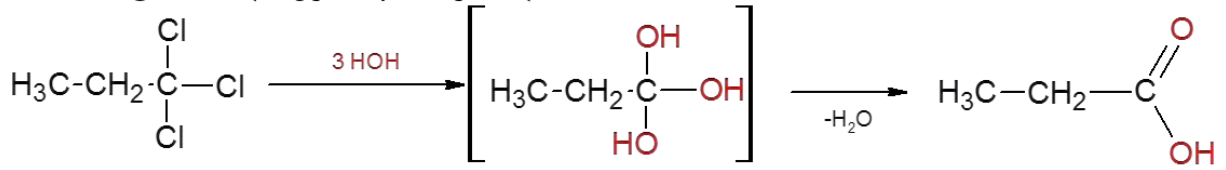


ალკენების დაუნგვა:

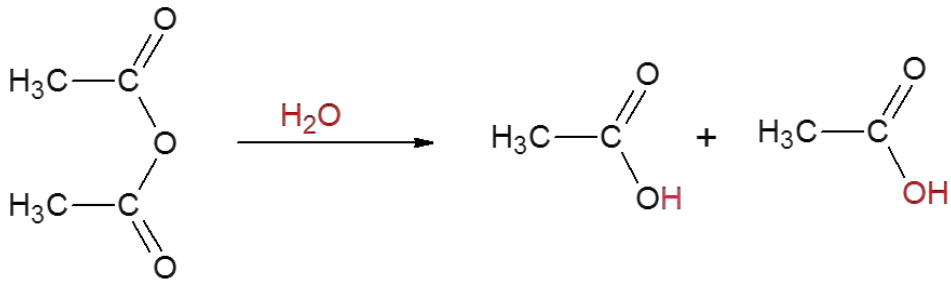


10.7-B. ჰიდროლიზის რეაქციები

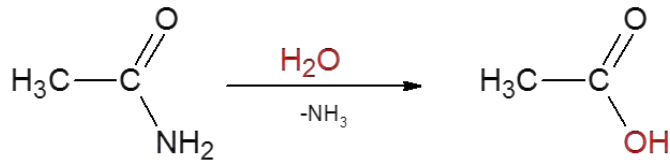
- ტრიკლოგენაწარმებიდან



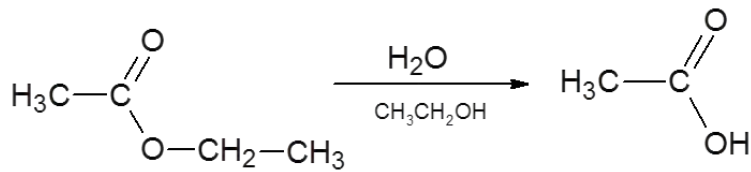
- ანჰიდრიდებიდან



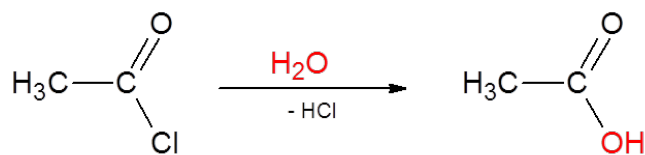
- ამიდებიდან



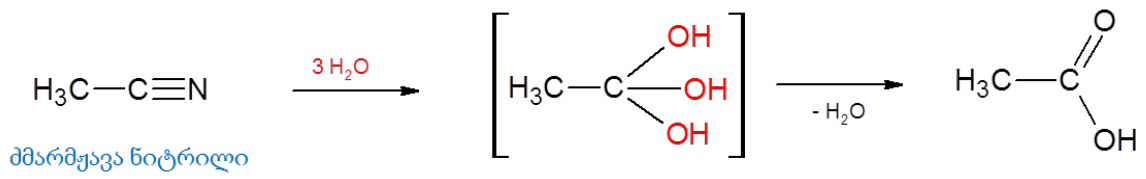
- ესტერებიდან



- ჰალოგენანჰიდრიდებიდან

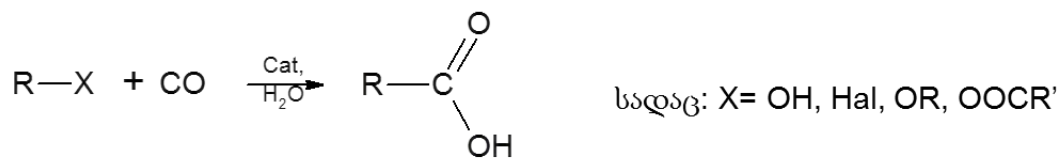


- ნიტრილებიდან

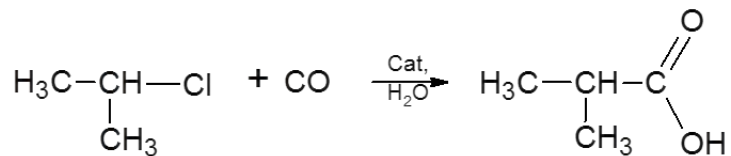
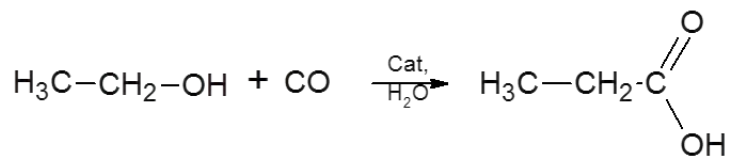


10.7-C. კარბონილირების რეაქციები

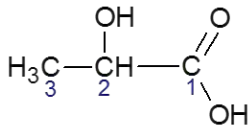
ზოგადი რეაქცია:



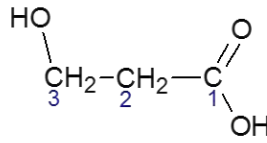
მაგალითები:



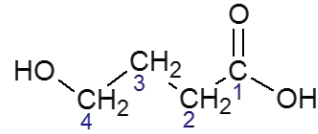
ჰიდროქსიმჟავები



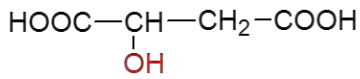
2-ჰიდროქსიპროპანმჟავა
α-ჰიდროქსიპროპიონმჟავა
რძემჟავა



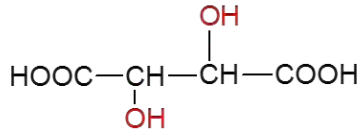
3-ჰიდროქსიპროპანმჟავა
β-ჰიდროქსიპროპიონმჟავა



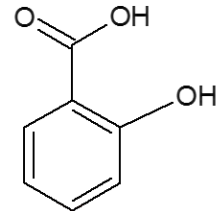
4-ჰიდროქსიბუტანმჟავა
γ-ჰიდროქსიერბოზმჟავა



2-ჰიდროქსიბუტანდიმჟავა
ვაშლმჟავა

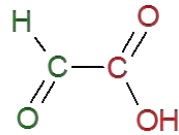


2,3-დიჰიდროქსიბუტანდიმჟავა
ღვინომჟავა

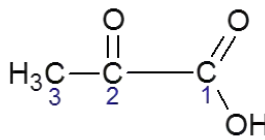


2-ჰიდროქსიბენზომჟავა
სალიცილმჟავა

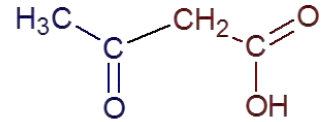
• ოქსომჟავები



ეთანალმჟავა
გლიკოქსილმჟავა

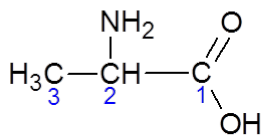


2-ოქსოპროპანმჟავა
α-ოქსოპროპიონმჟავა
პიროყურძენმჟავა

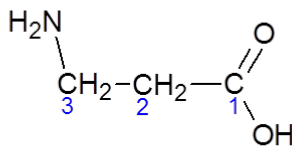


3-ოქსობუტანმჟავა
β-ოქსოერბოზმჟავა
აგეტომარმჟავა

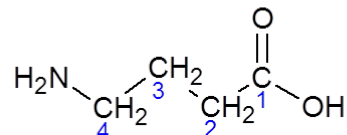
• ამინომჟავები



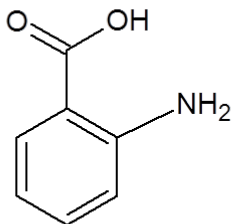
2-ამინოპროპანმჟავა
α-ამინოპროპიონმჟავა



3-ამინოპროპანმჟავა
β-ამინოპროპიონმჟავა

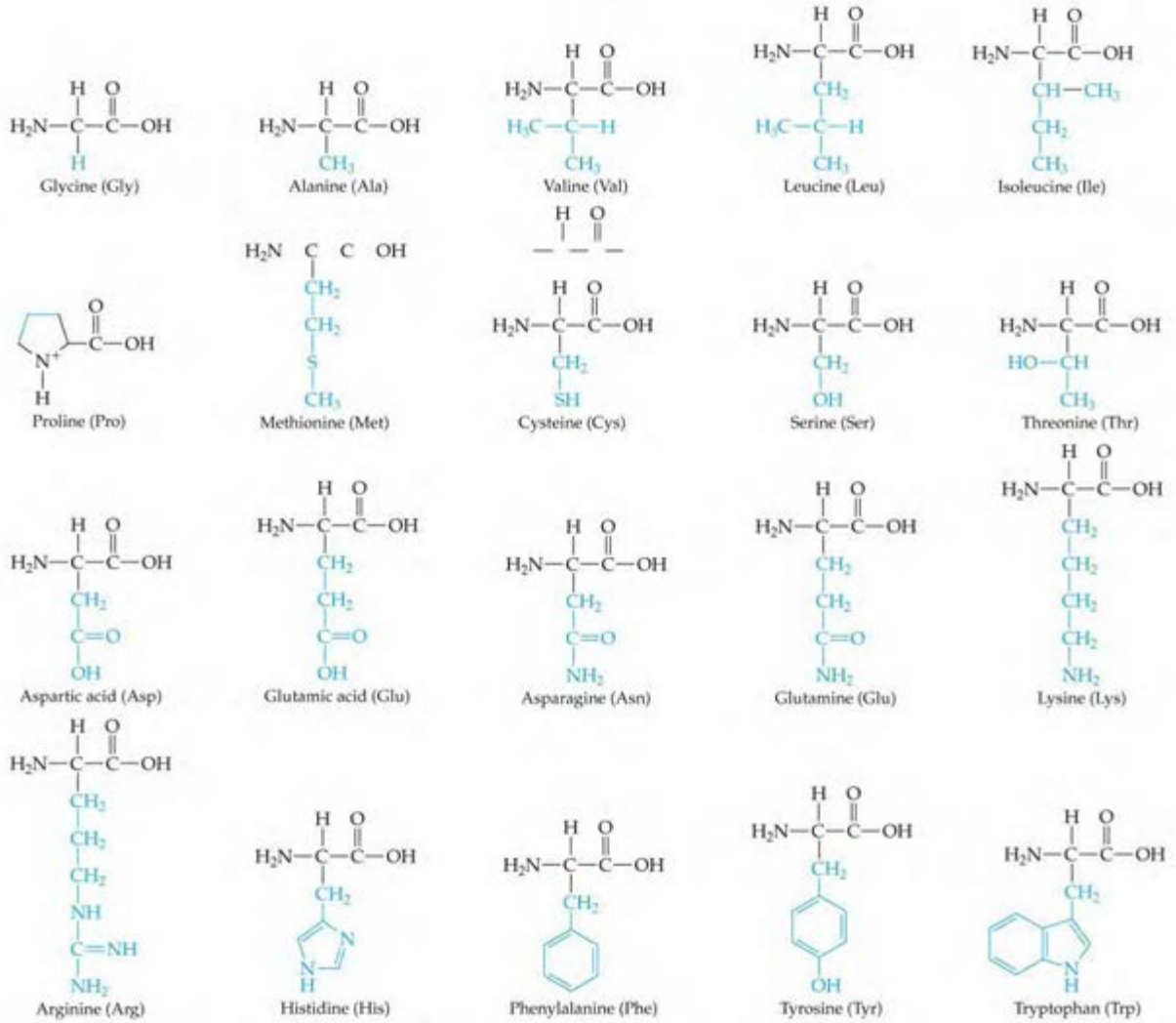


4-ამინობუტანმჟავა
γ-ამინოერბოზმჟავა



2-ამინობენზომჟავა

ამინომჟავები



10.9. სტერეოიზომერია

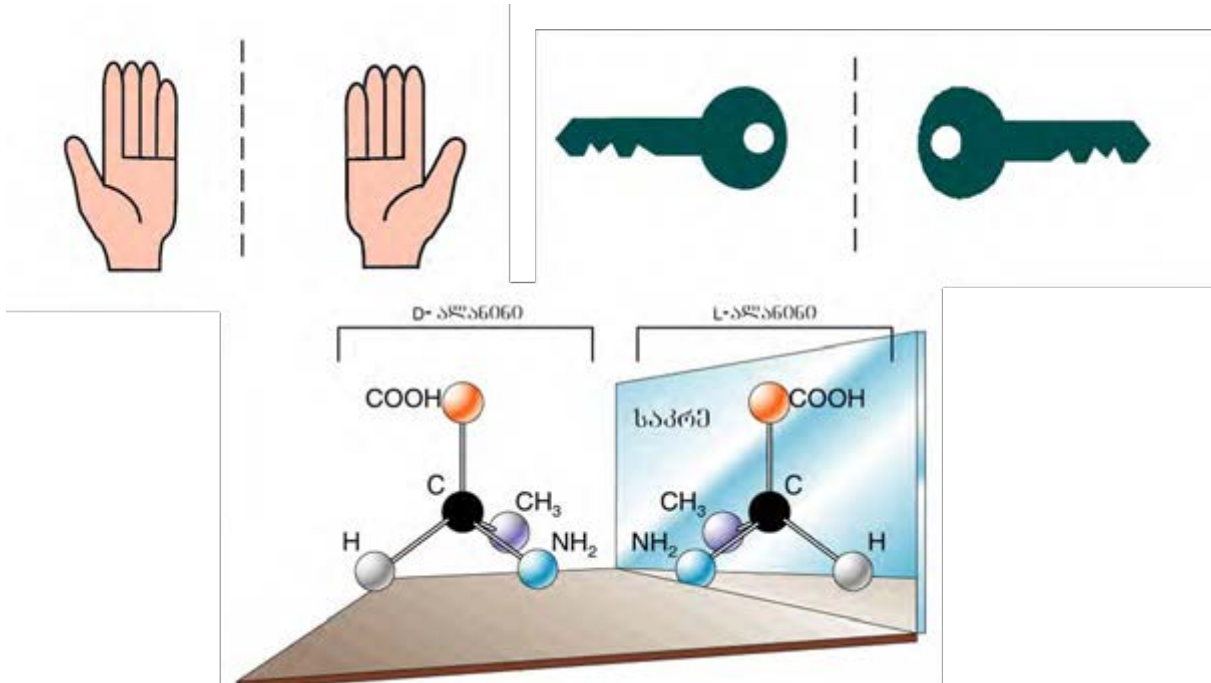
სტერეოიზომერები ეწოდებათ ნაერთებს, რომლებიც შედგებიან ერთდამავე მიმდევრობის ერთდამავე ატომებისაგან, მაგრამ აქვთ განსხვავებული სივრცითი აღნაგობა.

სტერეოიზომერებს ეწოდებათ ენანთიომერები.

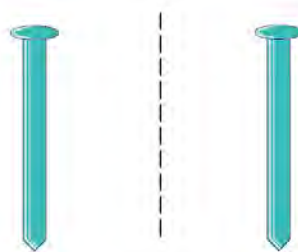
ენანთიომერები ყოველთვის მოიცავენ ერთ ან რამდენმე ქირალულ ცენტრს.

რა არის ქირალური ცენტრი?

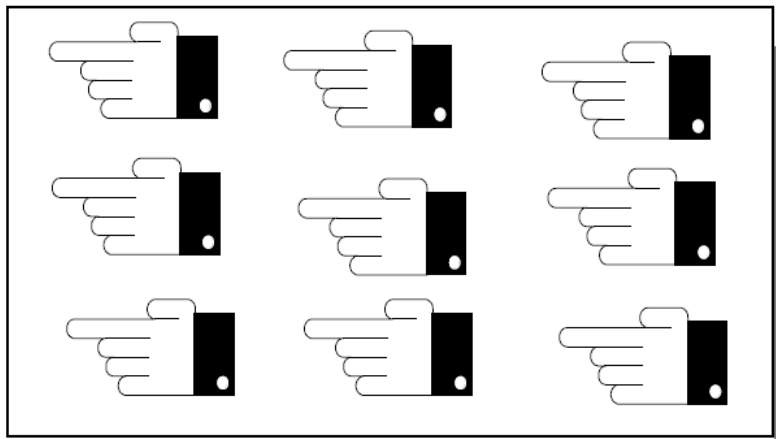
ქირალური ელემენტები (საგნები, ატომები და ა.შ.) არათანწყობადებია მათ სარკულ გამოსახულებასთან.



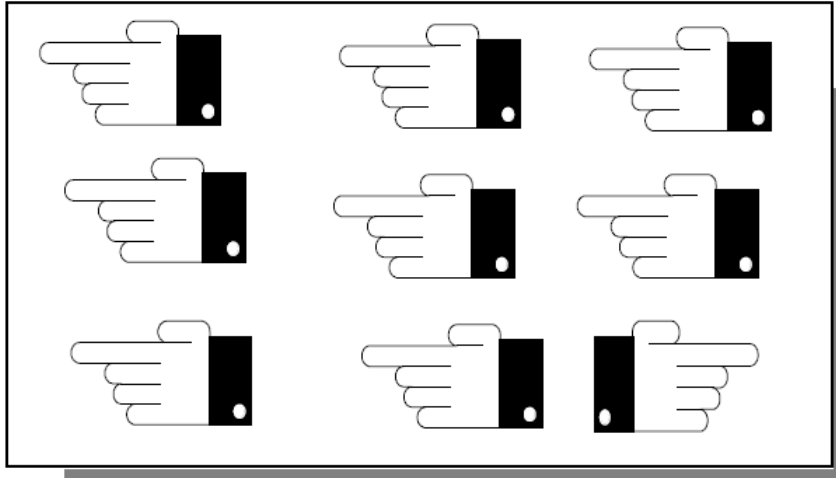
აქირალური ელემენტები (საგნები, ატომები და ა.შ.) თანწყობადებია მათ სარკულ გამოსახულებასთან.



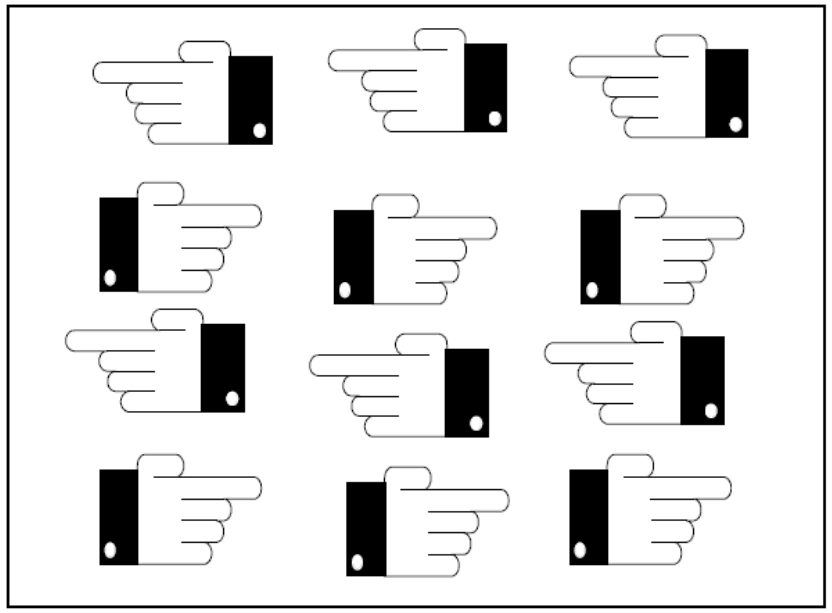
თუ სისტემა მოიცავს მხოლოდ ერთი ტიპის ენანთიომერებს, მაშინ მას უწოდებენ ენანთიოსუფთას, ან ენანტიონერულად სუფთას ან ოპტიკურად სუფთას.



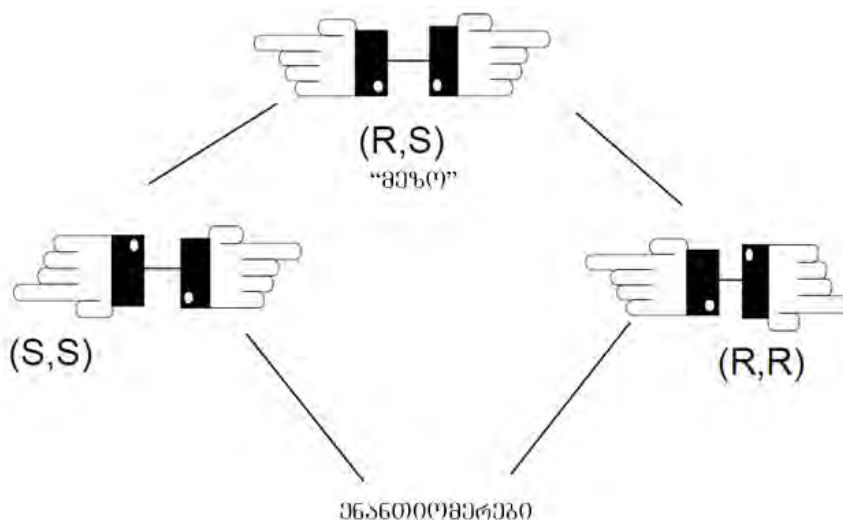
თუ სისტემაში ჭარბობს ერთი ტიპის ენენტიომერები, მაშინ მას უწოდებენ **ენანტიომერულად მდიდარს**.



თუ სისტემა მოიცავს ერთიდაიმავე რაოდენობის ენენტიომერებს, მაშინ მას უწოდებენ **რაცენატულ ნარევის ან რაცემატს**.

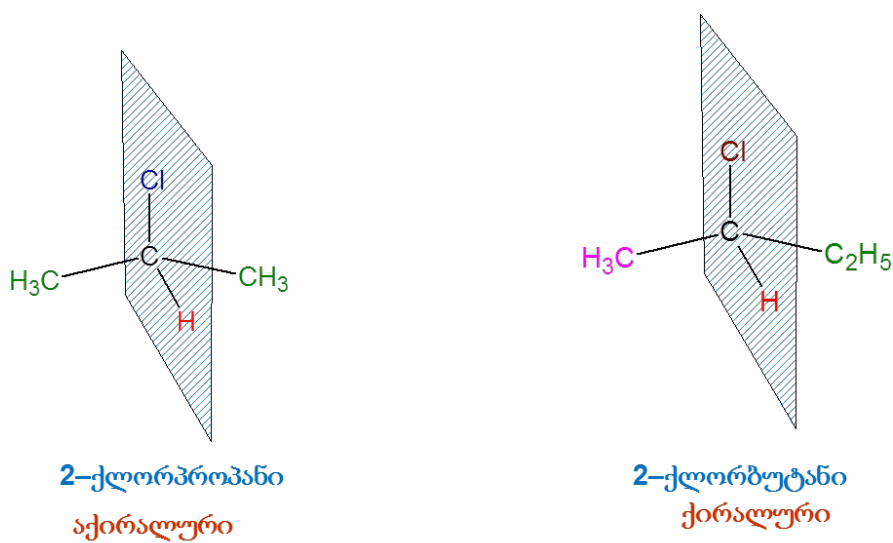


დიასტერეომერები ეწოდებათ ისეთ სისტემებს (ნაერთებს), რომლებიც თავად მოიცავენ სცვლადსხვა კონფიგურაციის ქირალურ ცენტრებს:



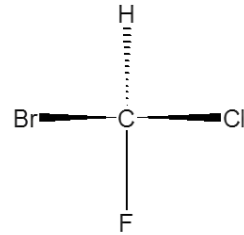
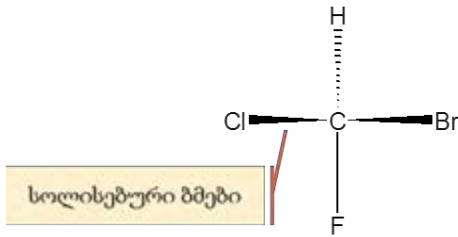
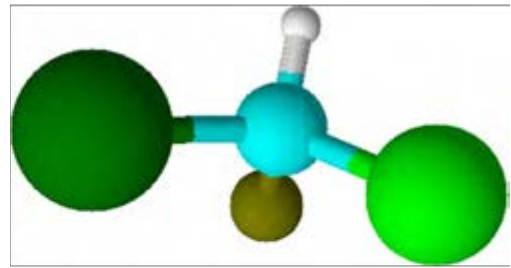
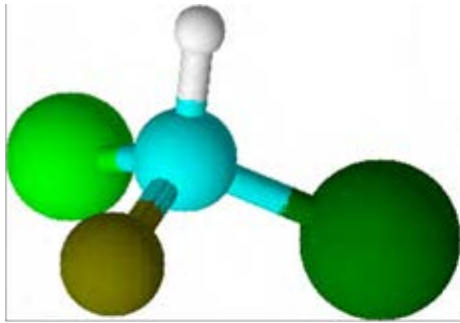
ტესტი ქირალობაზე:



- ქირალური ატომი უნდა მოიცავდეს ოთხ განსხვავებულ ჩამნაცვლებელს;
- თუ მოლეკულა მოიცავს სიმეტრიის სიბრტყეს, მაშინ იგი აქირალურია;



10.9-A. ნომენკლატურა

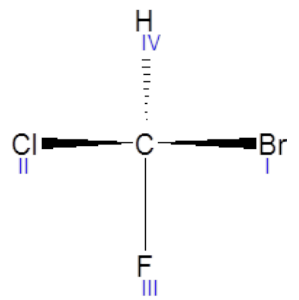
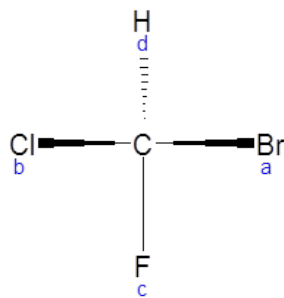
როგორ დავასახელოთ სტერეოიზომერების გათვალისწინებით სრულად მოცემული სტრუქტურები?



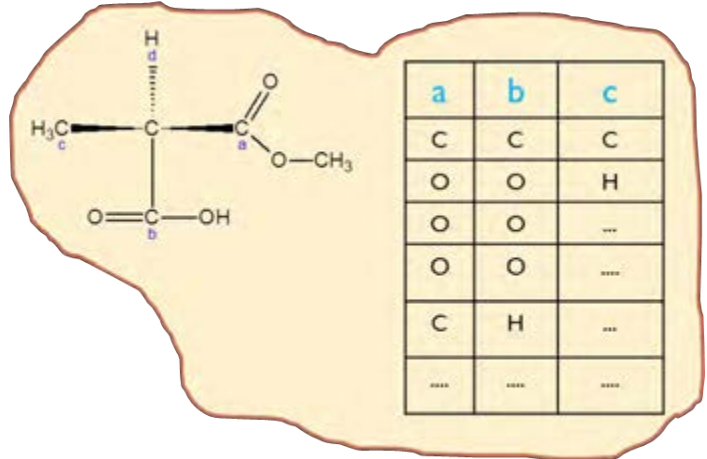
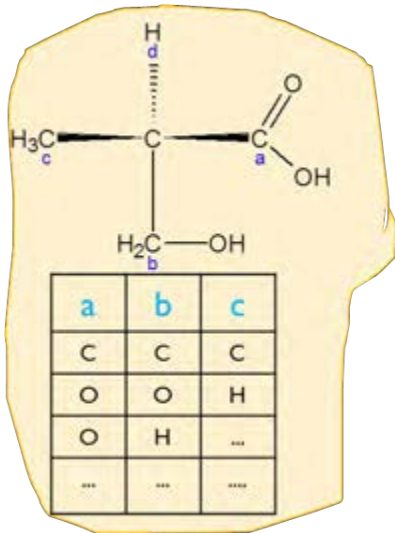
 წინა ჩანმაცვლებელი
 უკანა ჩანმაცვლებელი

10.9-B. კან-ინგოლდ-პრელოგის სისტემა

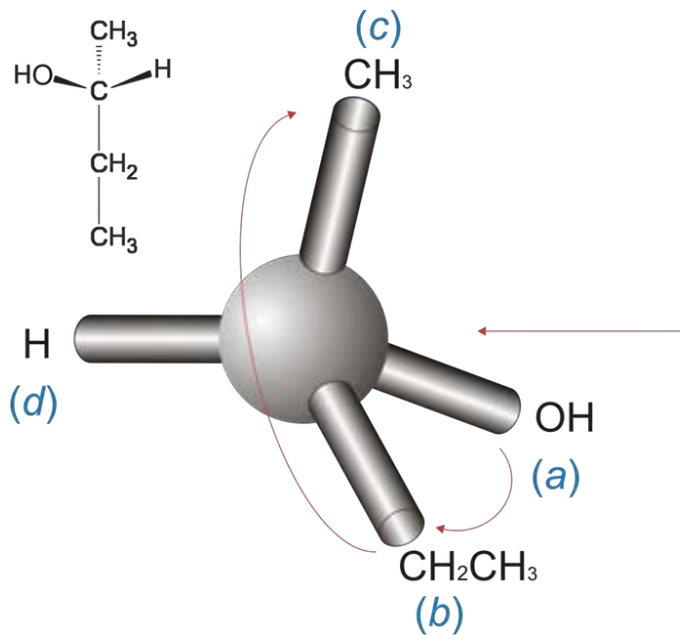
1. სტერეოცენტრთან ჩანაცვლებული თითოეული ჩანმაცვლებელი ინომრება სიმბოლოებით: a, b, c, d ან რომაული ციფრებით: I, II, III, IV და დგინდება ჩანმაცვლებლების პრიორიტეტი. პრიორიტეტით ყველაზე მაღალი ჩანმაცვლებელია ის, რომელსაც ყველაზე მაღალი ატომური ნომერი აქვს.



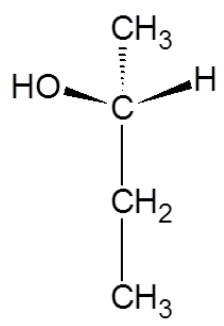
2. თუ სტერეოცენტრთან ჩანაცვლებული პირველივე ჩანმაცვლებელი ატომები ერთგვარია და პრიორიტეტი ვერ დგინდება, მაშინ განიხილავენ მათ შემდგომ ატომებს. ამასთან ორმაგი და სამმაგი ბმით დაკავშირებული ატომი ორჯერ ან სამჯერ შესაბამისად.



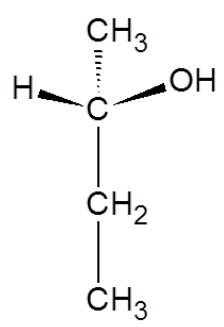
3. თუ სტერეო ცენტრს დავაკვირდებით უმცირესი პრიორიტეტის მქონე ჩანმაცვლებლის გასწვრივ, ხოლო დანარჩენი ჩანმაცვლებლების პრიორიტეტი იცვლება საათის ისრის მიმართულებით, მაშინ სტერეოიზომერი ითვლება მარჯვნივ მაბრუნებლად და აღინიშნება R-ით



დამკვირვებელი

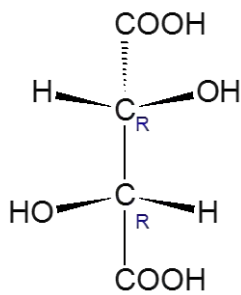


(R)-2-ჰიდროქსიბუტანი

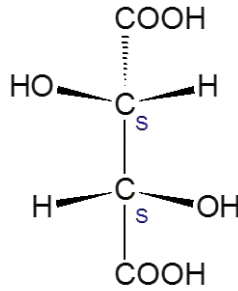


(S)-2-ჰიდროქსიბუტანი

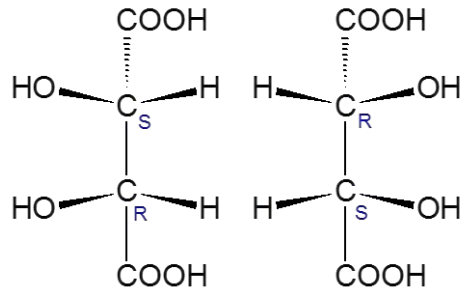
სტერეოიზომერების რაოდენობა დამოკიდებულია ქირალური ნახშირბადების რაოდენობაზე. მათი რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით: $N=2^n$, სადაც N არის ოპტიკური იზომერების რაოდენობა, n - ქირალური ნახშირბადების რაოდენობა.



(2R,3R)-დიჰიდროქსი-
ბუტანდიმჟავა
R,R-ღვინომჟავა



(2S,3S)-დიჰიდროქსი-
ბუტანდიმჟავა
S,S-ღვინომჟავა



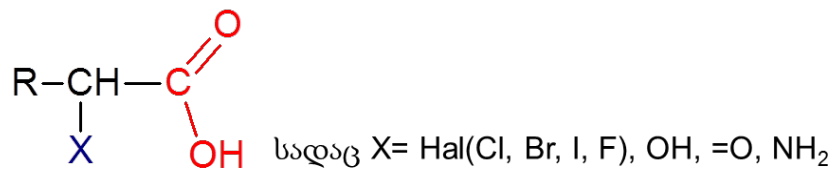
(2R,3S)-დიჰიდროქსი-
ბუტანდიმჟავა
R,S-ღვინომჟავა
(მეზოღვინომჟავა)

10.10. მუცხების ფუნქციური ნაწარმების ქიმიური თვისებები

10.10-A. ქიმიური თვისებების რეაქციების კლასიფიკაცია

მუცხების ფუნქციური ნაწარმების ქიმიური თვისებებისათვის დამახასიათებელია შემდეგი სახის რეაქციები:

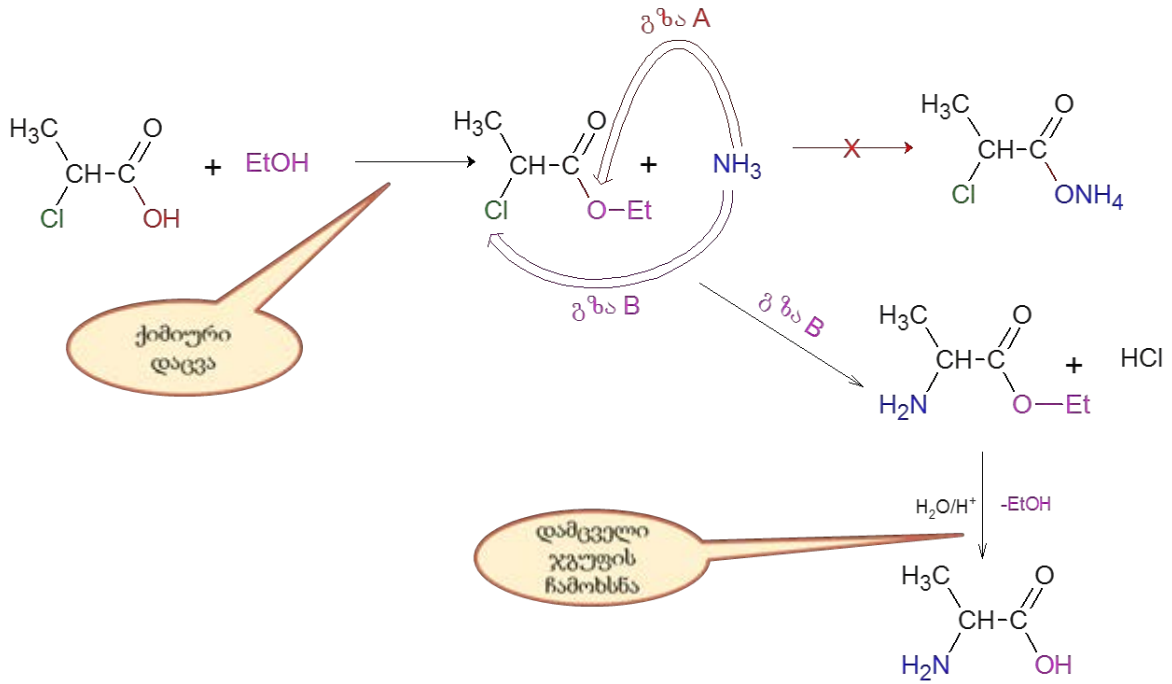
- I. COOH ჯგუფისათვის დამახასიათებელი რეაქციები
- II. X- ჯგუფისათვის დამახასიათებელი რეაქციები
- III. კერძო, ქვეკლასისათვის დამახასიათებელი რეაქციები.



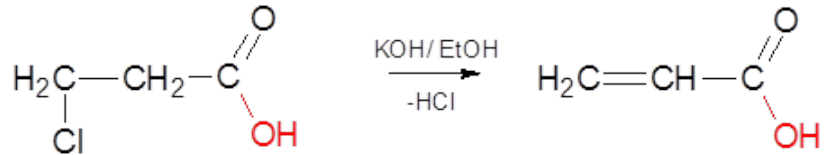
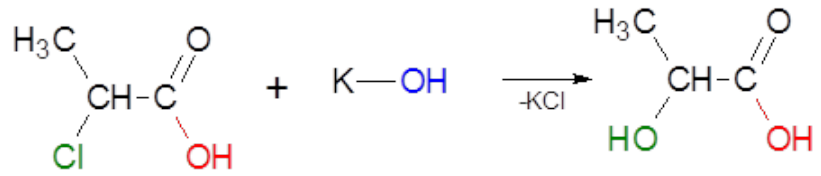
COOH ჯგუფისათვის დამახასიათებელი რეაქციები.

მუცხების ფუნქციურ ნაწარმებში ქიმიური რეაქციები COOH ჯგუფთან ისევე მიმდინარეობს, როგორც მათ შესამაბის მუცხებთან.

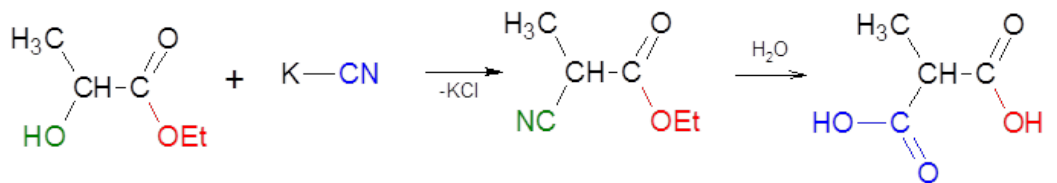
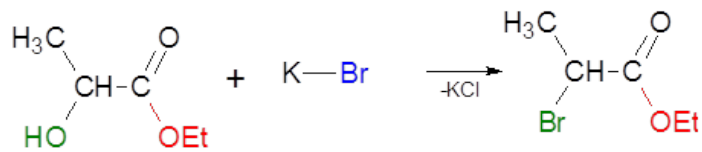
მაგალითი:



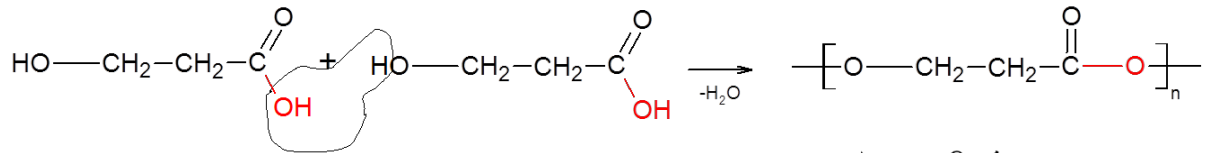
სხვა რეაქციები:



ჰილროქსიმუაველებში OH-ის ჩანაცვლება:



ჰილროქსიმუაველების პოლიკონდესაცია:



პოლიმერი –
პოლიესტერი

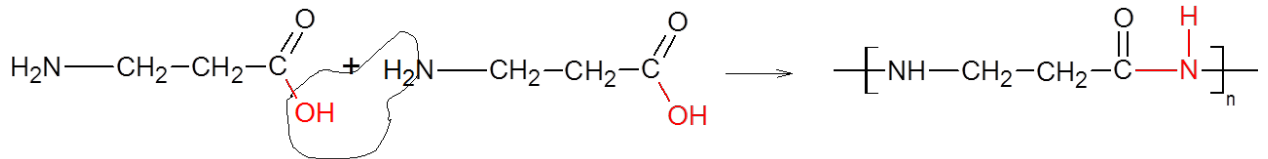
მიღებული პოლიესტერული
ჰიდროფობობით.

ბოჭკო

ხასიათდება



ამინომჟავების პოლიკონდესაცია:

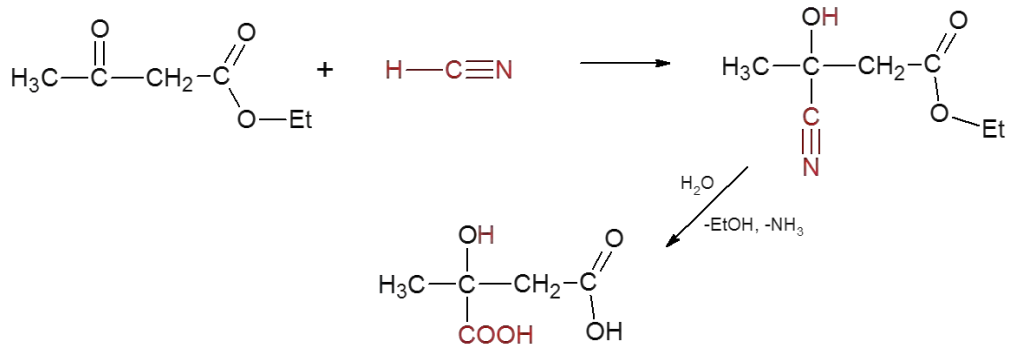


პოლიმერი –
პოლიამიდი

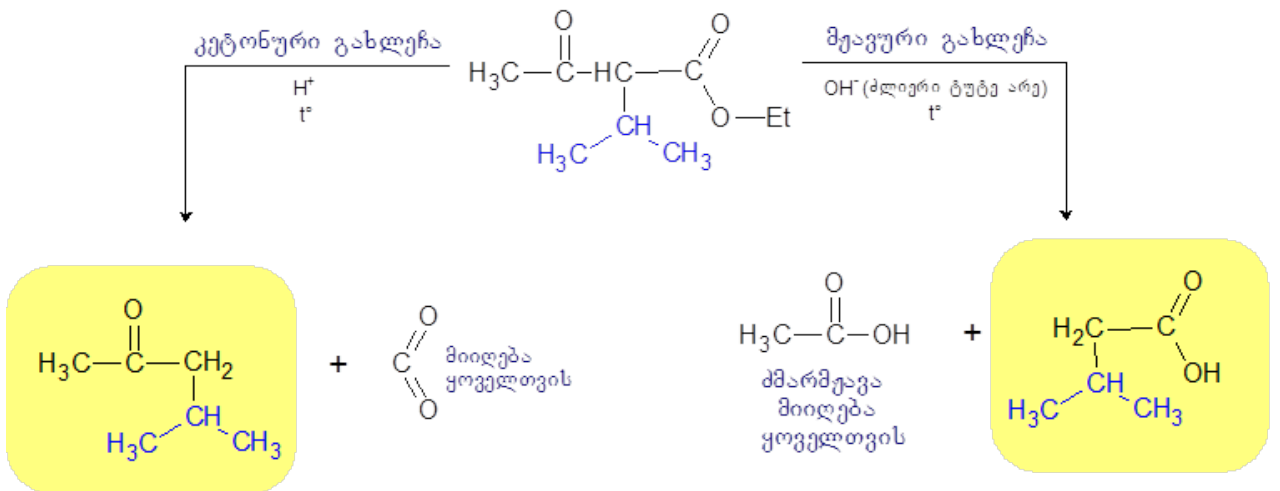
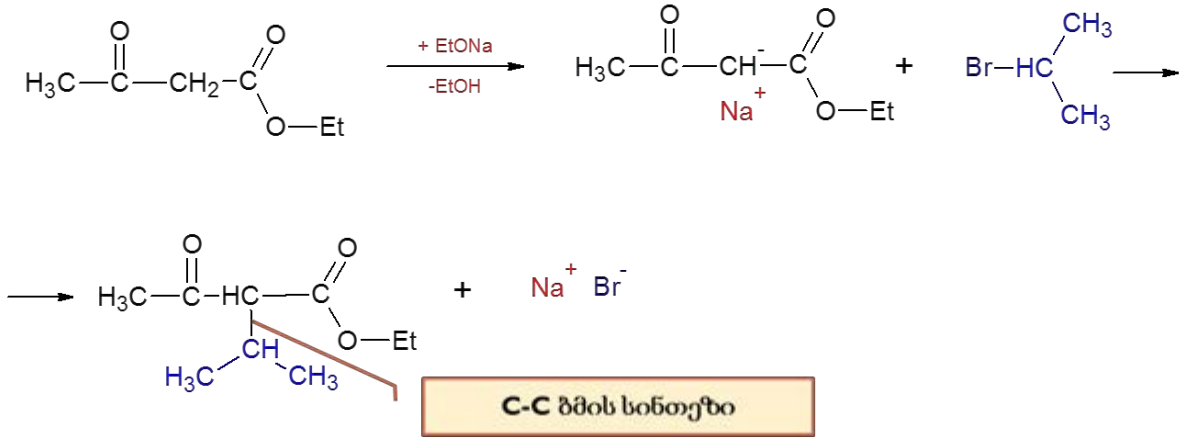


პოლიამიდური ბოჭკო (კაპრონი)

რეაქცია HCN-თან

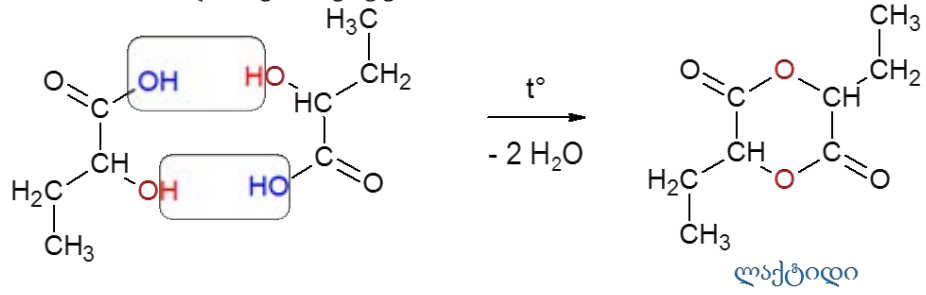


აცეტომარმუაჟის ეთერის გამოყენება:

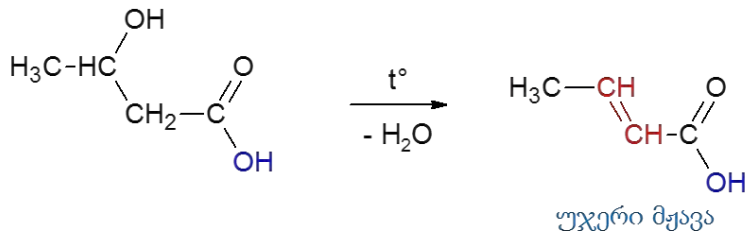


პილროქსიმუაჟები – დეჰიდრატაციის რეაქციები.

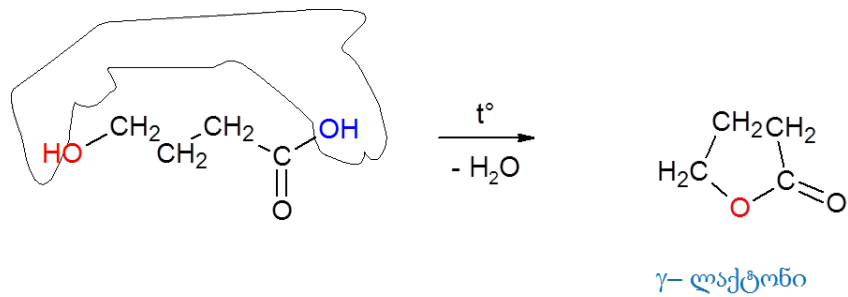
□ α-ჰიდროქსიმჟავები



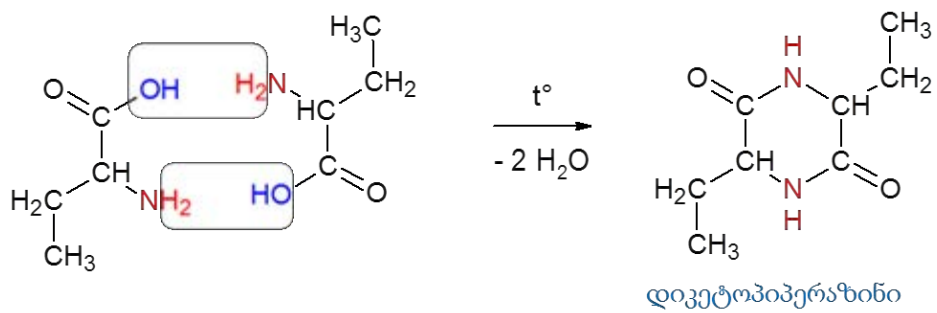
□ β-ჰიდროქსიმჟავები



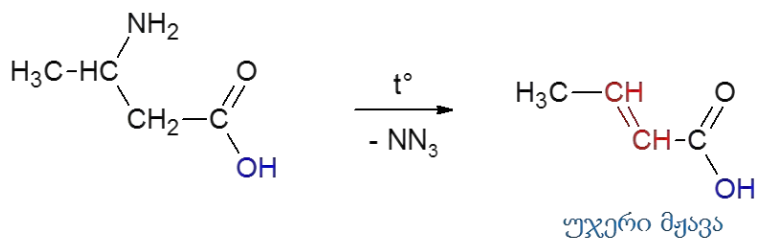
□ γ-ჰიდროქსიმჟავები



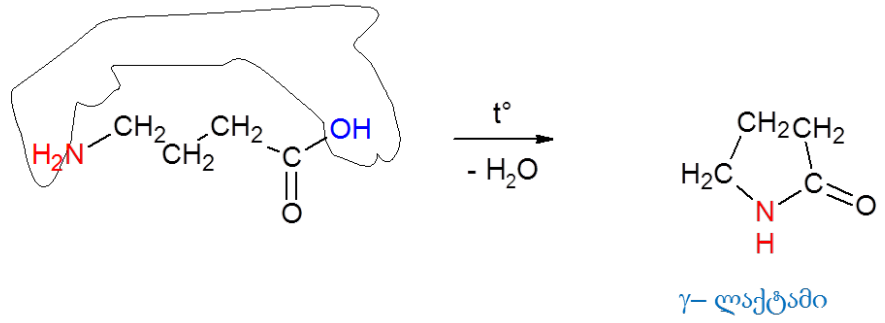
□ α-ამინომჟავები



□ β-ამინომჟავები



□ γ -ამინომჟავები



დამოუკიდებელი სამუშაო

1. დაწერეთ შემდეგი მჟავების სტრუქტურული ფორმულები და დაასახელეთ ისინი IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:

- | | |
|-----------------------------|---|
| ა. პროპიონმჟავა | ე. α,β -დიმეთილვალერიანმჟავა |
| ბ. ერბომჟავა | ვ. კაპრონმჟავა |
| გ. α -მეთილერბომჟავა | ზ. δ -მეთილ- γ -ეთილკაპრონმჟავა |
| დ. ვალერიანმჟავა | |

2. დაწერეთ შემდეგი მჟავების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. 4-მეთილ-2-ეთილპენტანმჟავა
- ბ. 2,2,3-ტრიმეთილბუტანმჟავა
- გ. 3,5-დიმეთილ-4-ეთილჰექსანმჟავა

3. როგორი აღნაგობა აქვს შემდეგ მჟავებს:

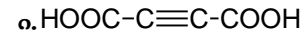
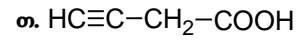
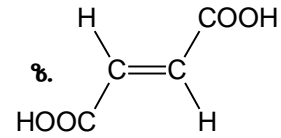
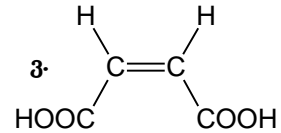
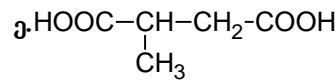
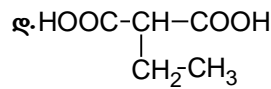
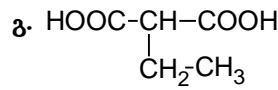
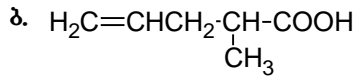
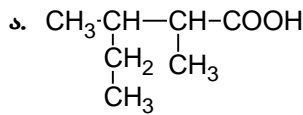
- | | |
|------------------|----------------|
| ა. აკრილმჟავა | ე. მალონმჟავა |
| ბ. კროტონ მჟავა | ვ. ქარვამჟავა |
| გ. ვინილმარმჟავა | ზ. ადიპინმჟავა |
| დ. მჟაუნმჟავა | |

რომელი მჟავისთვისაა შესაძლებელი ცის-ტრანს იზომერია.

4. მოიყვანეთ ქვემოთ დასახელებული მჟავებისა შესაბამისი აცილები და დაასახელეთ ისინი:

- ა. ჭიანჭველმჟავა
- ბ. ძმარმჟავა
- გ. პროპიონმჟავა
- დ. ერბომჟავა

5. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:



6. დაწერეთ შემდეგი მჟავების სტრუქტურული ფორმულები:

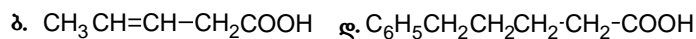
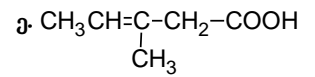
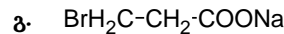
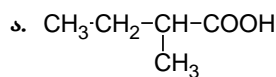
- | | |
|--|--|
| ა. ბენზომჟავა | ზ. 1,3-ბენზოლდიკარბონმჟავა (იზოფთალმჟავა) |
| ბ. პ-ტოლუილმჟავა | თ. 1,4-ბენზოლდიკარბონმჟავა (ტერეფთალმჟავა) |
| გ. ფენილმარმჟავა | ი. 1,2,4-ბენზოლტრიკარბონმჟავა |
| დ. დარიჩინის მჟავა | კ. ბენზოლჰექსაკარბონმჟავა |
| ე. 2,4,6-ტრიმეთილბენზომჟავა (მეთილენკარბონმჟავა) | |
| ვ. 1,2-ბენზოლდიკარბონმჟავა (ფთალმჟავა) | |

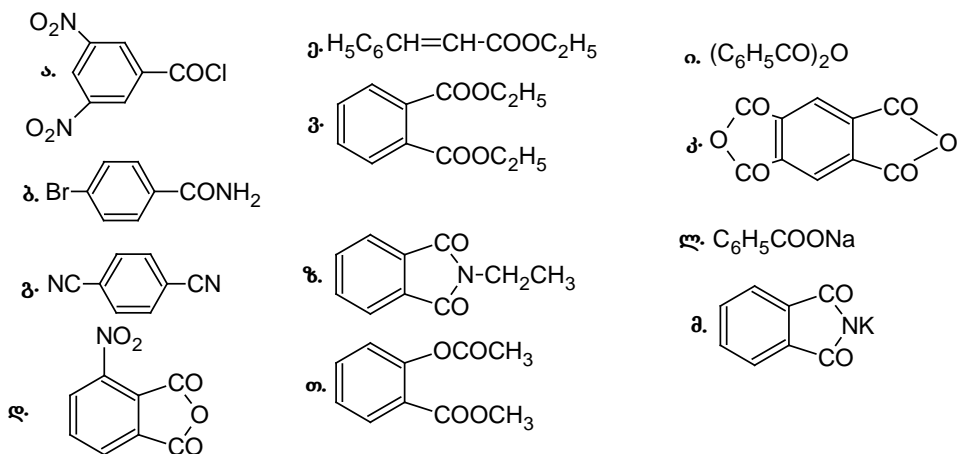
7. დაწერეთ და დაასახელოთ სტრუქტურული ფორმულები $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_2$ შედგენილობის ყველა იზომერული არომატული მონოკარბონმჟავებისა და $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ შედგენილობის არომატული ორფუძიანი მჟავებისა.

8. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- სალიცილმჟავა (α -ჰიდროქსიბენზომჟავა)
- ანთრანილმჟავა (ω -ამინობენზომჟავა)
- 2-ქლორ-4-სულფობენზომჟავა
- 3-ნიტროფთალმჟავა
- პ-აცეტამინობენზომჟავა
- ანისის მჟავა (პ-მეთოქსიბენზომჟავა)
- 2,4-დინიტრობენზომჟავა

9. დაასახელოთ შემდეგი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:

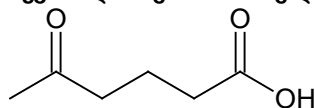




14. დაწერეთ სტრუქტურული ფორმულები კარბონმჟავათა წარმოებულებისა:

- ა. ბენზოილქლორიდი
- ბ. ფენილმმარმჟავას ნიტრილი
- გ. პ-ნიტრობენზომჟავას ეთილის ეთერი
- დ. ო-ქლორბენზომჟავას ანჰიდრიდი
- ე. პ-მეტოქსიბენზომჟავას ამიდი
- ვ. სალიცილმჟავას ეთილის ეთერი
- ზ. იზოფთალმჟავას დიამიდი
- თ. ფთალმჟავას იმიდი (ფთალიმიდი)
- ი. ფთალმჟავას ანჰიდრიდი
- კ. ტერეფთალმჟავას მონომეთილისეთერი
- ლ. კალიუმის ფთალიმიდი

15. რომელია ქვემოთ მოყვანილი ნაერთის სახელწოდება?

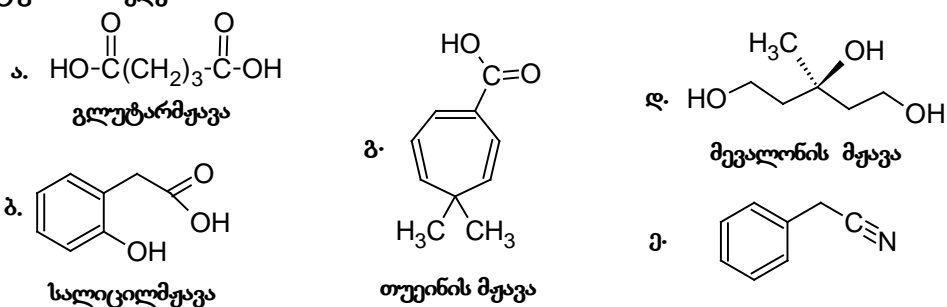


- ა. 2-ოქსოჰექსანმჟავა
- ბ. 5-ოქსოჰექსანმჟავა
- გ. მეთილბუტოქსიკეტონი
- დ. 4-კეტოჰენტანმჟავა

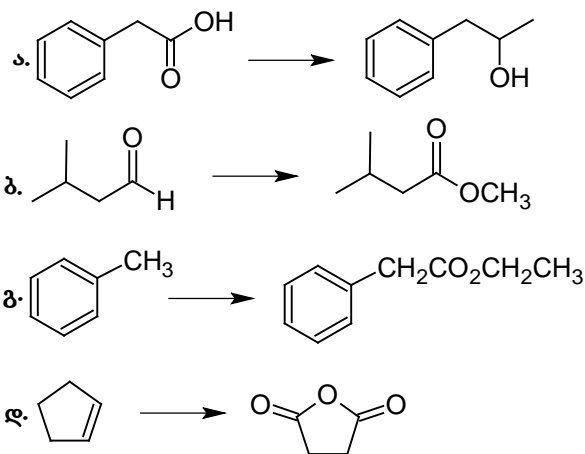
16. დაწერეთ შემდეგ ნაერთთა ფორმულები (დასახელება მოცემულია IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით):

- ა. 2-პროპილპენტანმჟავა
- ბ. ცის-1,3-ციკლოპენტადიკარბონმჟავა
- გ. ციანმმარმჟავა
- დ. მ-ქლორბენზომჟავა
- ე. 2-პროპენნიტრილი

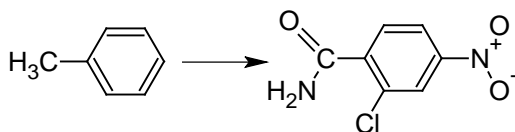
17. დაასახელეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები IUPAC-ის ნომენკლატურის მიხედვით:



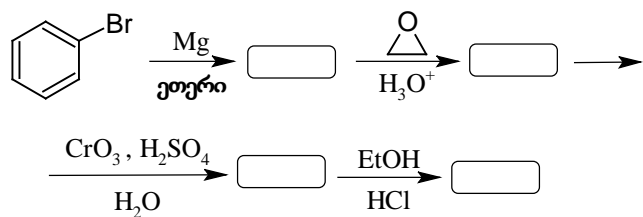
18. განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები. შეგიძლიათ გამოიყენოთ რამოდენიმე საფეხური. უჩვენეთ ყველა რეაგენტი და შუალედურ ნაერთთა სტრუქტურები:



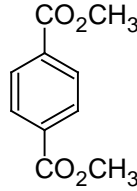
19. აკლომიდი, 2-ქლორ-4-ნიტრობენზამიდი წარმოადგენს ინგრედიენტს ვეტერინალურ ანტიბაქტერიულ წარმოებაში. ჩაატარეთ აკლომიდინის სინთეზი ტოლულისაგან. უჩვენეთ ყველა რეაგენტები და შუალედური სტრუქტურები.



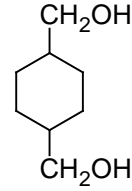
20. სასიამოვნო სუნის მქონე ნაერთი ეთილფენილაცეტატი გამოიყენება პარფიუმერიაში. დაწერეთ ამ ნაერთის სინთეზი და უჩვენეთ ყველა შუალედური პროდუქტის სტრუქტურა.



21. კოდელ(R) არის ძირითადი პროდუქტი ბამბის ბოჭკოს მოსამზადებლად დიმეთილტერეფთალატისა და 1,4-ციკლოჰექსანდიმეთანოლისაგან. კოდელ(R)-ისაგან მომზადებულ ბოჭკოს აქვს საუკეთესო წინააღმდეგობის უნარი.



დიმეთილტერეფთალატი



1,4-ციკლოჰექსანდიმეთანოლი

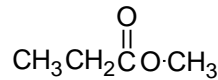
1. დაწერეთ კოდელ(R)-ის პოლიმერის სტრუქტურა

2. კოდელ(R) არის მაგალითი:

- ა. პოლიურეთანის
- ბ. პოლიეთერის
- გ. პოლიამიდის
- დ. პოლიკარბონატის

22. რომელ რეაგენტს (გრინიარს თუ ნიტრილს) შეარჩევდით $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ მისაღებად. ახსენით რატომ?

23. ჩაატარეთ შემდეგი ეთერის ტრანსეთერიფიკაცია

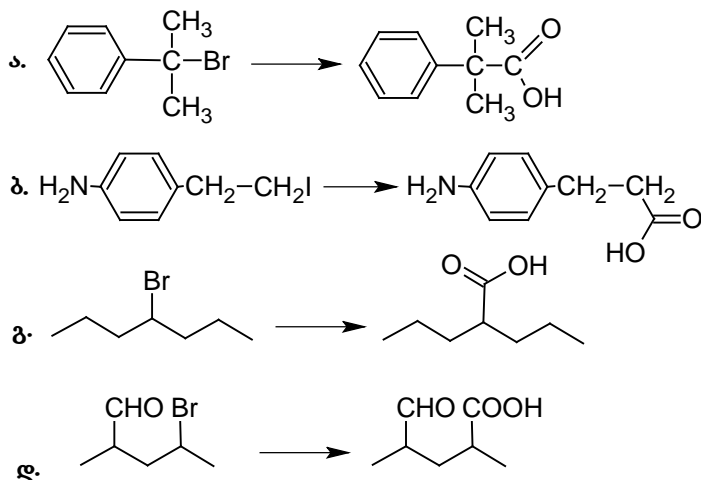


24. აჩვენეთ

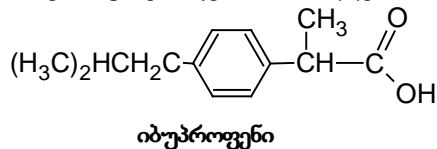
ა. $(\text{CH}_3)_3\text{CCO}_2\text{H} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{CCN}$ მიღების საფეხურები

ბ. რომელი პროდუქტის მიღებაა მოსალოდნელი, თუ $(\text{CH}_3)_3\text{CCN}$ -ს მივიღებთ $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$ -ზე NaCN -ის მოქმედებით?

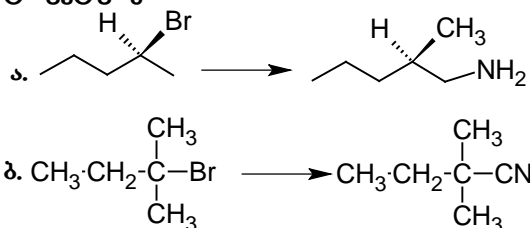
25. კარბოქსიმუჟავების სინთეზი ხდება ან გრინიარის რეაგენტით ან ნიტრილჰიდროლიზით. აირჩიეთ ქვემოთ მოყვანილი გარდაქმნებისათვის საუკეთესო მეთოდი, თუ ორივე მეთოდი გამოდგება. დაასაბუთეთ თქვენი პასუხი.



26. განახორციელეთ ანთების საწინააღმდეგო პრეპარატის იზუპროფენის სინთეზი ბენზოლიდან. აჩვენეთ ყველა რეაგენტი და შუალედურ ნაერთთა სტრუქტურები. აღნიშნეთ თუ შეიძლება მომზადდეს პ- და ო- იზომერები.



27. აჩვენეთ როგორ განახორციელებთ შემდეგ გარდაქმნებს.. შეგიძლიათ გამოიყენოთ ერთზე მეტი რეაგენტი. აჩვენეთ ყველა რეაგენტი და შუალედურ ნაერთთა სტრუქტურები:



28. რეაქცია პროპილბრომიდსა და ნატრიუმციანიდს (NaCN) შორის შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



როდის მიდის ეს რეაქცია უფრო სწრაფად? დიმეთილფორმამიდში თუ ეთანოლში? პასუხი დაასაბუთეთ.

29. ახსენით ქვემოთ მოყვანილ რიგში მჟავიანობის ცვლილება:

- ა. $\text{HCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- ბ. $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{ClCH}_2\text{COOH} < \text{Cl}_3\text{COOH}$
- გ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} < \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} < \text{CH}_3\text{CHBrCOOH}$
- დ. $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{ClCH}_2\text{COOH} < \text{O}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$

30. აღნიშნეთ თითოეულ წყვილში რომელი მჟავაა უფრო ძლიერი და რატომ?

- ა. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} ?$
 ბ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} ?$
 გ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{O}\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow ?$
 დ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{Cl} + 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 \longrightarrow ?$
 ე. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_3 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} ?$
 ვ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[2. \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}]{1. \text{SOCl}_2} ?$
 ზ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{NHCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} ?$
 თ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{C}_6\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} ?$

38. დაწერეთ შემდეგი მჟავების სტრუქტურული ფორმულები:
 ა. ამინომარმჟავა (გლიცინი)

ბ. α-ამინოპროპიონმჟავა (ალანინი)

გ. 2-ამინო-3-მეთილბუტანი

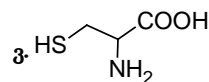
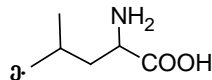
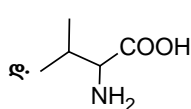
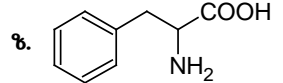
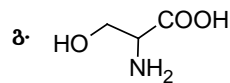
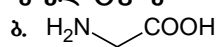
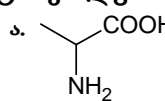
დ. 2-ამინო-4-მეთილპენტანმჟავა (ლეიცინი)

ე. 2-ამინო-3-ფენილპროპანმჟავა (ფენილალანინი)

ვ. 2-ამინო-3-ჰიდროქსიპროპანმჟავა (სერინი)

ზ. 2-ამინო-3-მერკაპტოპროპანმჟავა (ცისტეინი)

39. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები საერთაშორისო და ტრივიალური ნომენკლატურებით.



40. მოიყვანეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ამინომჟავების სტრუქტურული ფორმულები, როცა pH = 7.

ა. გლუტამინმჟავა

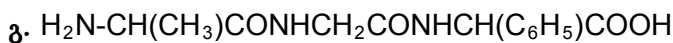
დ. არგინინი

ბ. ლიზინი

ე. ასპარგინი

გ. იზოლეიცინი

41. რომელი ამინომჟავების ნაშთებისაგან შედგებიან შემდეგი პეპტიდები:



42. უპასუხეთ შემდეგ შეკითხვებს:

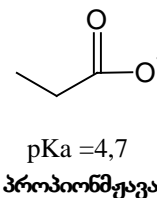
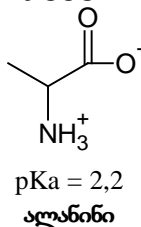
ა. ალანინის იზოელექტრული (ი.წ.) წერტილია 6.02, სერინისა კი – 5.68. რომელ მათგანს ექნება დადებითი მუხტის უდიდესი კონცენტრაცია, როცა $pH = 5,50$?

ბ. რომელი ერთადერთი ამინომჟავაა, რომელსაც არ გააჩნია ხირალური ცენტრი?

გ. რომელი ორი ამინომჟავაა, რომლებსაც აქვთ უდიდესი არაპოლარობა?

დ. რომელ ამინომჟავას აქვს უმდაბლესი იზოელექტრული წერტილი?

43. რატომ აქვს ალანინში კარბოქსილის ჯგუფს უფრო დაბალი pK_a , ვიდრე კარბოქსილის ჯგუფს პროპიონმჟავაში?

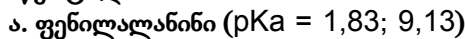


44. ლეიცინი წარმოადგენს შეუცვლელ ამინომჟავას, რომლის სისტემატური სახელია 2-ამინო-3-მეთილპენტანმჟავა. მისი $pK_{a1} = 2.36$ და $pK_{a2} = 9,60$

- I. დაწერეთ ლეიცინის სტრუქტურა და ხირალური ცენტრი აღნიშნეთ ვარსკვლავით.
- II. რამდენი სტერეოიზომერი შეიძლება ჰქონდეს ლეიცინს?
- III. გამოსახეთ ფიშერის პროექცია L-ლეიცინისათვის და ხირალურ C-ზე აღნიშნეთ R და S.
- IV. რას უდრის ლეიცინისათვის იზოელექტრული წერტილი (ი.წ.)?
- V. დაწერეთ ლეიცინისათვის პრედომინანტური ფორმა $pH = 10,00$ დროს.
- VI. დაწერეთ ლეიცინისათვის პრედომინანტური ფორმა $pH = 1,50$ დროს.
- VII. ლეიცინი წარმოადგენს შეუცვლელ ამინომჟავას, რას ნიშნავს ეს?

45. დაწერეთ ნაერთი, რომელიც მიიღება ცისტეინის დაჟანგვით რბილ პირობებში.

46. ქვემოთ მოყვანილი ამინომჟავებისათვის გამოთვალეთ იზოელექტრული წერტილი



47. დაადგინეთ დიპეპტიდის აღნაგობა, რომლებიც 2,4-დინიტრო-ფთორბენზოლთან გაცხელებით და შემდგომი ჰიდროლიზით იძლევიან:

- ა. N-(2,4-დინიტროფენილ)ალანინსა და ვალის
- ბ. N-(2,4-დინიტროფენილ)ლეიცინი და სერინი
- გ. N-(2,4-დინიტროფენილ)ფენილალანინი და ცისტეინი

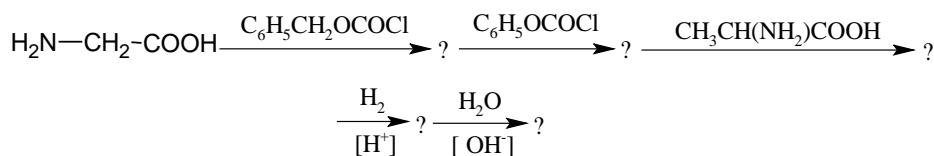
48. რომელი ამინომჟავა შეიძლება მივიღოთ იზომერული ტრიპეპტიდების ჰიდროლიზით:

- ა. გლიცილვალისფენილალანინი
- ბ. ვალილფენილალანისგლიცინი

რომელი დიპეპტიდის წარმოქმნაა მოსალოდნელი ამავე ტრიპეპტიდების ნაწილობრივი ჰიდროლიზით. შეიძლება თუ არა ნაწილობრივი ჰიდროლიზით განვასხვავოთ იზომერული (ა) და (ბ) ტრიპეპტიდები?

49. დაწერეთ იმ ტრიპეპტიდის ჰიდროლიზის სტრუქტურული ფორმულა, რომლის სრული ჰიდროლიზით მიიღება გლიცინი, ალანინი და ცისტეინი, ხოლო ნაწილობრივი ჰიდროლიზით კი - ალანისგლიცინი და გლიცილცისტეინი.

50. რომელი დიპეპტიდი მიიღება შემდეგი გარდაქმნების შედეგად:



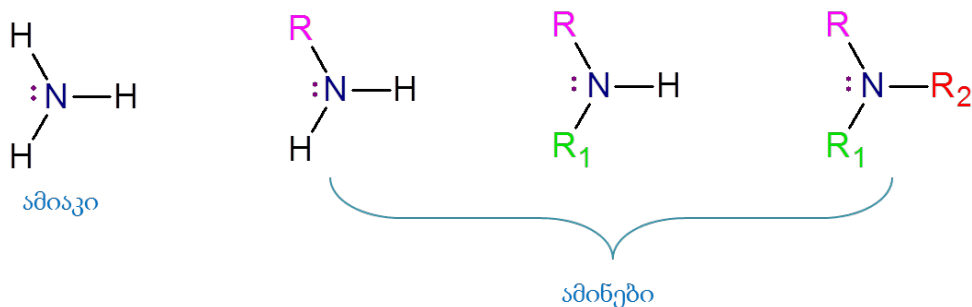
რატომაა საჭირო ამ სქემის მიხედვით სინთეზის ჩასატარებლად ამინოჯგუფის წინასწარი დაცვა, კარბოქსილის ჯგუფის "აქტივაცია", და მეორე ამინომჟავას კარბოქსილის ჯგუფის დაცვა?

თავი 11.

✓ ამინები

11.1. შესავალი

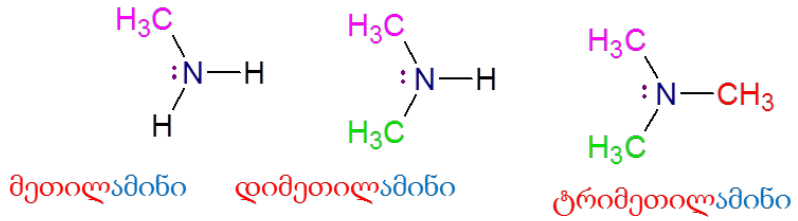
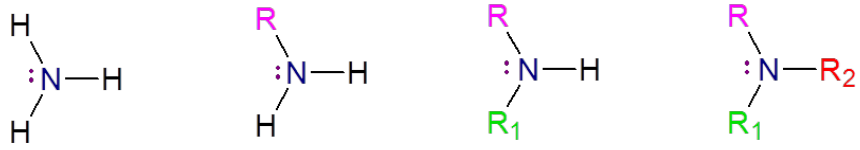
ამინები ეწოდებათ ამიაკის ანალოგიურ ორგანულ ნაერთებს.



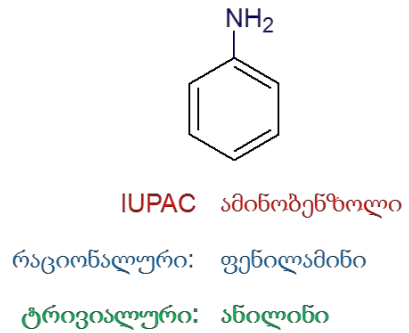
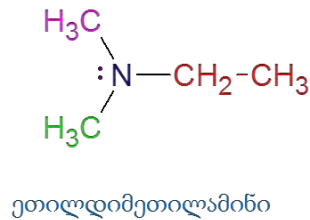
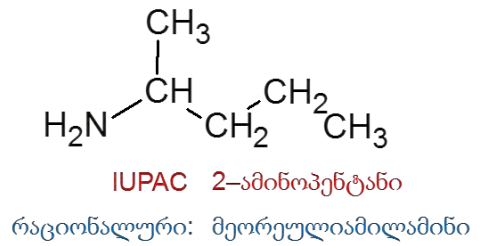
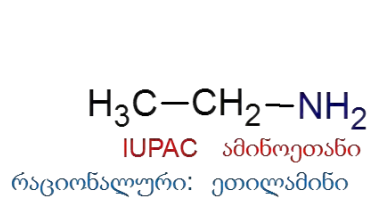
11.2. კლასიფიკაცია

ამინებს, ისევე როგორც ამიკს აქვთ ფუძე თვისებები აზოტის ატომზე ლოკალიზებული თავისუფალი ელექტრონული წყვილის გამო.

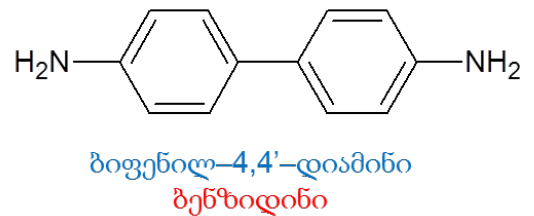
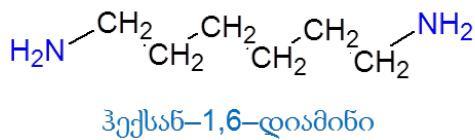
იმისდამხდვით, თუ ამიაკში რამდენი წყალბადის ატომია ჩანაცვლებული ორგანული ფრაგმენტით (რადიკალით), ანსხვავებენ პირველად, მეორეულ და მესამეულ ამინებს:

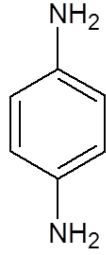


რადიკალების მიხედვით ამინები შეიძლება იყოს ნაჯერი, არომატული.

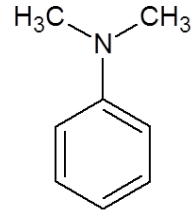


ზოგიერთი წარმომადგენლები:





ბენზოლ-1,4-დიამინი
პ-ფენილენდიამინი



ფენილდიმეთილამინი
N,N-დიმეთილანილინი

11.3. ფიზიკური თვისებები

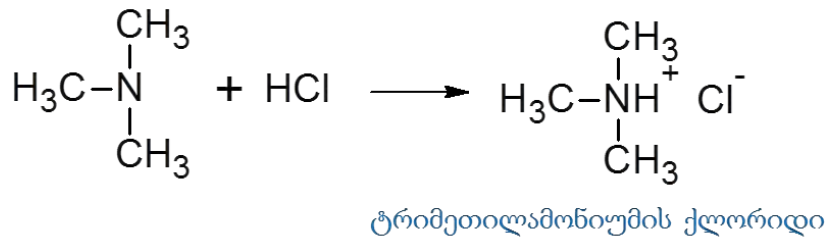
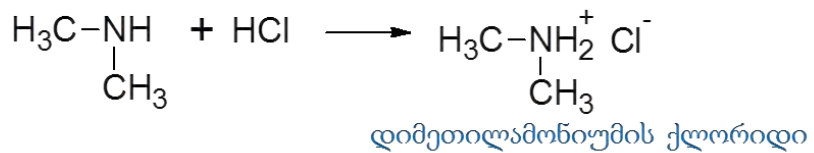
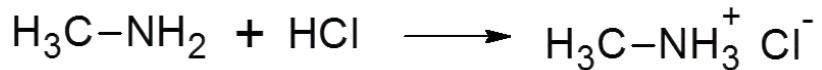
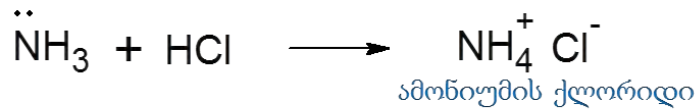
ამინებს აქვს სპეციფიკური სუნი. დაბალმოლეკულური ამინები იხსნებიან წყალში და აქვს ფუძე თვისებები.

ფუძიანობა იზრდება შემდეგ მწრეკეში:

მესამეული ამინი > მეორეული ამინი > პირველადი ამინი

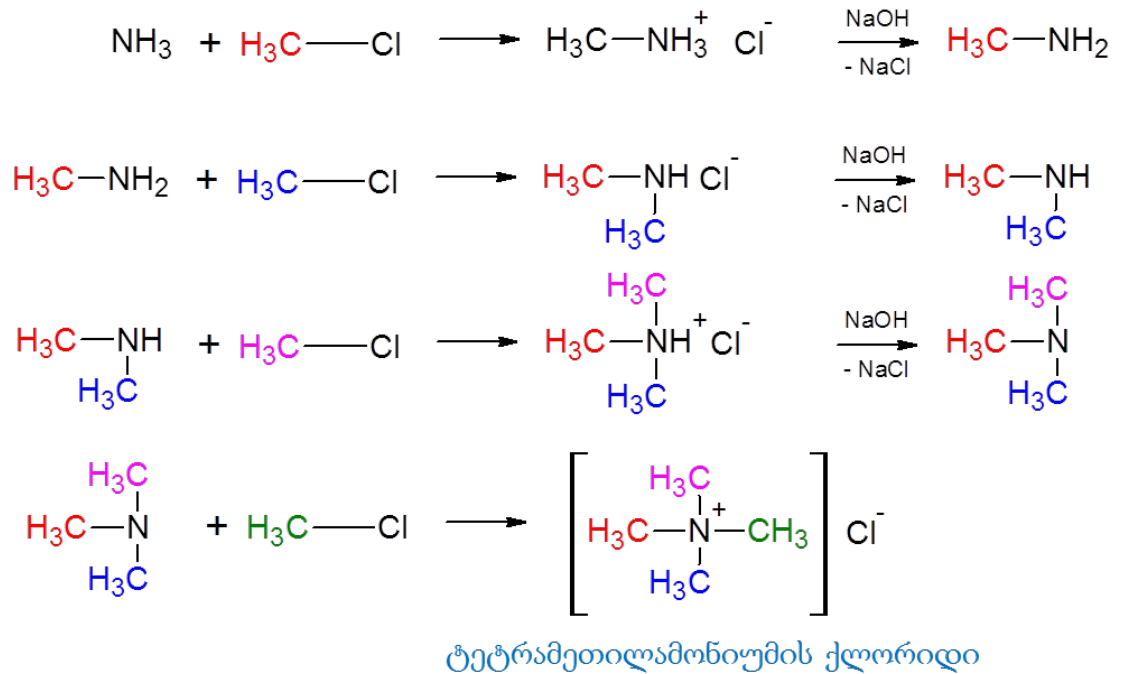
11.4. ფუძიანობა

ამინები ამიაკის მსგავსად ამულავენებენ ფუძე თვისებებს.

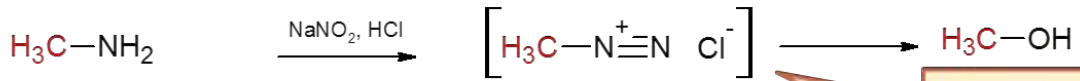


11.5. ქიმიური თვისებები

11.5-A. ამინების ალკილირება

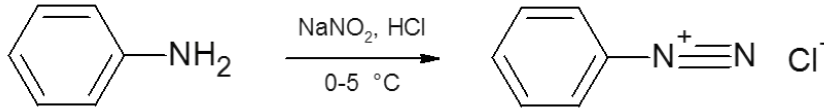


11.5-B. დიაზოთიერების რეაქცია



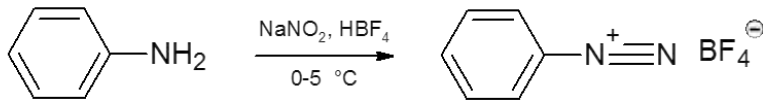
დიაზომიუმის მარილი
მეთილდიაზონიუმის ქლორიდი

არა არომატული
დიაზომიუმის
მარილები
უმდგრადი
ნაერთებია!!!



დიაზომიუმის მარილი
ფენილდიაზონიუმის ქლორიდი

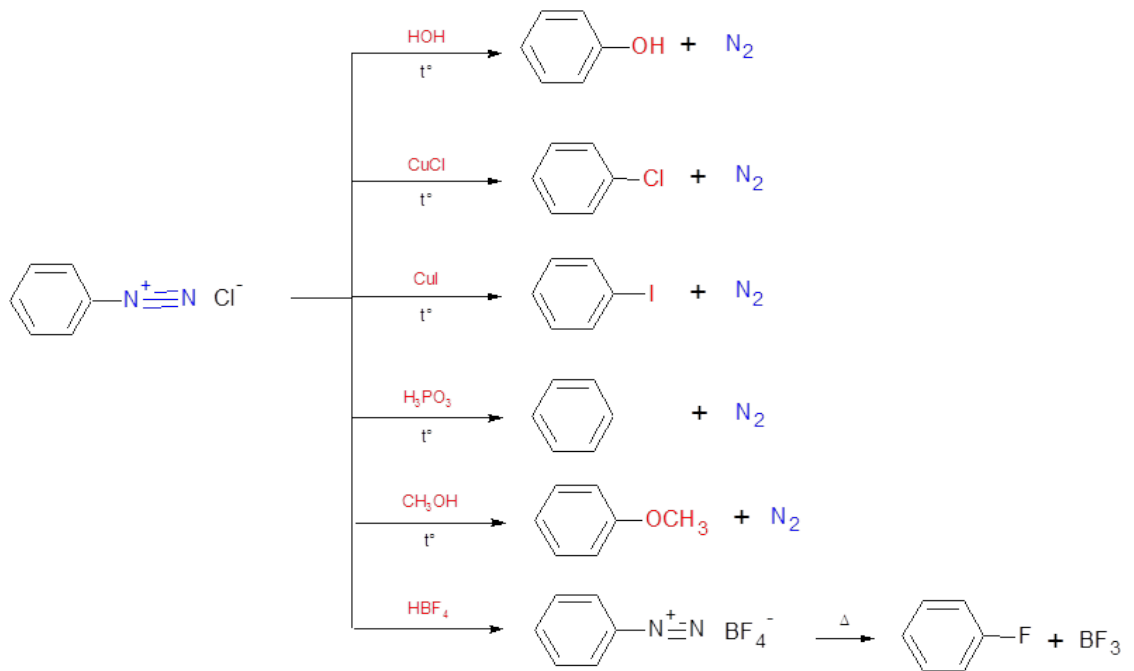
არომატული
დიაზომიუმის
ქლორიდები
მდგრადი ნაერთებია
0-5 C-ზე



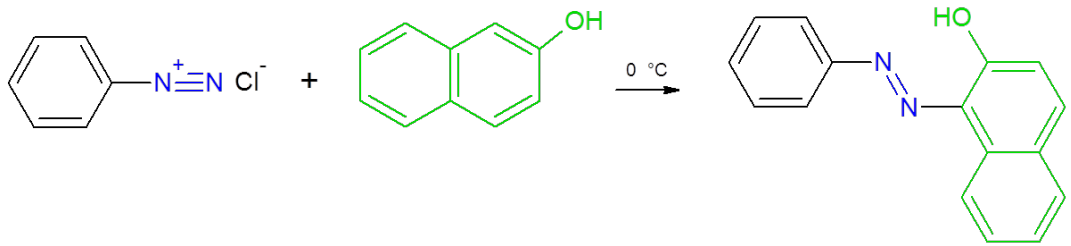
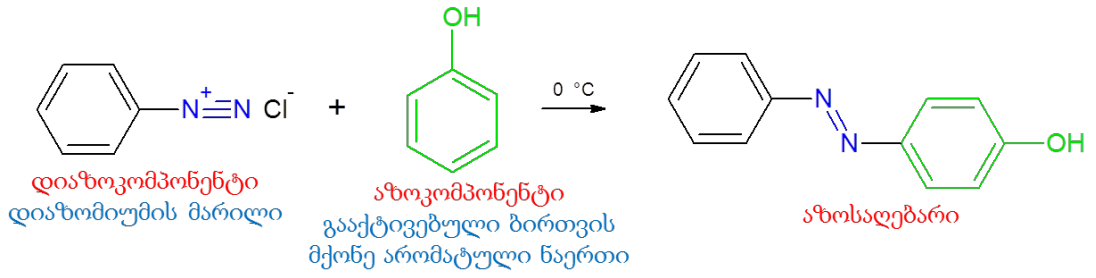
ფენილდიაზონიუმის
ტეტრაფთორბორატი

არომატული
დიაზომიუმის
ქლორიდები
მდგრადი ნაერთებია
20-45 C-ზე

11.5-C. დიაზონიუმის მარილების რეაქციები (აზოტის გამოყოფით)



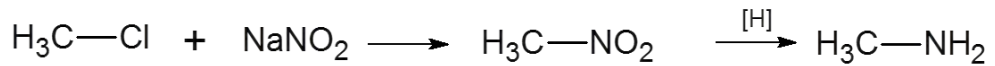
11.5-D. დიაზონიუმის მარილების რეაქციები (აზოტის გამოყოფის გარეშე)



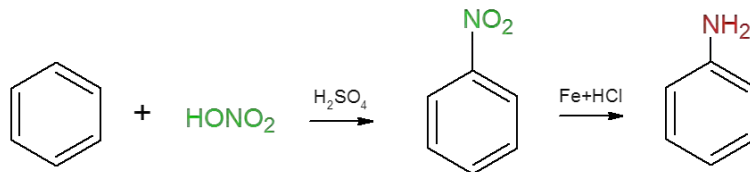
11.6. მიწების რეაქციები

11.6-A. ნიტრო ნაერთების აღდგენა

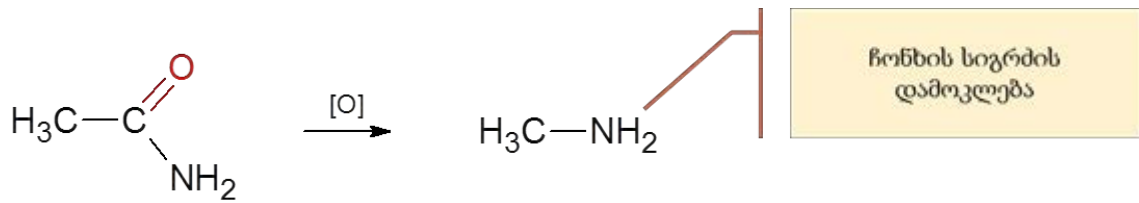
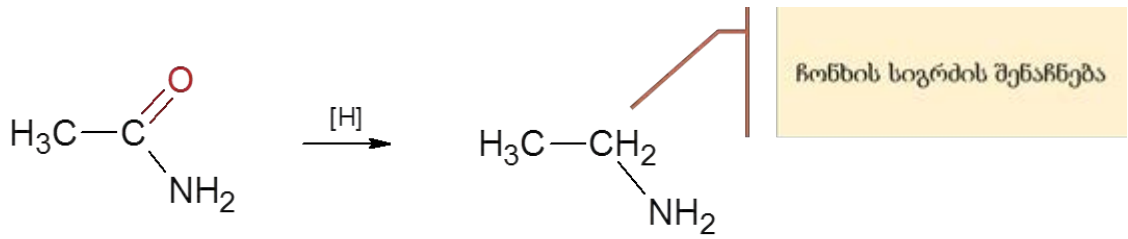
ნაჯერი ამინები



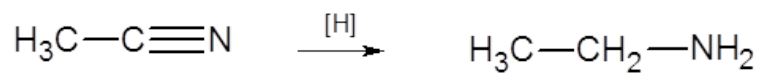
◦ არომატული ამინები



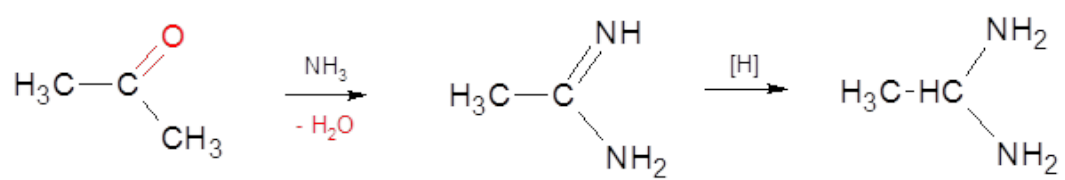
11.6-B. ამიდაზებიდან



11.6-C. ნიტრილაზებიდან



11.6-D. კარბილური ნაერთების ალდგენითი ამინირება



დამოუკიდებელი სამუშაო

1. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:
 ა. ჰექსილამინი

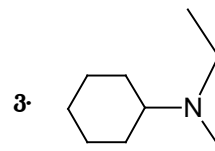
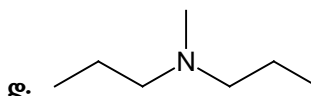
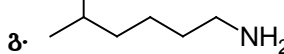
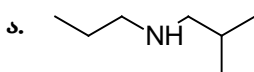
ბ. ბუტილპროპილამინი (N-პროპილ-1-ბუტანამინი)

გ. მეორეულიბუტილიზობუტილამინი (N-იზობუტილ-2-ბუტანამინი)

დ. დიეთილროლრილამინი (N, N-დიეთილ-1-პროპანამინი)

ე. ციკლოჰექსილამინი (ციკლოჰექსანამინი)

2. დაწერეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:



3. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

ა. პენტანამინი

ე. 1,3-პროპანდიამინი

ბ. 3-მეთილ-2-ბუტანამინი

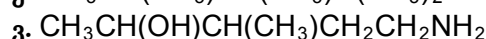
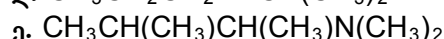
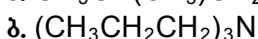
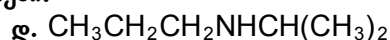
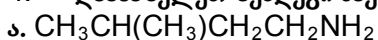
ვ. 4-ქლორ-1-ბუტანამინი

გ. N,N-დიმეთილ-2-პენტანამინი

ზ. 4-ამინო-1-ბუტანოლი

დ. N-ეთილ-2-მეთილ-2-ბუტანამინი

4. დაასახელოთ შემდეგი ნაერთები:



5. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები და აღნიშნეთ ამინების რიგი:

ა. პროპილამინი

ე. პროპილიზოპროპილამინი

ბ. იზოპროპილამინი

ვ. ტრიპროპილამინი

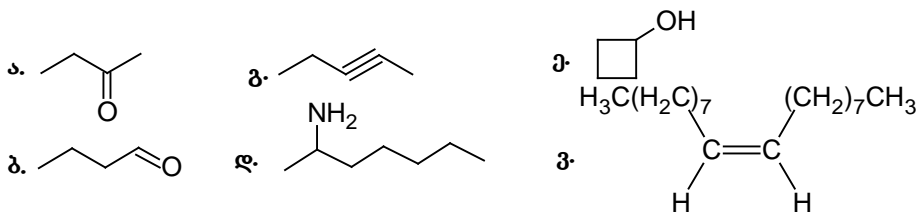
გ. ტრიმეთილამინი

ზ. მეთილფენილამინი

დ. ეთილიზოპროპილმეთილამინი

თ. დიმეთილფენილამინი

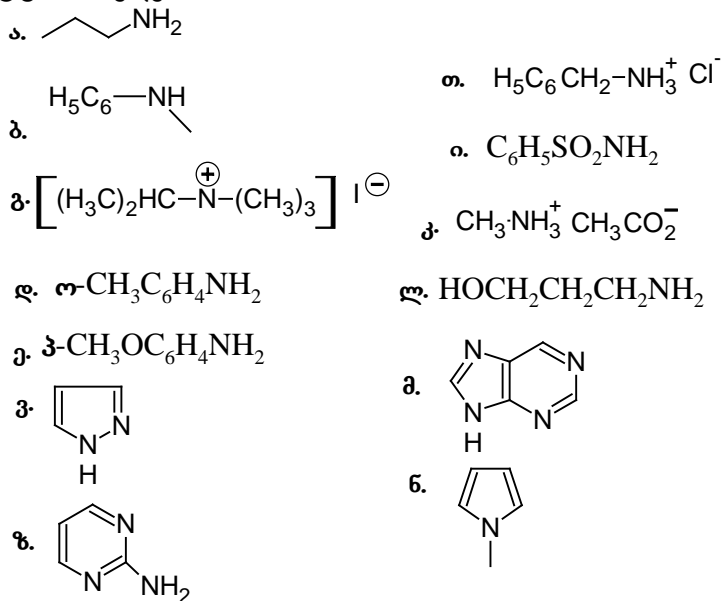
6. მოახდინეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთების კლასიფიკაცია. აღნიშნეთ რომელი მათგანია ალკანი, ალკენი, ალკინი, კეტონი, ამინი, სპირტი, ალდეჰიდი და ა.შ.



7. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:
 ა. მეორეული ამინი (სამი ნახშირბადის ატომის შემცველი)
 ბ. პირველადი ამინი (ოთხი ნახშირბადის ატომის შემცველი)
 გ. მეორეული ამინი (ოთხი ნახშირბადის ატომის შემცველი)
 დ. მესამეული ამინი (სამი ნახშირბადის ატომის შემცველი)

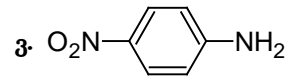
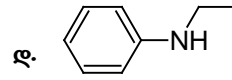
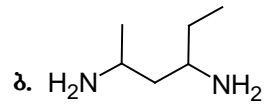
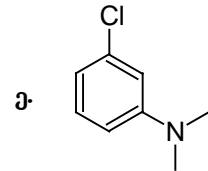
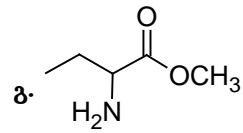
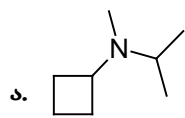
8. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:
 ა. 6-მეთილ-N-მეთილ-3-ჰეპტანამინი
 ბ. 3-ეთილ-2,5-დიმეთილჰეპტანი
 გ. 1,4-დიქლორ-5-ჰეპტანამინი
 დ. 5-(2-ეთილბუტილ)-3,3-დიმეთილდეკანი

9. ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები დაასახელეთ ზოგადი ან სისტემატური სახელებით:

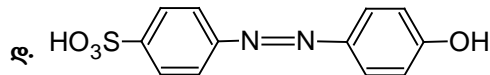
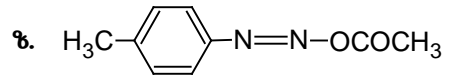
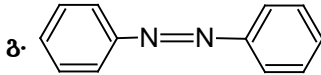
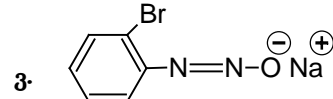
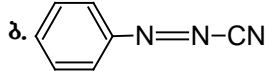
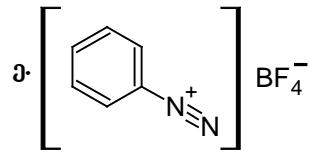
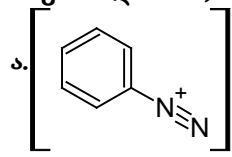


10. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:
 ა. ანილინი
 ბ. დიფენილამინი
 გ. N,N-დიმეთილანილინი
 დ. ბენზილამინი
 ე. ფენილბენზილამინი
 ვ. დი-ო-ტოლილამინი
 ზ. ო-ფენილენდიამინი
 გ. N,N-დიეთილ-პ-ტოლუიდინი
 ზ. β-ფენილეთილამინი

აღნიშნეთ რომელია პირველადი, მეორეული და მესამეული ამინი, რომელი მათგანი მიეკუთვნება არომატულს, ალიფატურ და ცხიმოვანარომატულ ამინებს.

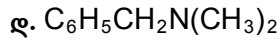
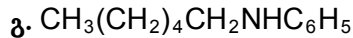
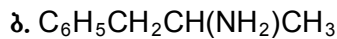
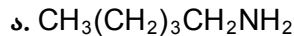


15. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები, აღნიშნეთ რომელი მათგანია დიაზო-, აზონაერთი და რომელია დიაზონიუმის მარილები:

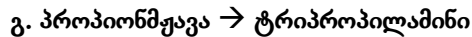
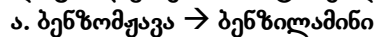


16. აღწერეთ ყველა ის პროცესი, რომელიც საჭიროა ჰექსილამინისა და ციკლოჰექსანის ერთმანეთისაგან დასაცელებლად. განზავებული HCl-ის, NaOH-ის წყალხსნარის და დიეთილის ეთერის გამოყენებით.

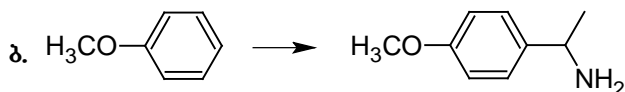
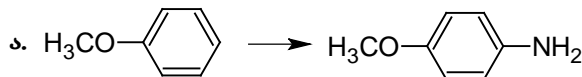
17. აღდგენითი ამინების გამოყენებით მიიღეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ამინები:

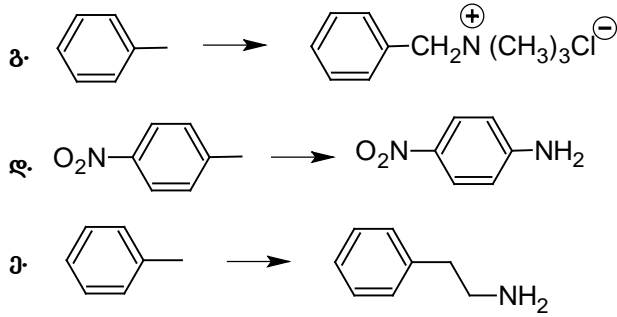


18. ამიდის, ოქსიმის ან ნიტრილის აღდგენა გამოიყენეთ ქვემოთ მოყვანილი გარდაქმნების ჩასატარებლად:



19. სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით (შეარჩიეთ საუკეთესო) ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:





20. ტოლუოლისაგან მიიღეთ:

- ა. მ-ტოლუიდინი
- ბ. მ-ფთორტოლუოლი
- გ. მ-იოდტოლუოლი
- დ. მ-ტოლუილნიტრილი
- ე. მ-ტოლუოლმჟავა

21. ბენზოლიდან მიიღეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთები:

- ა. მ-ნიტროანილინი
- ბ. მ-ქლორანილინი
- გ. ო-ნიტროანილინი
- დ. პ-ნიტროანილინი

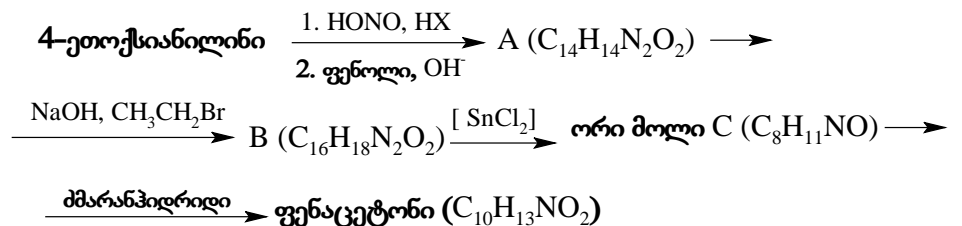
22. ბენზოლისაგან დიაზოტირების რეაქციის გამოყენებით მიიღეთ:

- ა. სიმეტრიული ტრიბრომბენზოლი
- ბ. სიმეტრიული ტრინიტრობენზოლი

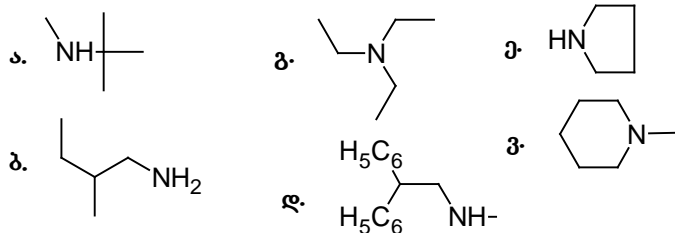
23. ჩაატარეთ აზოშეუღლების რეაქციები ქვემოთ მოყვანილ ნაერთებს შორის:

- ა. ანილინი და ფენოლი
- ბ. ანილინი და პ-კრეზოლი
- გ. პ-ამინობენზოლსულფომჟავა და β-ნაფთოლი
- დ. ანილინი და N,N-დიმეთილანილინი

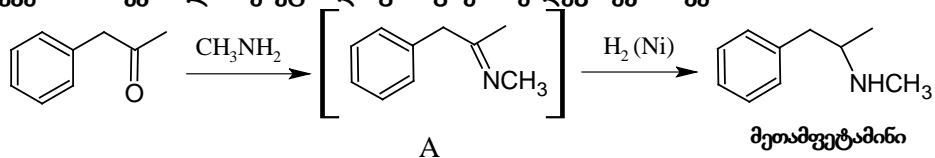
24. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები და დაწერეთ საბოლოო პროდუქტის - ფენაცეტონის და ასევე შუალედური A, B, C პროდუქტების სტრუქტურული ფორმულები:



25. მოახდინეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ამინების კლასიფიკაცია პირველად, მეორეულ და მესამეულ ამინებად:



26. მეთამფეტამინი შეიძლება სინთეზირებულ იქნას ფენილ-2-პროპანონის ურთიერთქმედებით მეთილამინთან H_2/Ni -ის თანაობისას. განიხილეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქცია და უპასუხეთ შემდეგ შეკითხვებს:



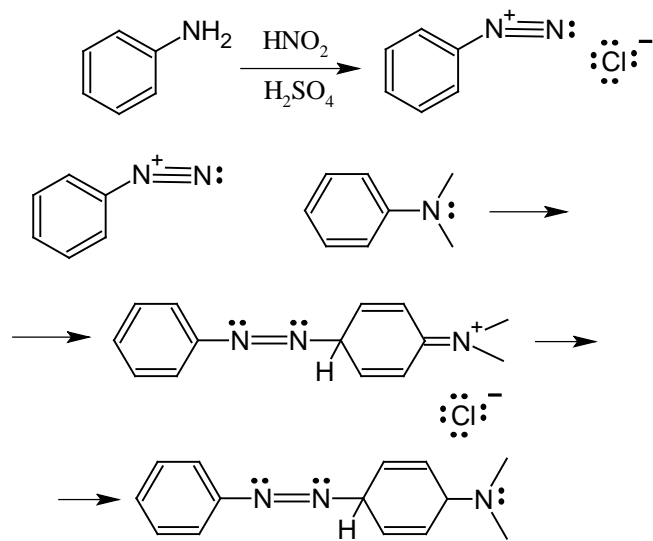
I. რომელია ნუკლეოფილი საწყის რეაქციაში: ფენილ-2-პროპანონისაგან როდესაც მიიღება შუალედური A პროდუქტი?

II. შუალედური A პროდუქტი არის მაგალითი:

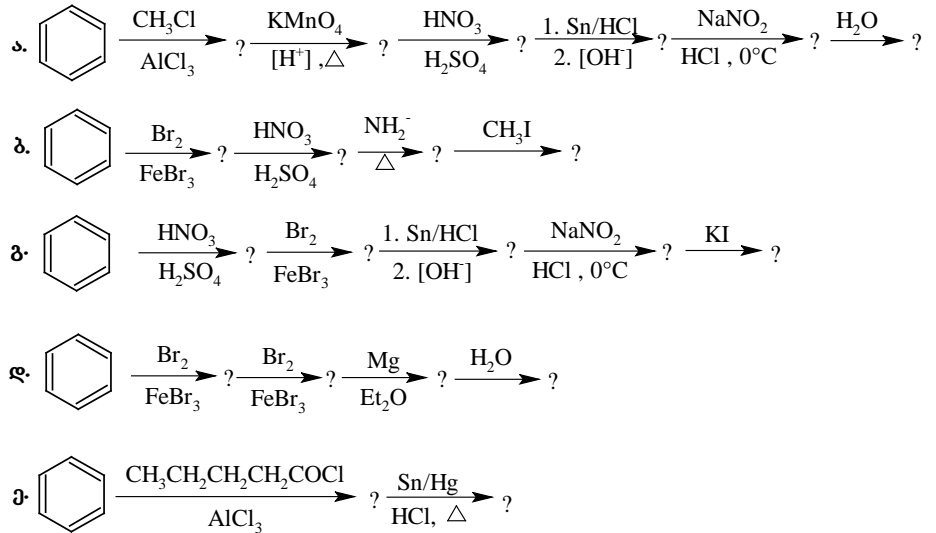
ა. ამინის; ბ. ენამინის; გ. იმინუმ იონის; დ. იმიდის.

III. მიუხედავად იმისა, რომ მეთამფეტამინის გამოსავალი კარგია, ნაწილი რეაქციაში შეუსვლელი ფენილ-2-პროპანონი რეაქციის შედეგად გამოიყოფა სრულად. აღწერეთ როგორ შეიძლება მეთამფეტამინის განცალკევება ფენილ-2-პროპანონისაგან.

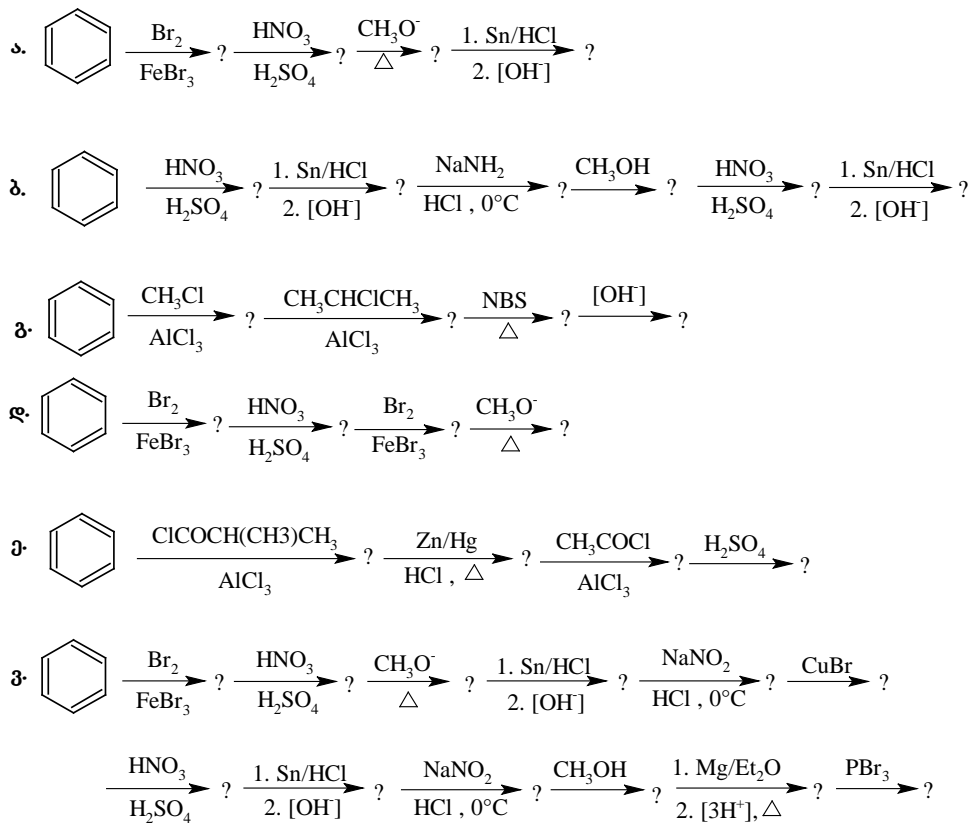
27. ანილინი შედის რეაქციაში აზოტოვან მჟავასთან (HNO_2) და იძლევა სტაბილურ დიაზონიუმ მარილს. ეს დიაზონიუმის მარილი განიცდის ელექტროფილურ არომატულ ჩანაცვლებას გააქტივებულ ბენზოლის ბირთვში და იძლევა შეფერილ აზონაერთებს, რომლებიც ფართოდ გამოიყენებიან როგორც საღებრები. ქვემოთ მოცემულია ამ რეაქციის მექანიზმის შუალედური სტრუქტურები. აჩვენეთ ამ რეაქციაში ელექტრონების გადასვლა.



28. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:



29. ჩაატარეთ შემდეგი გარდაქმნები:



30. A ამინის მოლეკულური ფორმულაა C₇H₉N. იგი რეაგირებს (ა) ბენზოლსულფონილქლორიდთან ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში და იძლევა გამჭვირვალე ხსნარს, რომლის შემჟავების შემდეგ მიიღება ნალექი. (ბ) როცა A ურთიერთქმედებს NaNO₂-თან (HCl) 0-5°C-ზე და შემდგომ 2-ნაფთოლთან წარმოიქმნება ინტენსიური ყვითელი ფერის ნალექი. რომელი ნივთიერებაა A?

31. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| ა. ბენზილმეთილამინი | მ. 2-მეთილიმიდაზოლი |
| ბ. ტრიიზოპროპილამინი | ნ. 3-ამინო-1-პროპანოლი |
| გ. N-მეთილ- N-ეთილანილინი | ო. ტეტრაპროპილამონიუმქლორიდი |
| დ. მ-ტოლუიდი | პ. პიროლიდინი |
| ე. 2-მეთილპროპილი | ჟ. N,N-დიმეთილ-პარატოლუიდი |
| ვ. N-ეთილპიპერიდინი | რ. 4-მეთოქსიანილინი |
| ზ. N-ეთილპირიდინბრომიდი | ს. ტეტრაეთილამონიუმჰიდროქსიდი |
| თ. 3-პირიდინკარბონმჟავა | ტ. პარა-ამინობენზომჟავა |
| ი. ინდოლი | უ. N-მეთილანილინი |
| კ. აცეტანილიდი | |
| ლ. დიმეთილამონიუმქლორიდი | |

32. მიიღეთ ბენზილამინი ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთებიდან:
- | | |
|-------------------|---------------------|
| ა. ბენზონიტრილი | ე. ბენზალდეჰიდი |
| ბ. ბენზამიდი | ვ. ფენილნიტრომეთანი |
| გ. ბენზილბრომიდი | ზ. ფენილაცეტატი |
| დ. ბენზილტოზილატი | |

33. მიიღეთ ანილინი ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთებისაგან:
- | | | |
|-------------|-----------------|---------------|
| ა. ბენზოლი; | ბ. ბრომბენზოლი; | გ. ბენზამიდი; |
|-------------|-----------------|---------------|

34. ბუტილის სპირტისაგან მიიღეთ შემდეგი ნაერთები:
- | | |
|----------------|--------------------|
| ა. ბუტილამინი | ბ. პენტილამინი |
| გ. პროპილამინი | დ. ბუტილმეთილამინი |

35. დაწერეთ რეაქციები, რომელთა საშუალებით ანილინიდან მიიღება შემდეგი ნაერთები:

- | | |
|----------------------|------------------------------------|
| ა. აცეტანილიდი | თ. იოდბენზოლი |
| ბ. N-ფენილფთაოიმიდი | ი. ბენზონიტრილი |
| გ. სულფანილამიდი | კ. ბენზომჟავა |
| დ. N,N-დიეთილანილინი | ლ. ფენოლი |
| ე. ფთორბენზოლი | მ. ბენზოლი |
| ვ. ქლორბენზოლი | ნ. პ(ფენილაზო)ფენოლი |
| ზ. ბრომბენზოლი | ო. N,N-დიმეთილ-პ-(ფენილაზო)ანილინი |

36. რომელი ნაერთები მიიღება ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთების ურთიერთქმედებით ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარისა და ქლორწყალბად-მჟავის ნარევეთა:

- | | |
|--------------------|------------------------|
| ა. პროპილამინი | დ. N,N-დიპროპილანილინი |
| ბ. დიპროპილამინი | ე. პ-პროპილანილინი |
| გ. N-პროპილანილინი | |

37. დაწერეთ წინა მაგალითში მოყვანილი ამინების ურთიერთქმედება

- | |
|---|
| ა. ბენზოლსულფონილქლორიდთან ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში (ჭარბად); |
| ბ. მოახდინეთ მიღებული ხსნარების შემჟავება. აღნიშნეთ რა ცვლილებები შეიმჩნევა ამ რეაქციების დროს. |

38. დაწერეთ რომელი ნაერთები მიიღება პიპერიდინზე (ა) ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარისა და HCl-ის მოქმედებით; (ბ). ბენზოსულფონილქლორიდის მოქმედებით ჭარბი კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში.

39. დაწერეთ ქვემოთ მოყვანილი რეაქციების შედეგად მიღებული პროდუქტები:

ა. ეთილამინი + ძმარანჰიდრიდი \rightarrow

ბ. მეთილამინი + ბენზოილქლორიდი \rightarrow

გ. მეთილამინი + ქარვაანჰიდრიდი \rightarrow

დ. (გ)-ს პროდუქტი $\xrightarrow{\text{გაცხელება}}$

ე. პიროლიდინი + ფთალანჰიდრიდი \rightarrow

ვ. პიროლი + ძმარანჰიდრიდი \rightarrow

ზ. ანილინი + პროპილქლორიდი \rightarrow

თ. მ-დინიტრობენზოლი + $\text{Na}_2\text{S} \xrightarrow{\text{NH}_3, \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}$

ი. პ-ტოლუიდინი + Br_2 (ჭარბად) $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$

თავი 12.

✓ ჰეტეროციკლური ნაერთები

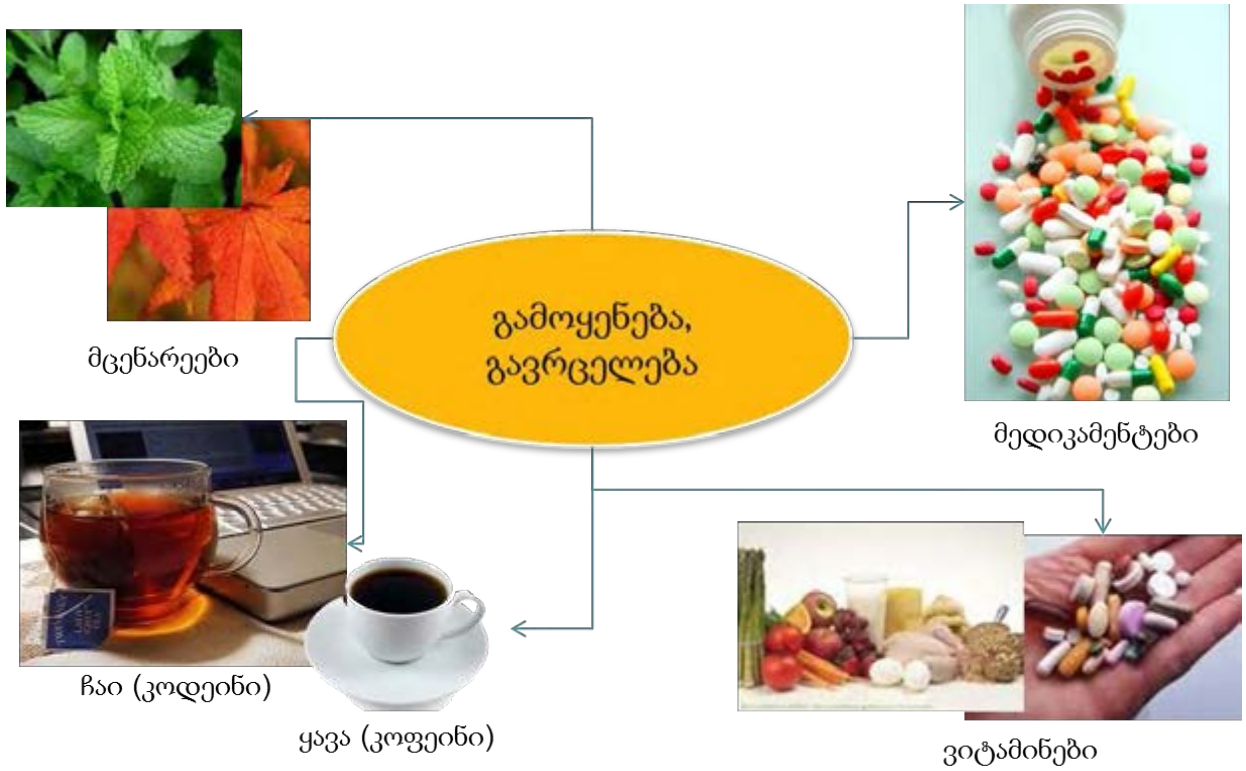
12.1. შესაჰალი

ორგანული ნაერთების ნახევარზე მეტს ჰეტეროციკლური ნაერთები წარმოადგენენ.

ჰეტეროციკლური ენოდება ნაერთს, რომელიც ციკლში მოიცავს ერთ ან ერთზე მეტ ჰეტეროატომს. ყველაზე ხშირად გავრცელებული ჰეტეროატომებია N, O, S.

12.2. გამოყენება. გავრცელება

ჰეტეროციკლური ნაერთების გავრცელების არეალი ძალიან ფართოა:



12.3. ნომენკლატურა

ჰეტეროციკლური ნაერთების დასახელებისას გამოიყენება პრეფიქსები და სუფიქსები.

ცხრილი. პრეფიქსები

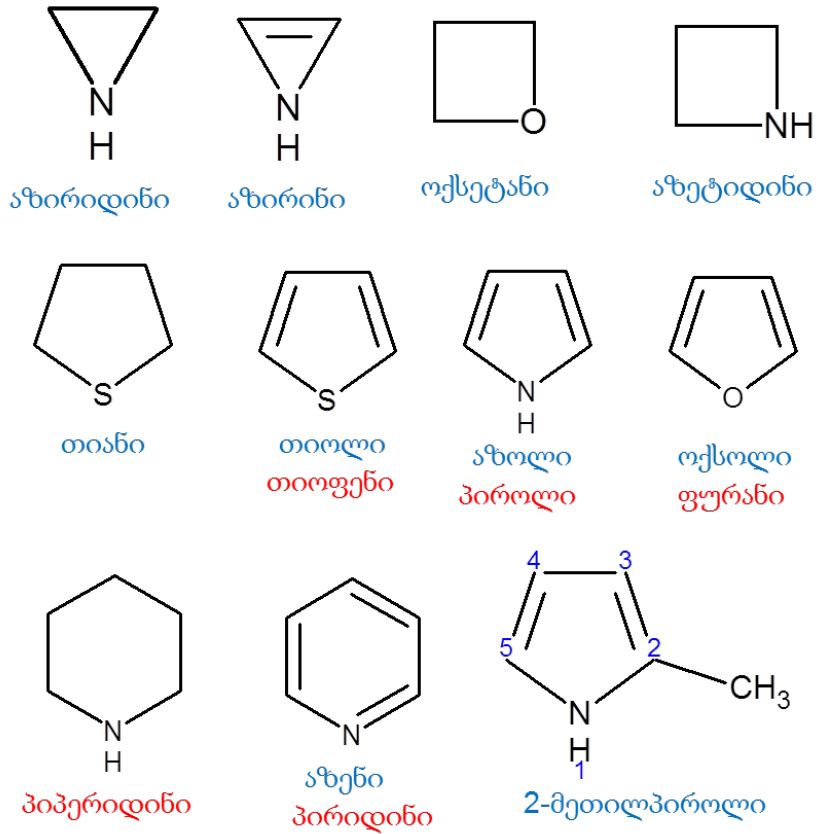
ჰეტეროატომი	ვალენტობა	პრეფიქსი
O	2	ოქსა
N	3	აზა
S	2	თია
Se	2	სელენა
Te	2	ტელურა
P	3	ფოსფა

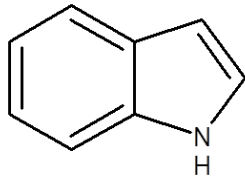
ცხრილი. სუფიქსები

ციკლის ზომა	უჯერი ციკლები		ნაჯერი ციკლები	
	N-შემცველი	N-ის გარეშე	N-შემცველი	N-ის გარეშე
3	-ირინი	-ირენი	-ირიდინი	-ირანი
4	-ეტი	-ეტი	-ეტიდინი	-ატანი
5	-ოლი	-ოლი	-ოლიდინი	-ოლანი
6	-ინი (-ine)	-ინი (-in)		-ანი
7	-ეპინი (-epine)	-ეპინი (-epin)		-ეპანი

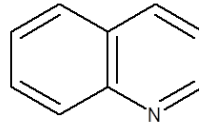
მაგალთები:

დააკვირდით!
 პრეფიქსები “აზა”, “თია”, “ოქსა” იკვეცება ბოლო ხმოვანით, თუ შემდეგ მოსდევს ხმოვანზე დაწყებული ფრაგმენტი.

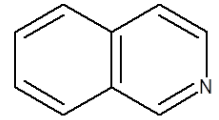




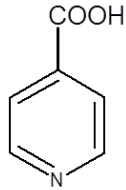
ბენზოპიროლი
ინდოლი



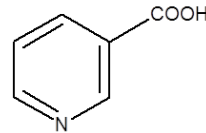
ბენზოპირიდინი
ქინოლინი



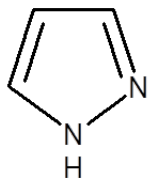
იზოქინოლინი



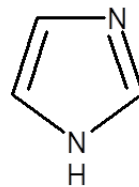
ნიკოტინმჟავა



პირიდინ-3-კარბომჟავა
იზონიკოტინმჟავა

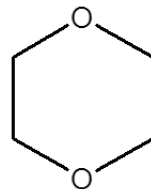
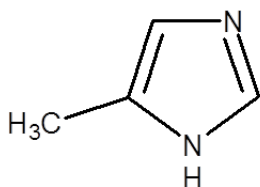


1,2-დიაზოლი
პირაზოლი



1,3-დიაზოლი
იმიდაზოლი

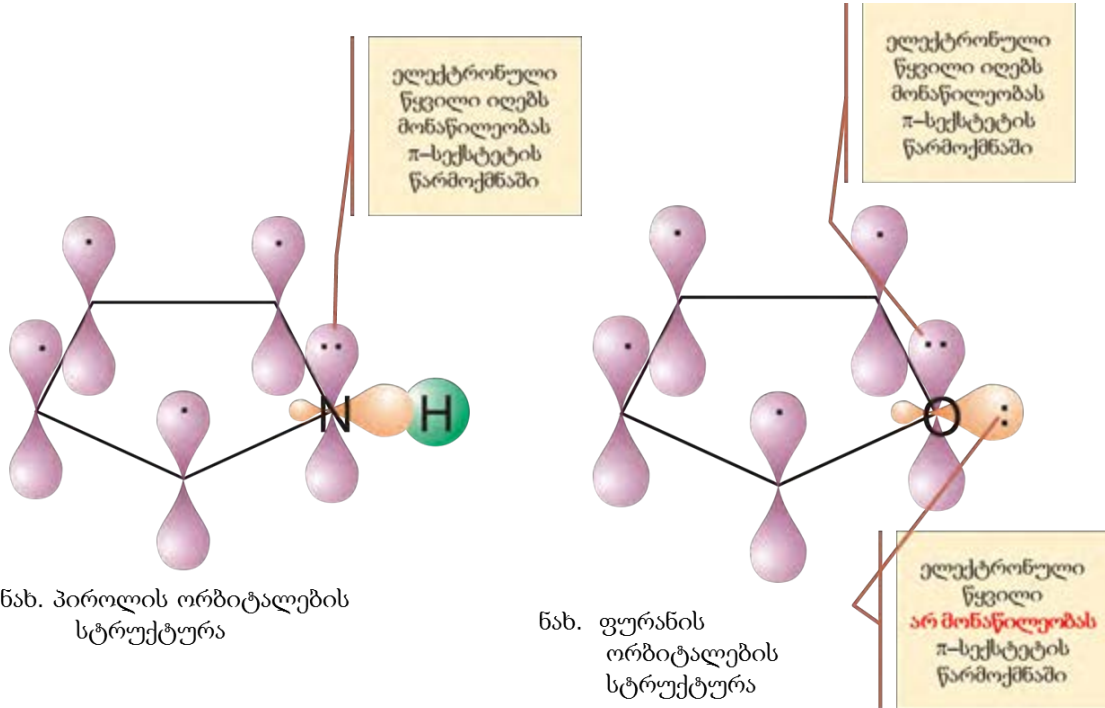
1,3-ოქსაზოლი



1,4-დიოქსანი

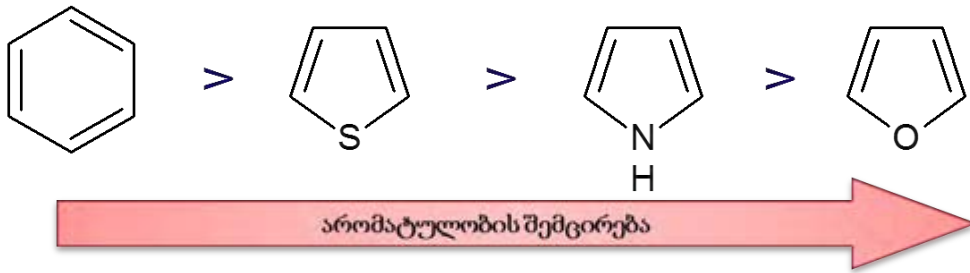
12.4. აღნაბობა

5-წევრიანი არომატული ჰეტეროციკლები აღნაგობა.

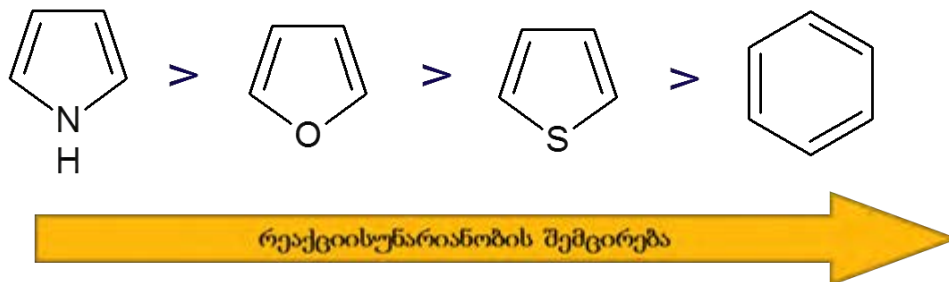


აქედან გამომდინარე, ჰეტეროციკლური ნაერთების არომატულობა ნაკლებია ბენზოლის არომატულობაზე და იცვლება შემდეგ მწკრივში:

- არომატულობის მწკრივი:

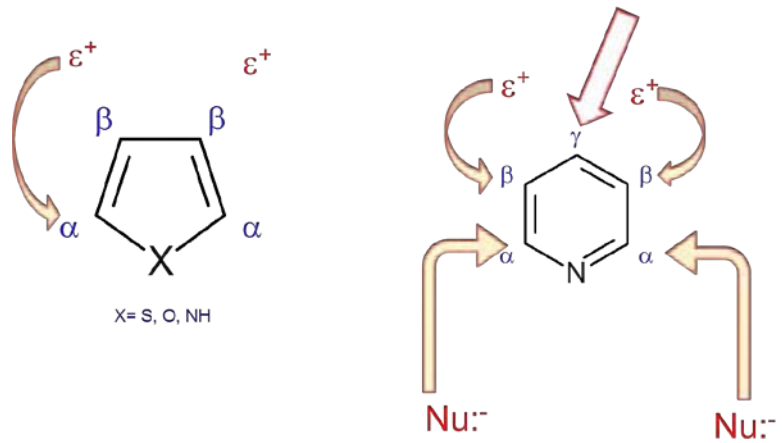


- ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებში მესვლის უნარიანობა:

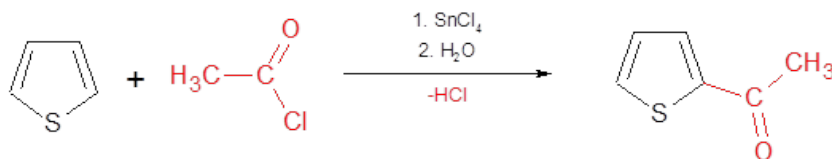
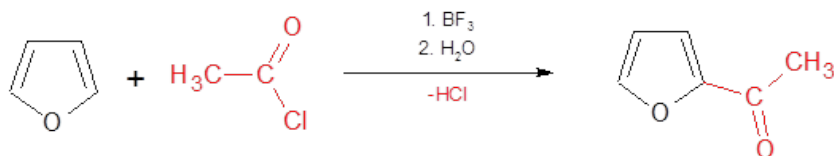
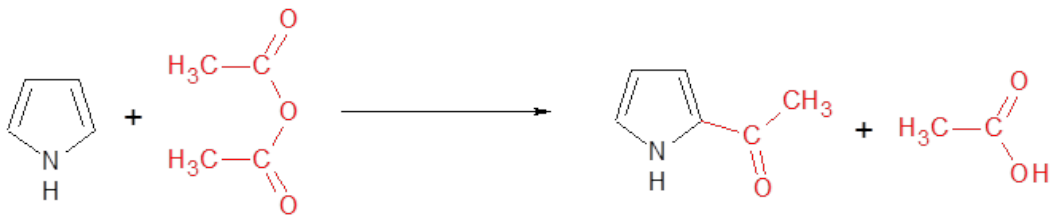


12.5. ქიმიური თვისებები

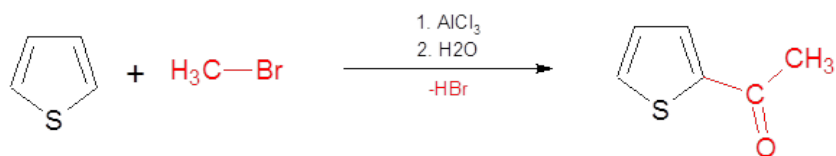
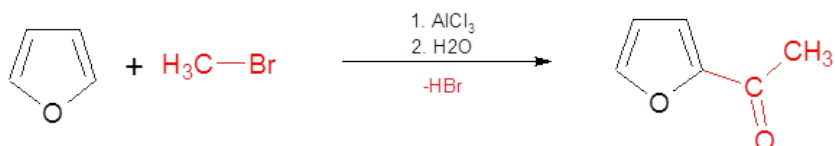
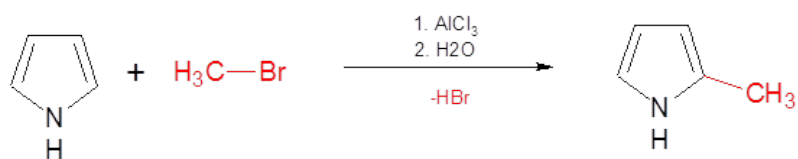
სუთწვერიან ჰეტეროციკლურ ნართებში აქტიური მდებარეობა არის ალფა, ხოლო შედარებით პასიური ბეტა ნახშირბად ატომი. ექვსწვერიან ჰეტეროციკლურ ნართებში ელექტროფილური ჩანაცვლების რეაქციებისათვის აქტიურია ბეტა მდებარეობა, ხოლო ალფა ნახშირბადატომზე ძირითადად მიმდინარეობს ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები. გამა-მდებარეობა პასიურია, როგორც ერთი, ისე მეორე ტიპის რეაქციებისათვის.



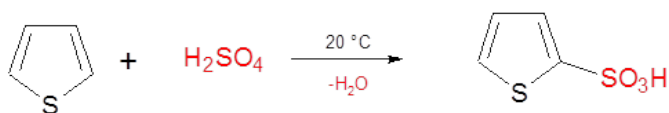
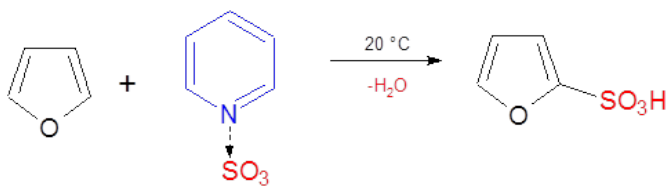
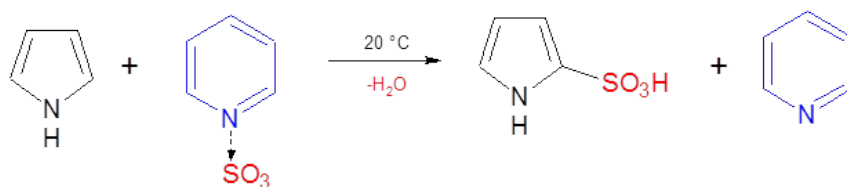
12.5-A. აცილირება



12.5-B. ალკილირების რეაქცია



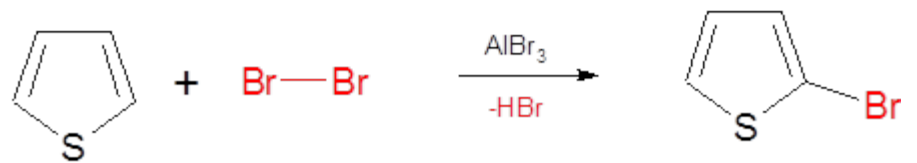
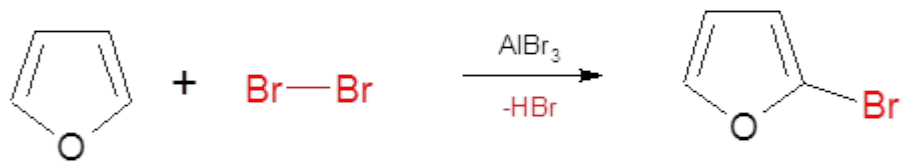
12.5-C. სულფირების რეაქცია



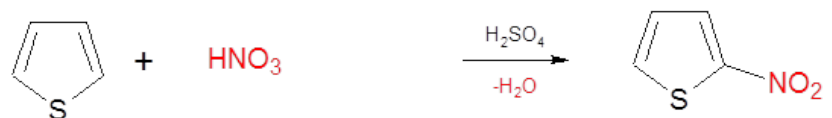
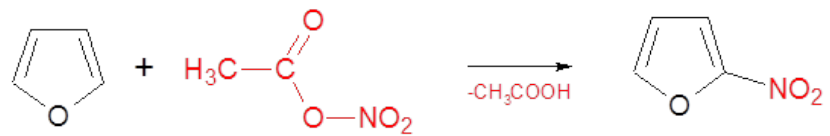
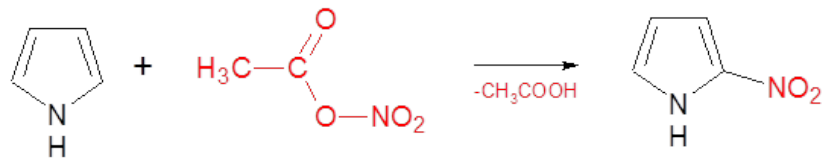
მიაქციეთ ყურადღება!

პიროლისა და ფურანის სულფირებისათვის გამოიყენება პირიდინსულფატი, ვინაიდან აღნიშნული ნაერთები აციდოფობურებია ანუ მკავის მოქმედებით იშლებიან!

12.5-D. ჰალოგენირების რეაქცია

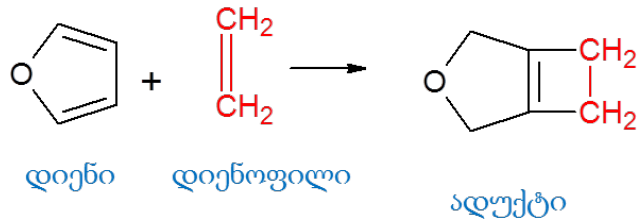


12.5-E. ნიტრირების რეაქცია



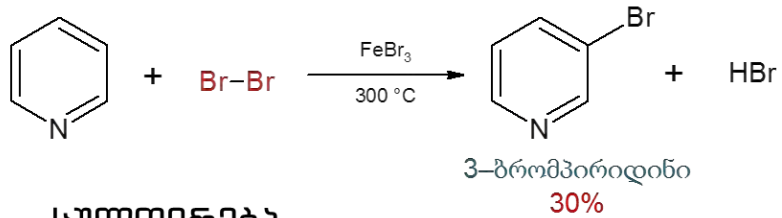
12.5-F. დიენური თვისებები

ხუთწევრიან ჰეტეროციკულ ნაერთებს (განსაკუთრებით ფურანს) ახასიათებს დიენური ნაერთების თვისებებიც.

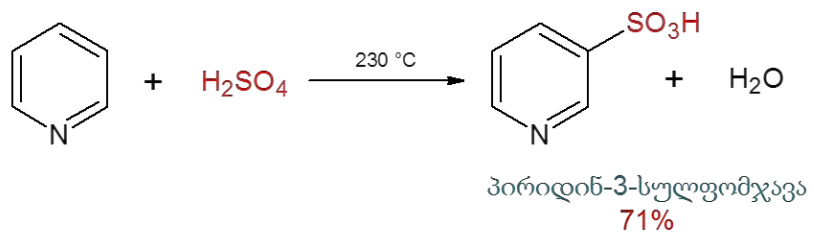


12.5-G. პირიდინის ქიმიური თვისებები

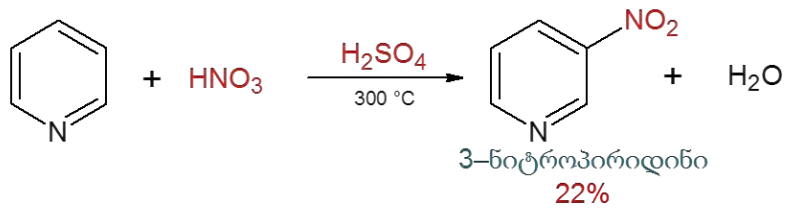
• ჰალოგენირება



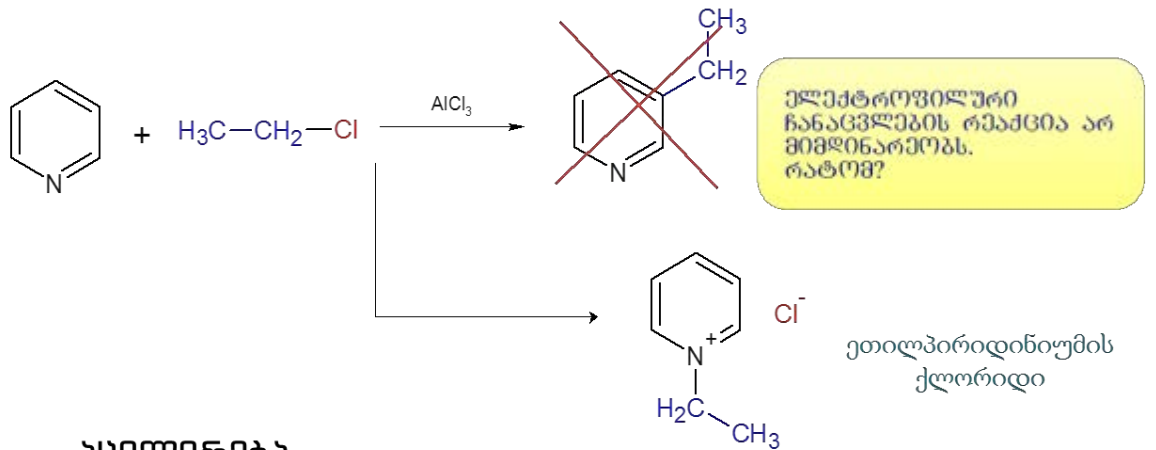
• სულფირება



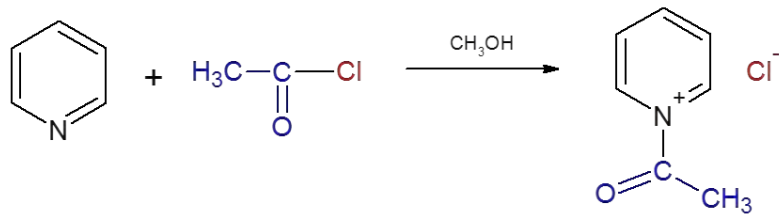
• ნიტრირება



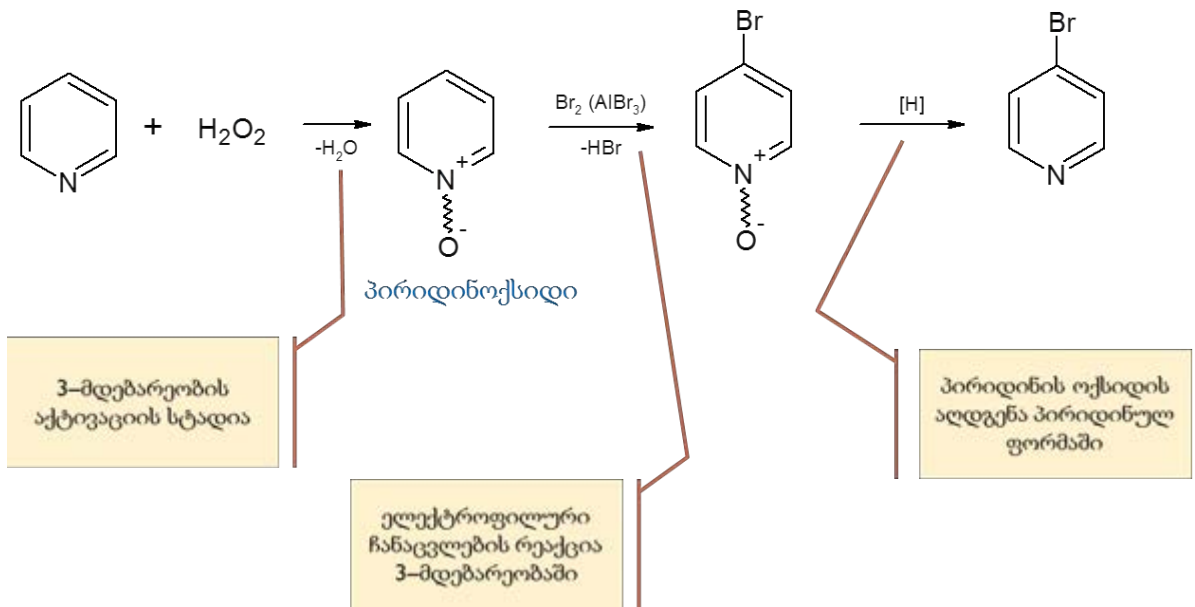
• ალკილირება



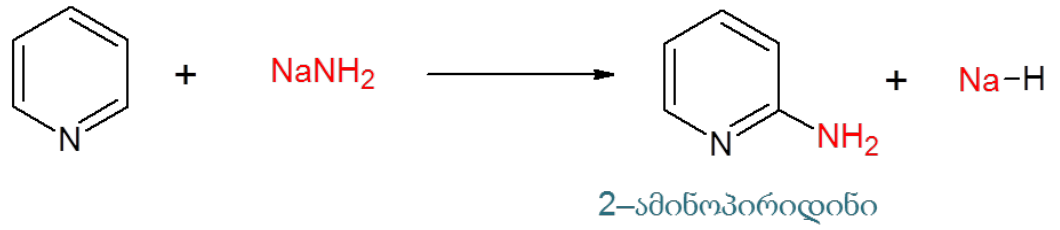
• აცილირება



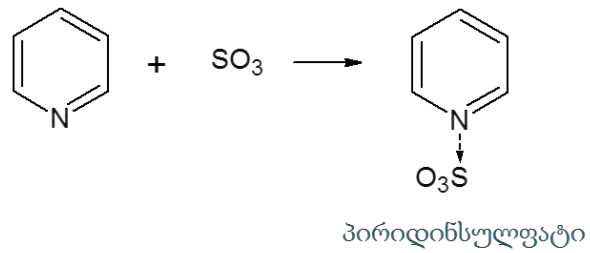
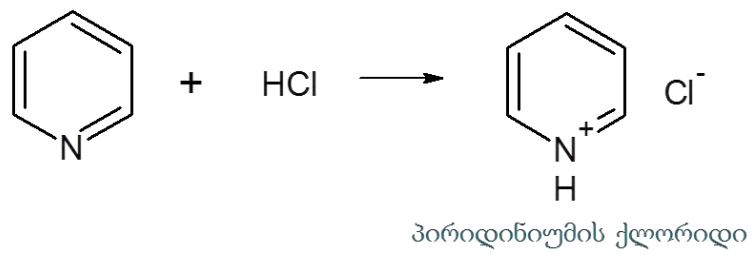
• ჩანაცვლება 3-მდებარეობაში



12.5-ი. ნუკლეოფილური ჩანაცვლების რეაქციები

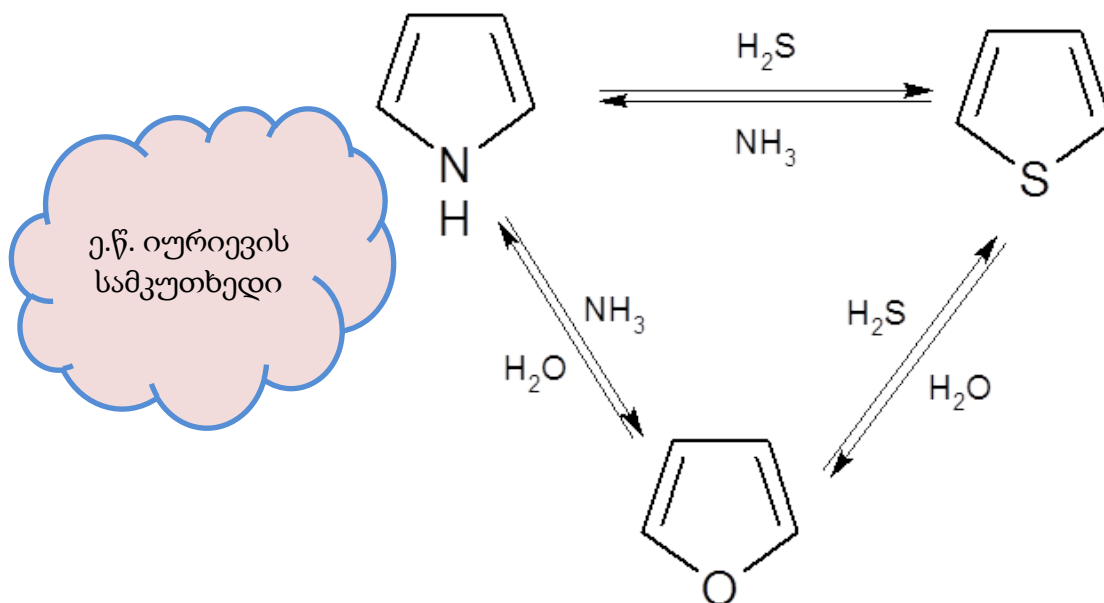


12.5-ი. პირიდინის ფუძე თვისებები

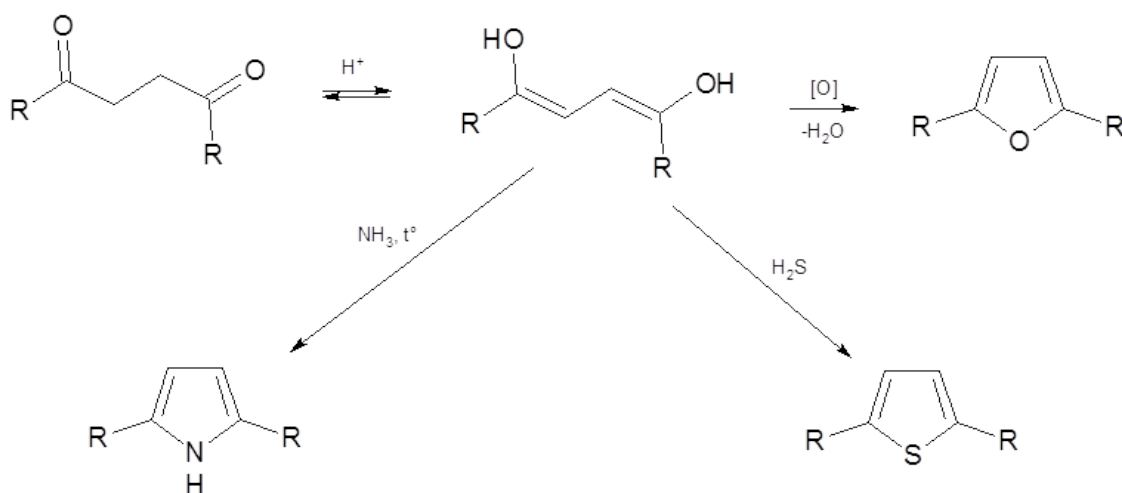


12.6. მთლების რეაქციები

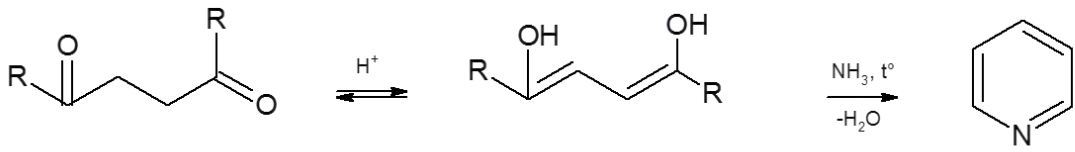
12.6-A. 5-წევრიანი ციკლების მთლება



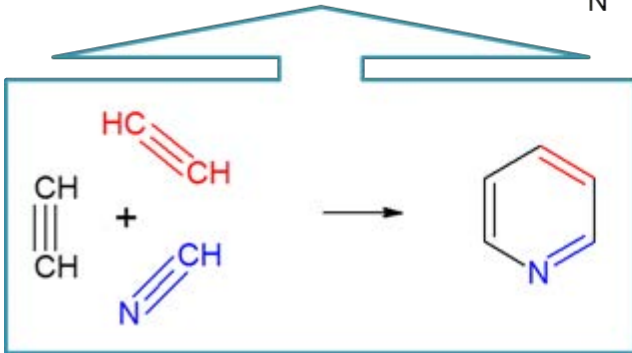
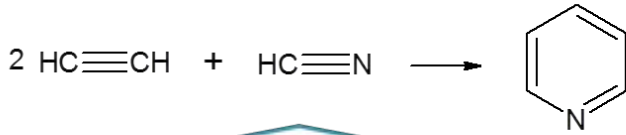
12.6-B. β -დიკარბონილური ნაერთებიდან



12.6-C. γ -დიკარბონილური ნაერთებიდან

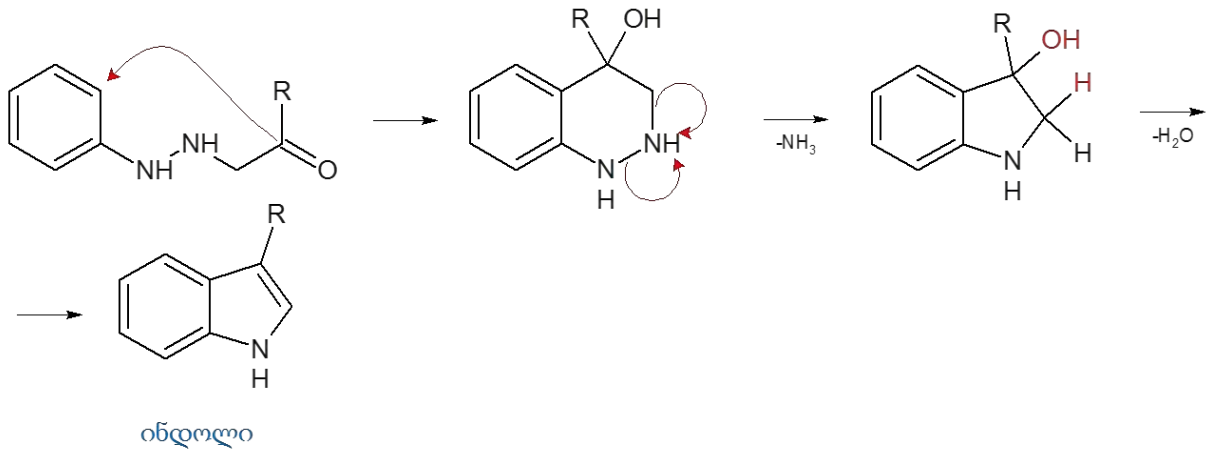


◦ აცეტილენიდან

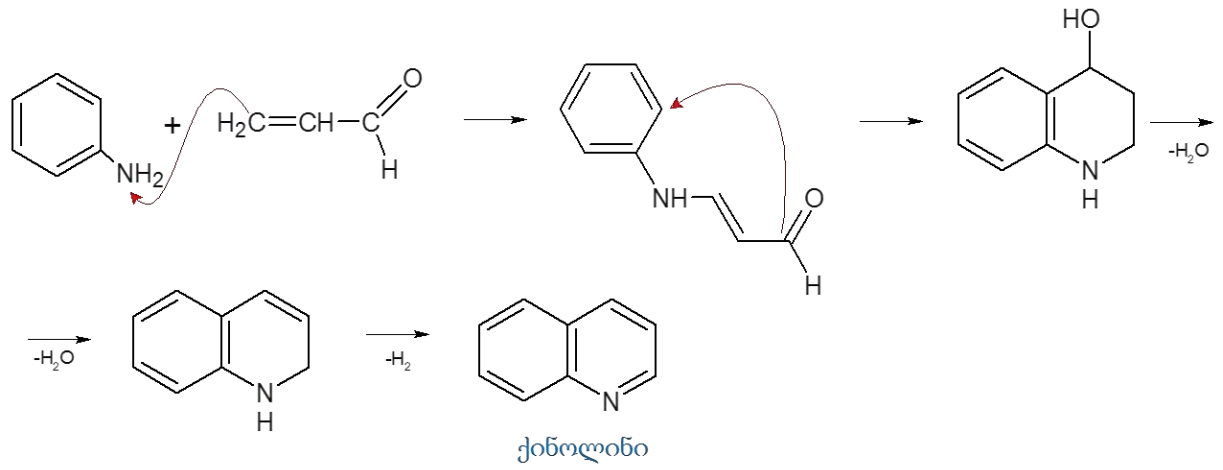


გაიხსენეთ და შეადარეთ ბენზოლის მიღების რეაქციას

12.6-D. ინდოლის მიღება

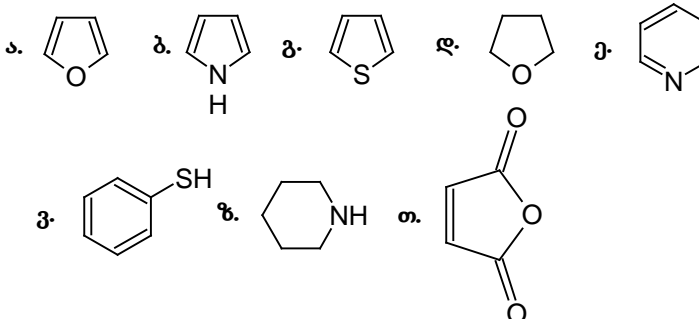


12.6-E. ქინოლინის სინთეზი (სკრაუპის მეთოდი)



დამოუკიდებელი სამუშაო

1. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:

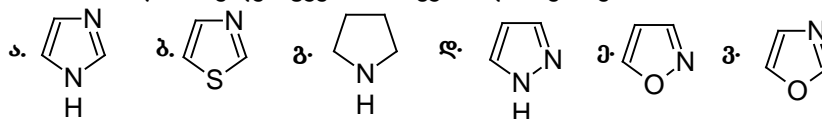


რომელი მათგანი მიეკუთვნება ჰეტეროციკლურ და რომელი ჰეტეროციკლურ არომატულ ნაერთებს.

2. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| ა. α -მეთილფურანი | ე. N-მეთილპიროლი |
| ბ. 2-ბრომ-4-მეთილფურანი | ვ. 2-კარბოქსიპიროლი |
| გ. ფურფუროლი | ზ. α -თიოფენსულფომჟავა |
| დ. 5-ნიტროფურფუროლი | თ. α -აცეტილთიოფენი |

3. დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი ნაერთები:



4. რომელი სტრუქტურული თავისებურებებითაა განპირობებული: ა. ფურანის, პიროლის, თიოფენის არომატულობა?

ბ. რომელ ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია ამ ნაერთების ჰეტეროატომები?

შეადარეთ ფურანის, პიროლის და თიოფენის არომატულობა ერთმანეთს და შეადარეთ იგი ბენზოლის არომატულობას.

5. დაწერეთ ქვემოთ ჩამოთვლილი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები და მოიყვანეთ ტრივიალური სახელები თუ იგი არსებობს.

- | | |
|-----------------|------------------------|
| ა. დიაზირინი | დ. 3-აზინკარბონმჟავა |
| ბ. ოქსეტანონ-2 | ე. ფურანდიონი |
| გ. აზოლიდინონ-2 | ვ. 2-ოქსოლკარბალდეჰიდი |

6. ახსენით რატომაა, რომე პიროლი სუსტი ფუჟეა ($K_a \ 2,5 \cdot 10^{-14}$) და მჟავიანობა კი უფრო მეტი აქვს ($K_a \sim 10^{-35}$). გამოსახეთ პიროლატანიონის აღნაგობა რეზონანსული სტრუქტურებით.

7. დაწერეთ ფურანის, პიროლის და თიოფენის ნაწილობრივი და სრული ჰიდრირების რეაქციები. დაასახელეთ მიღებული ნაერთები.

8. დაახასიათეთ ფურანის, პიროლის და თიოფენის დამოკიდებულება ელექტროფილურ რეაგენტებთან ურთიერთქმედებისას. დაწერეთ S_E რეაქციის მექანიზმი. დაახასიათეთ 2-, 3- და 6-წევრიანი კომპლექსების მდგრადობა, რომელი მიმართულებით წარიმართება ძირითადად რეაქცია და რატომ?

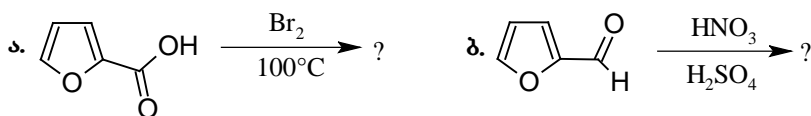
9. ფურანი, თიოფენი და პიროლი S_E რეაქციებში უფრო რბილ პირობებში ურთიერთქმედებს ვიდრე ბენზოლი, თუმცა ფურანი და პიროლი ამ რეაქციებისათვის მოითხოვს სპეციალურ მოდიფიცირებულ ელექტროფილურ რეაგენტებს (აცეტილინიტრატი, პირიდინი, სულფოტრიოქსიდი და სხვა). ახსენით ამის მიზეზი.

10. დაწერეთ შემდეგი რეაქციები:
- ა. ფურანის ნიტრირება
 - ბ. პიროლის სულფირება
 - გ. პიროლის ბრომირება
 - დ. ფურანის სულფირება
 - ე. თიოფენის აცეტილირება

11. ტექნიკური ბენზოლიდან თიოფენის მინარევის მოცილება შეუძლებელია, რადგან ამ ნაერთების დუდილის ტემპერატურები თითქმის ერთნაირია. დაწერეთ რეაქცია რომლითაც შესაძლებელია ბენზოლის ქიმიური გასუფთავება თიოფენისაგან.

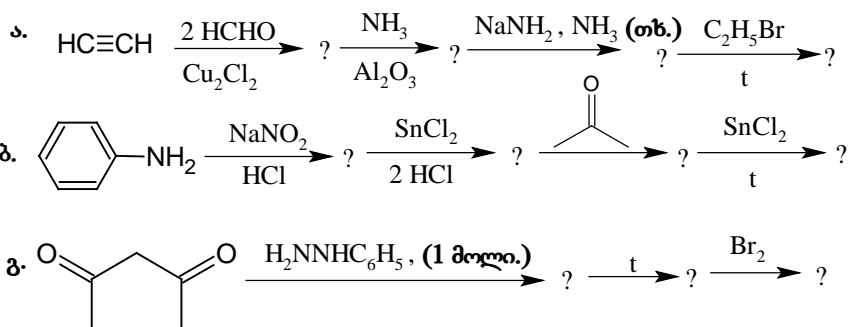
12. რომელ ნაერთს - თიოფენს, ფურანს თუ პიროლს აქვს უფრო მკვეთრად გამოხატული დიენის თვისება და რატომ?

13. დაწერეთ რეაქციები:



ახსენით, რატომ არ შეიძლება ამ პირობებში ფურანის და α-მეთილფურანის ბრომირება და ნიტრირება?

14. განახორციელეთ შემდეგი გარდაქმნები, დაასახელეთ მიღებული ნაერთები:



15. მოიყვანეთ პიროლის, ფურანის და თიოფენის მიღების რეაქცია:

- ა. ქარვაალდეჰიდიდან

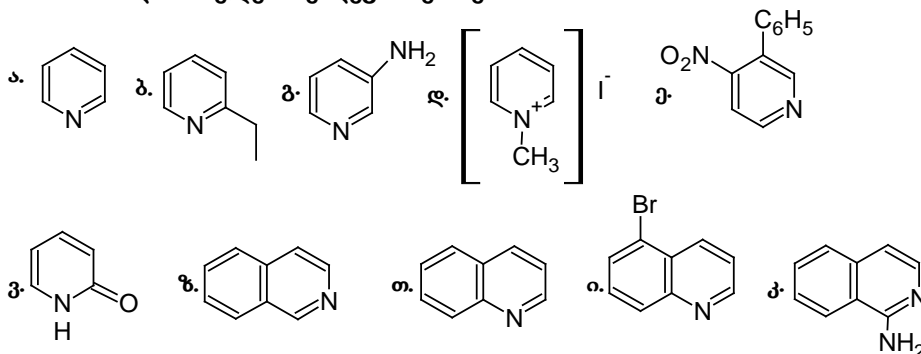
ბ. ურთიერთგარდაქმნა იურიევის მიხედვით.

16. რომელი ჰეტეროციკლური ნაერთები მიიღება აცეტონილაცე-
ტონის გაცხელებით:

- ა. ფოსფორის ანჰიდრიდთან
- ბ. ამონიუმის კარბონატთან
- გ. ფოსფორის სულფიდთან

მოიყვანეთ რეაქციები.

17. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:



18. დაწერეთ შემდეგი ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:

- ა. ქლორიანი პირიდინი
- ბ. პირიდინის-N-ოქსიდი
- გ. 5-ნიტრონიკოტინმჟავა
- დ. 2-ამინოპირიდინი
- ე. γ -პირიდონი
- ვ. 2-მეთილქინოლინი
- ზ. 8-ჰიდროქსიქინოლინი
- თ. 5-ნიტროიზოქინოლინი

19. ახსენით პირიდინის შემცირებული ფუძე თვისება ($K_b 2,0 \times 10^{-8}$) ტრიმეთილამინთან შედარებით ($K_b 0,6 \times 10^{-4}$). შეადარეთ პირიდინის და პიროლის ურთიერთქმედება ძლიერ მჟავებთან ცივ პირობებში. რატომ არ შეიმჩნევა პირიდინისათვის გაფისვა, რომელიც იმავე პირობებში ახასიათებს პიროლს?

დაწერეთ პირიდინის ურთიერთქმედების რეაქცია შემდეგ ნაერთებთან:

- 20.
- ა. მარილმჟავა
 - ბ. გოგირდმჟავა სიცივეზე
 - გ. იოდთანმეთილი
 - დ. გოგირდის ტრიოქსიდი
 - ე. წყალბადის ზეჟანგი

დაასახელეთ მიღებული ნაერთები.

21. დაწერეთ პირიდინის კატალიზური ჰიდრირების რეაქცია.. შეა-
დარეთ პირიდინის და პიპერიდინის ფუძე თვისება, ასევე დაწერეთ მათი
ურთიერთქმედება:

- ა. იოდთან მეთილთან
- ბ. ძმარანჰიდრიდთან

გ. აზოტოვან მჟავასთან მიმართებაში.

მოიყვანეთ რეაქციები.

22. დაწერეთ პირიდინისათვის შემდეგი რეაქციები:
- ა. ბრომირება
 - ბ. ნიტრირება
 - გ. სულფირება
 - დ. ნატრიუმის ამიდთან
 - ე. მწვავე კალიუმთან

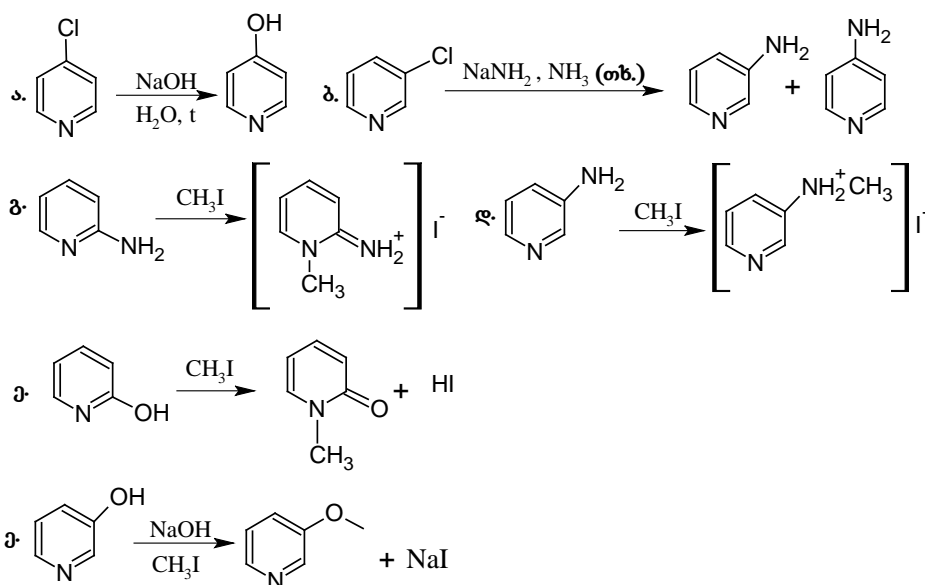
რაპირობებში მიმდინარეობს თვითოეული რეაქცია.

23. დაწერეთ პირიდინისათვის:
- ა. N-ოქსიდის მიღების რეაქცია
 - ბ. N-ოქსიდის ნიტრირება
 - გ. ურთიერთქმედება CH_3I
 - დ. ურთიერთქმედება გრინიარის რეაგენტთან

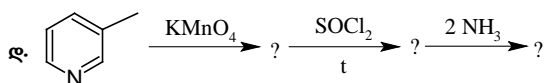
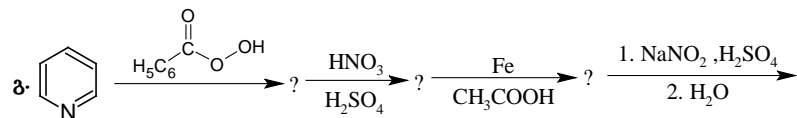
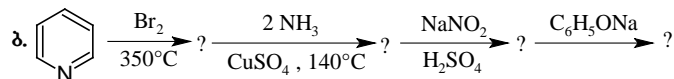
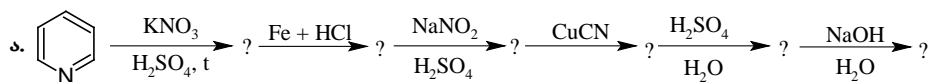
24. ქვემოთ ჩამოთვლილ რომელ რეაგენტებთან რეაგირებს პირიდინი?

- ა. HBr
- ბ. $\text{H}_2\text{SO}_4, 0^\circ\text{C}$
- გ. $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{SO}_3, 350^\circ\text{C}$
- დ. $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3, 300^\circ\text{C}$
- ე. $\text{Br}_2, (\text{CCl}_4)$
- ვ. $\text{Br}_2, (350^\circ\text{C})$
- ზ. $\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}$
- თ. $\text{CH}_3\text{COOH} (\text{H}_2\text{O}_2)$
- ი. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$
- კ. $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$
- ლ. $\text{CH}_3\text{COCl}, \text{AlCl}_3$
- მ. $\text{KOH}, t, \text{O}_2$
- ნ. $\text{NaNH}_2, \text{NH}_3(\text{თხ.})$

25. ახსენით ნაერთების განსხვავებული ქცევები შემდეგ რეაქციებში:



26. შეასრულეთ შემდეგი გარდაქმნები, დაასახელეთ მიღებული ნაერთები:



27. დაწერეთ ქინოლინისურთიერთქმედების რეაქცია შემდეგ ნაერთებთან:

ა. HCl სიცივეზე

დ. იოდანი მეთილი

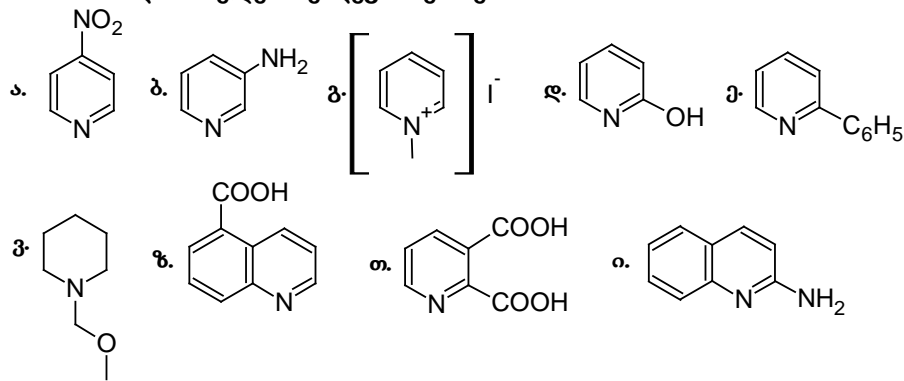
ბ. H₂SO₄ სიცივეზე

ე. მანიტრირებელი ნარევი

გ. ნატრიუმის ამიდი

28. დაწერეთ იზოქინოლინის მიღების სქემა ბიშლერ-ნაპირალსკის მიხედვით.

29. დაასახელეთ შემდეგი ნაერთები:

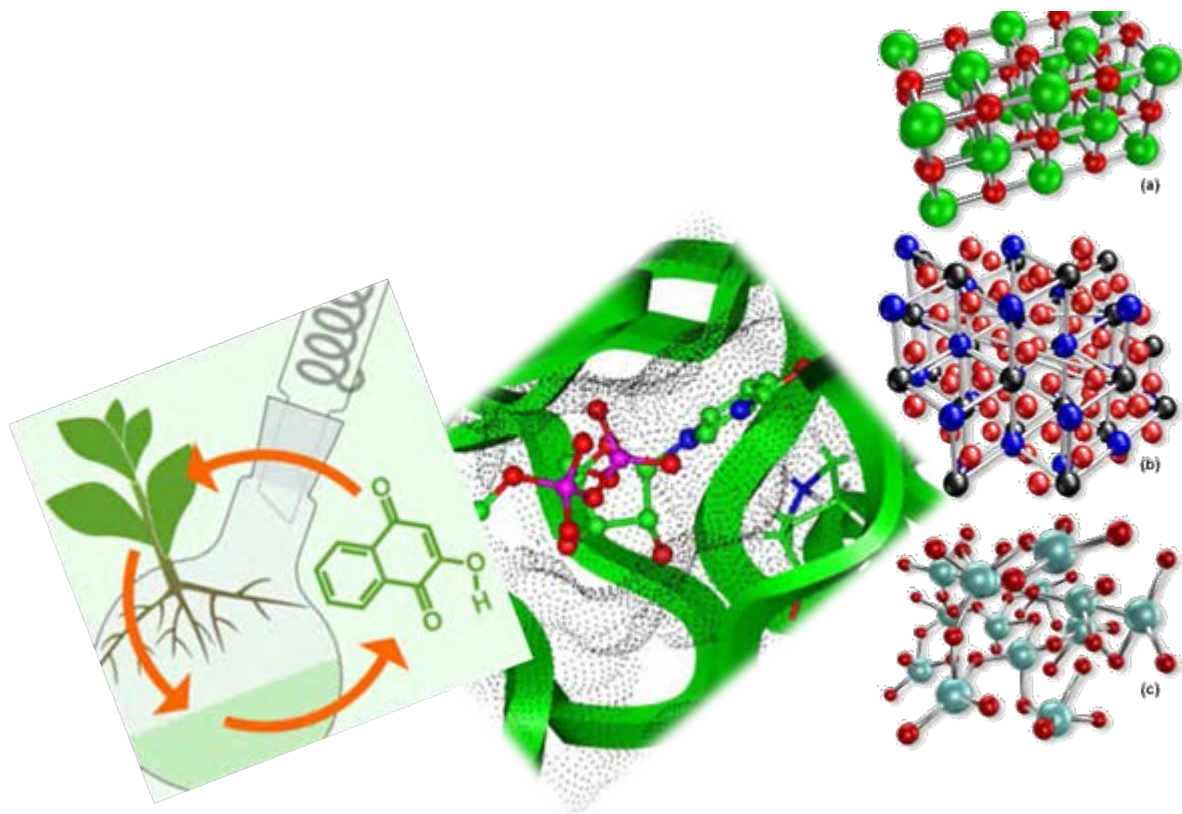


თავი 13.

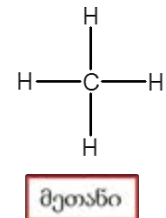
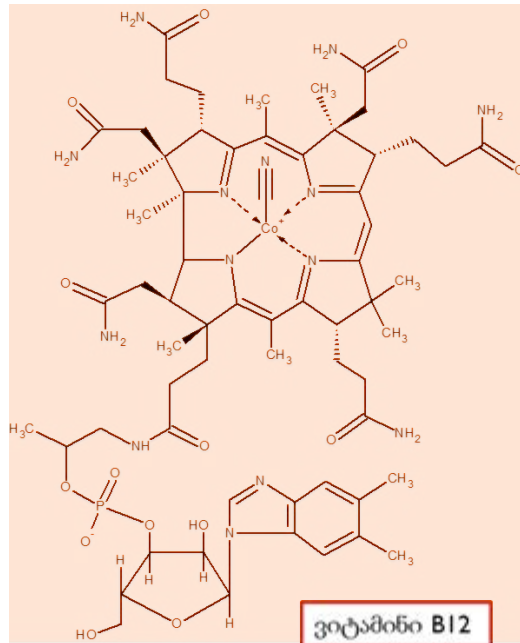
- ✓ ბიოორგანული ნაერთები
- ✓ ნახშირწყლები
- ✓ დისაქარიდები
- ✓ პოლისაქარიდები

13.1. შესავალი

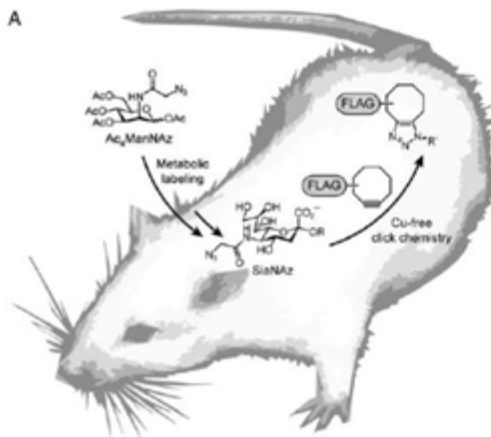
ბიოორგანული ნაერთები ეწოდებათ ბიოლოგიურ სისტემებში გავრცელებულ ნაერთებს!



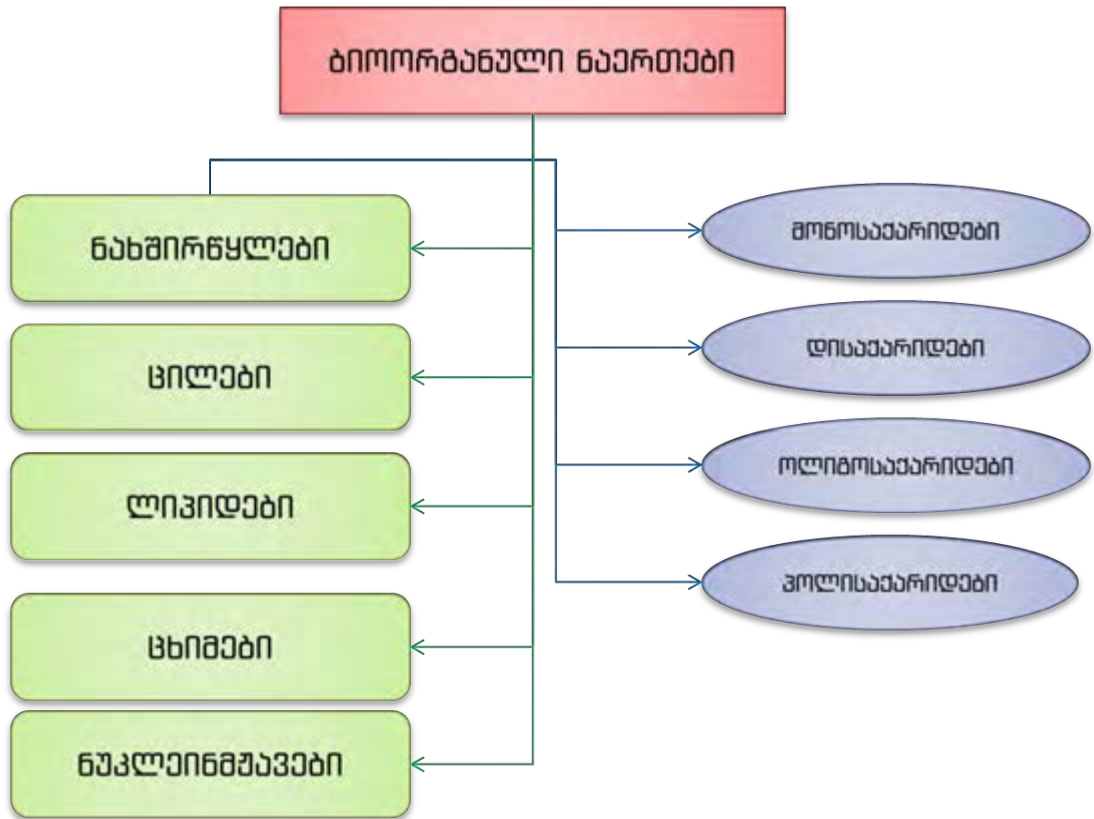
რა კავშირია ბიორგანულ და ორგანულ ნაერთებს შორის? ბიორგანულ ნაერთების აღნაგობა იმავე პრინციპებს ეფუძნება, რომელსაც “კლასიკური” ორგანული ნაერთები.



ბიორგანულ მოლეკულებს შორის რეაქცია მიმდინარეობს ცოცხალი უჯრედის შიგნით, მაგრამ ურთიერთქმედების კანონზომიერებები იგივეა, რასაც აქვს ადგილი კოლბაში ან სინტარაში ორგანული მოლეკულების ურთიერთქმედებისას.



13.2. კლასიფიკაცია



13.3. ნახშირწყლები

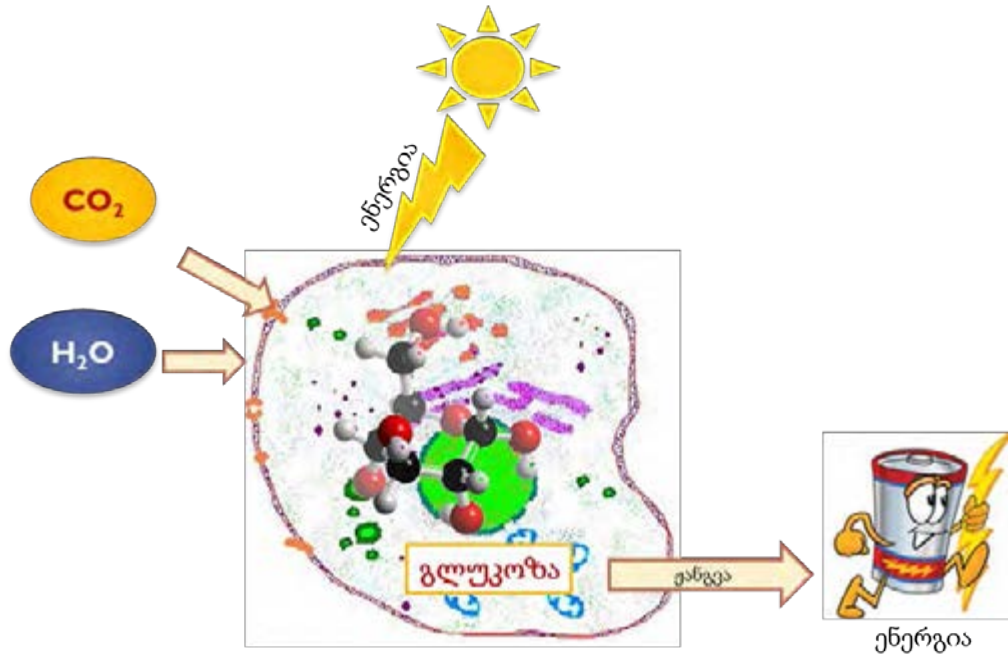
ნახშირწყლების ზოგადი ფორმულა: $C_n(H_2O)_n$.

ნახშირწყლები ისტორიული დასახელება!

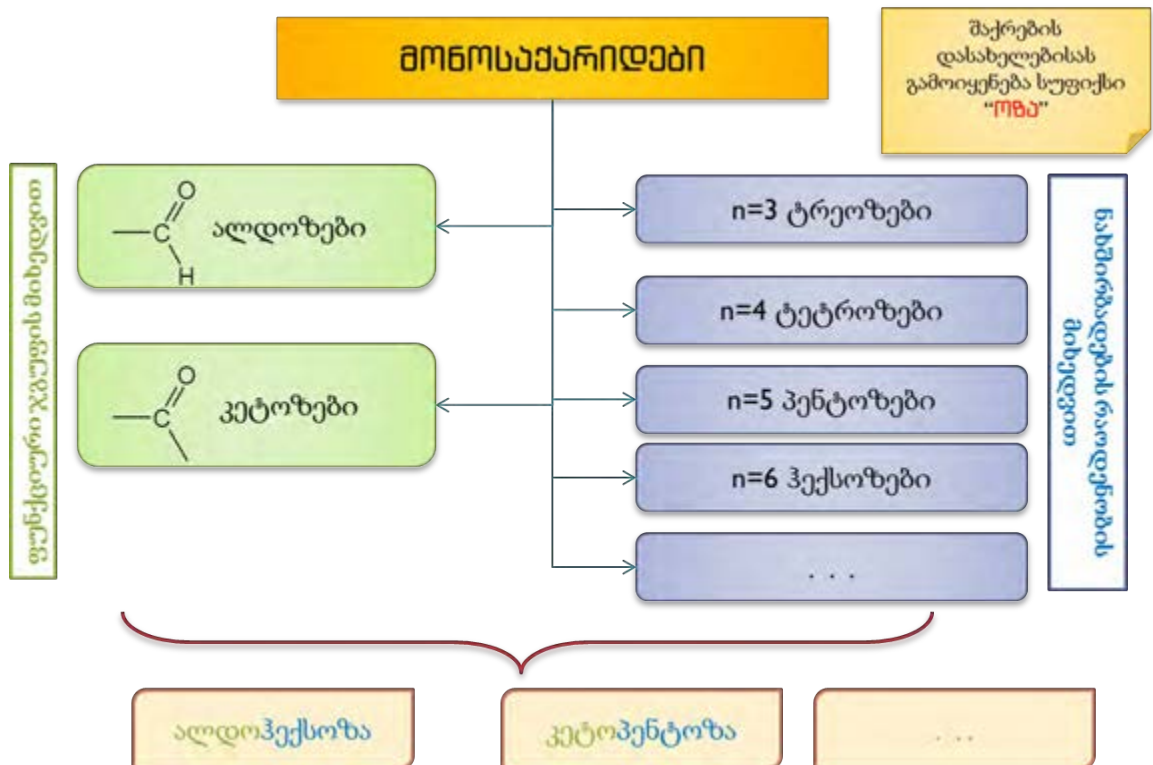
სინამდვილეში წარმოადგენენ: პოლიჰიდროქსიალდეჰიდებს, პოლიჰიდროქსიკეტონებს ან ნაერთებს, რომელთა ჰიდროლიზი იძლევა პოლიჰიდროქსიალდეჰიდებსა და პოლიჰიდროქსიკეტონებს.

13.3-A. ბუნებაში გავრცელება

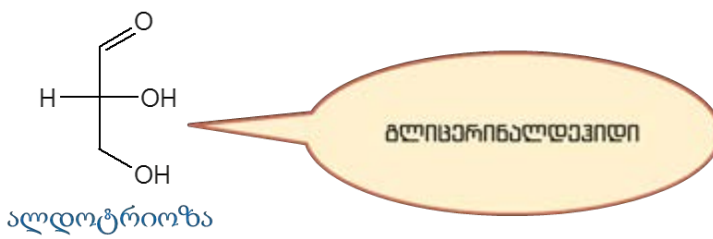
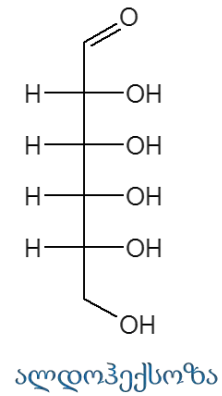
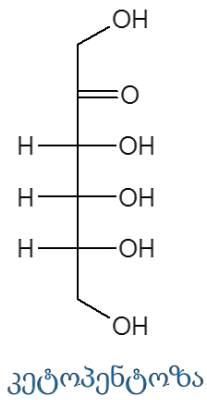
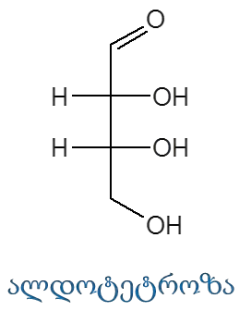
ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ნახშირწყალია **გლუკოზა**.



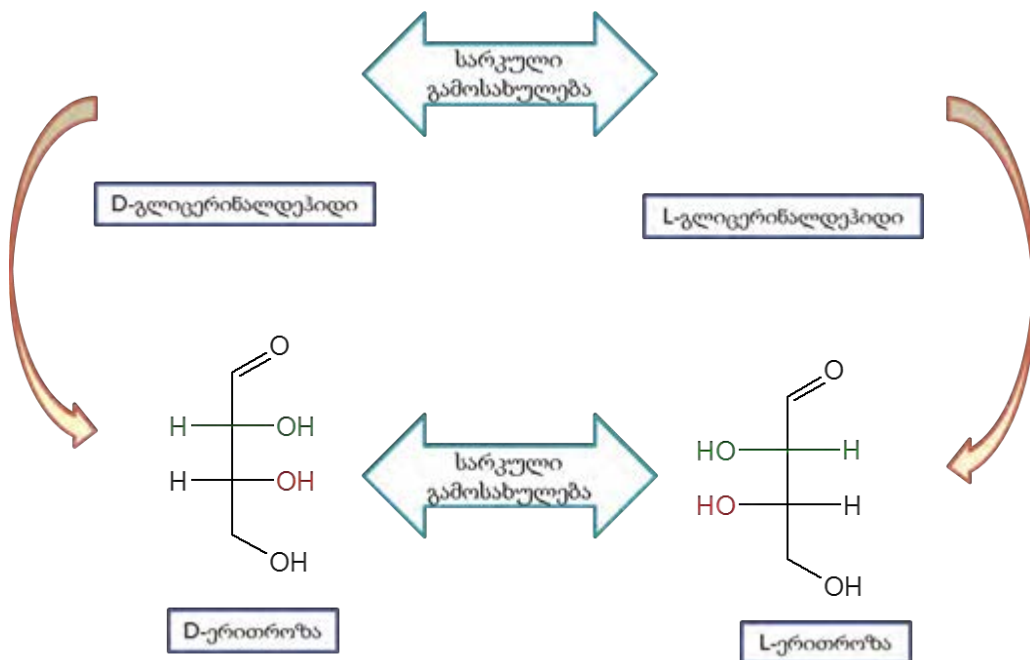
13.3-B. შაქრების კლასიფიკაცია



• მახალითები

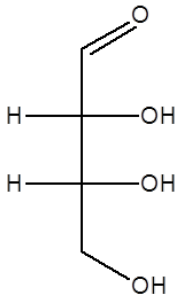


13.3-C. შაქრების D- და L- რიში

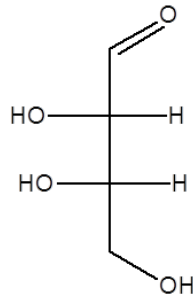


13.3-D. ტეტროზები

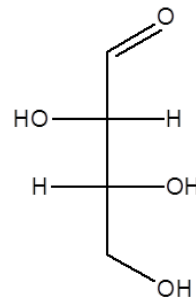
ტეტროზები მოიცავენ 2 ქირალურ ნახშირბადს, ე.ი. აქვთ 4 სტერეოიზომერი.



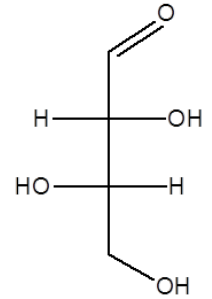
D-ერიტროზა



L-ერიტროზა



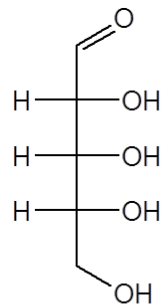
D-თრეოზა



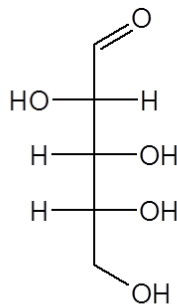
L-თრეოზა

13.3-E. პენტოზები

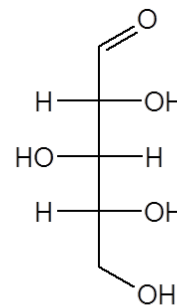
პენტოზები მოიცავენ 3 ქირალურ ნახშირბადს, ე.ი. აქვთ $2^3=8$ სტერეოიზომერი: ოთხი D-რიგის და ოთხი L-რიგის დიასტერეომერი.



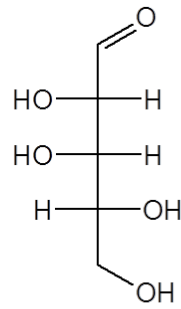
D-რიბოზა



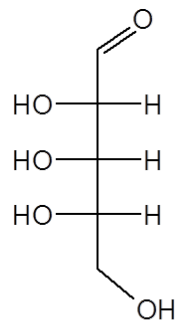
D-არაბინოზა



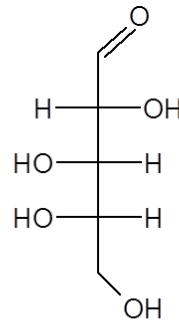
D-ქსილოზა



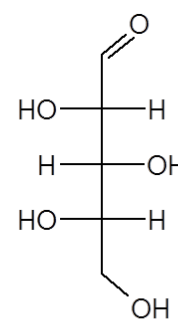
D-ლიქსოზა



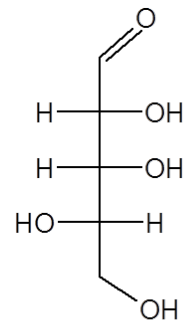
L-რიბოზა



L-არაბინოზა



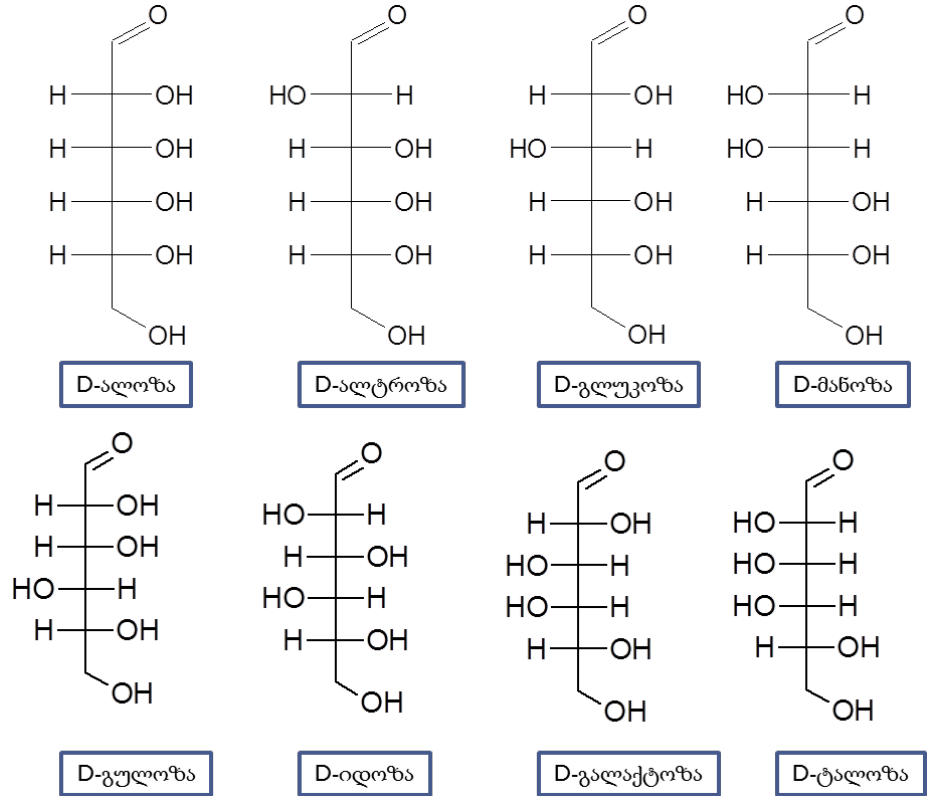
L-ქსილოზა



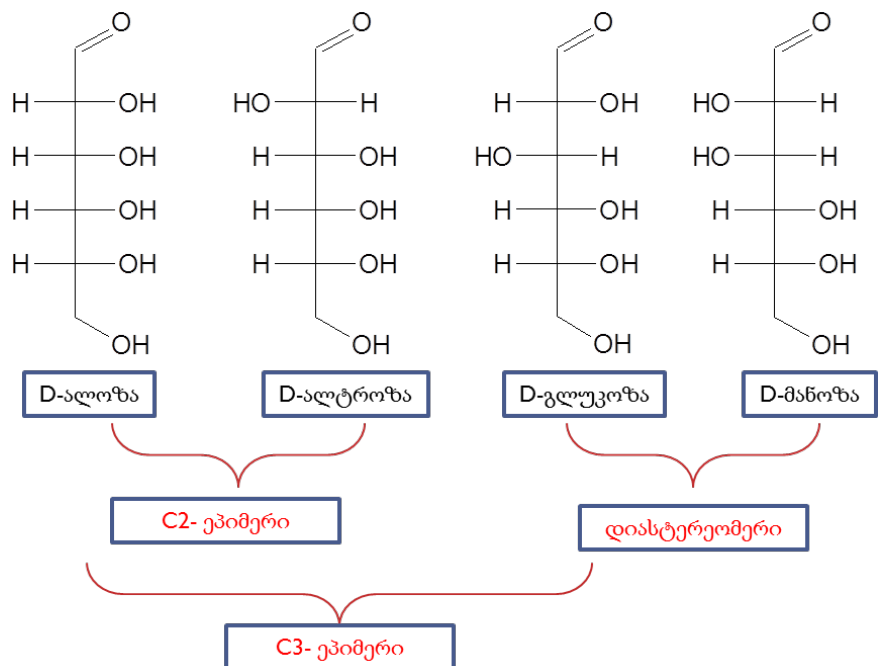
L-ლიქსოზა

13.3-F. ჰექსოზები

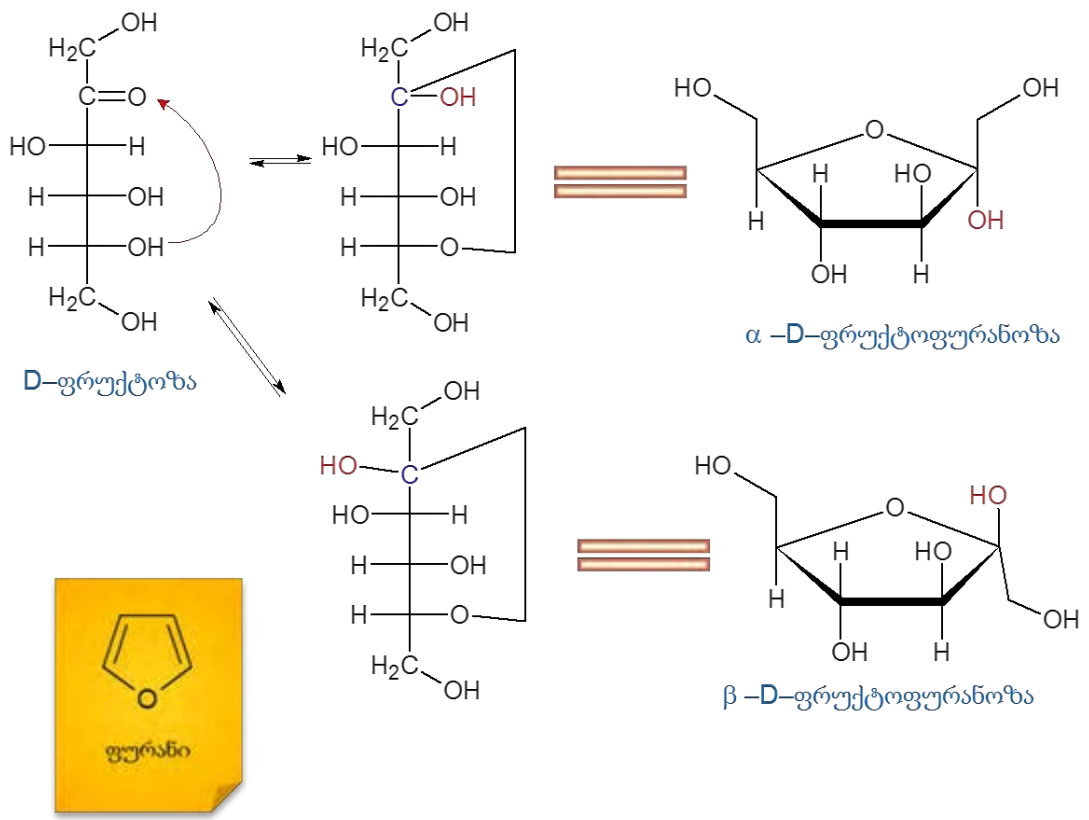
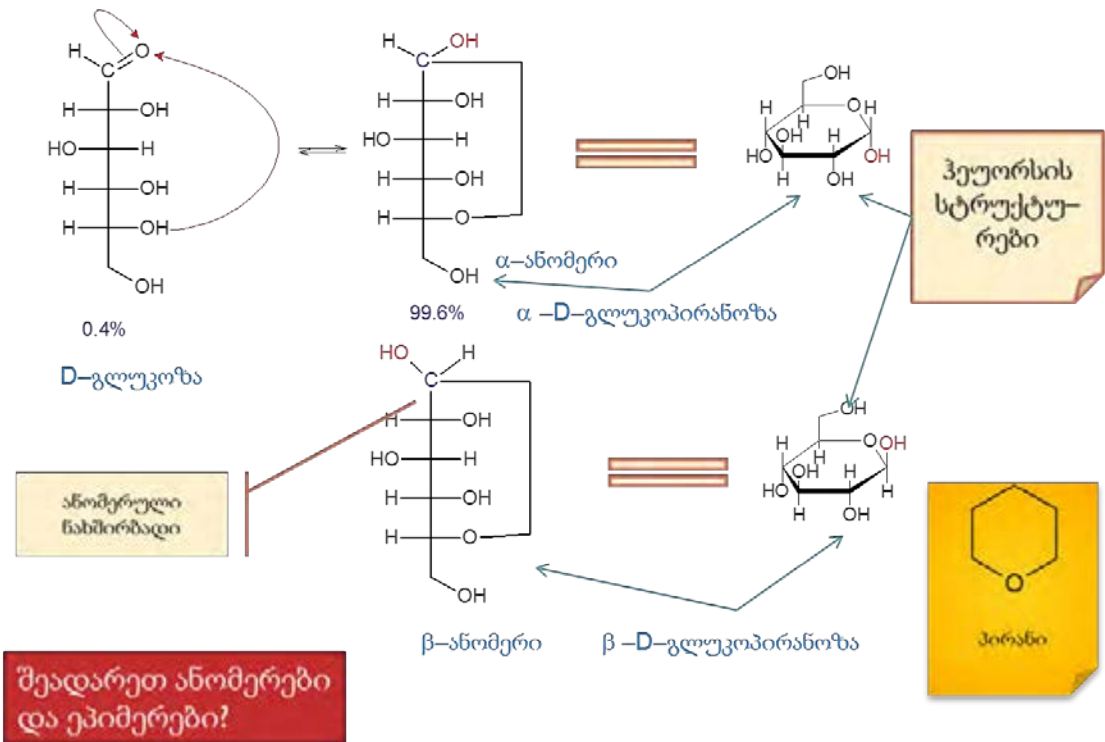
ჰექსოზები მოიცავენ 4 ქირალურ ნახშირბადს, ე.ი. აქვთ $2^4=16$ სტერეოიზომერი: რვა D-რიგის და რვა L-რიგის დიასტერეომერი



ეპიმერები ეწოდებათ ისეთ დიასტერეომერებს, რომელთა აღნაგობა განსხვავდება მხოლოდ ერთი ნახშირბადატომის კონფიგურაციით.



13.3-G. ციკლური სტრუქტურები

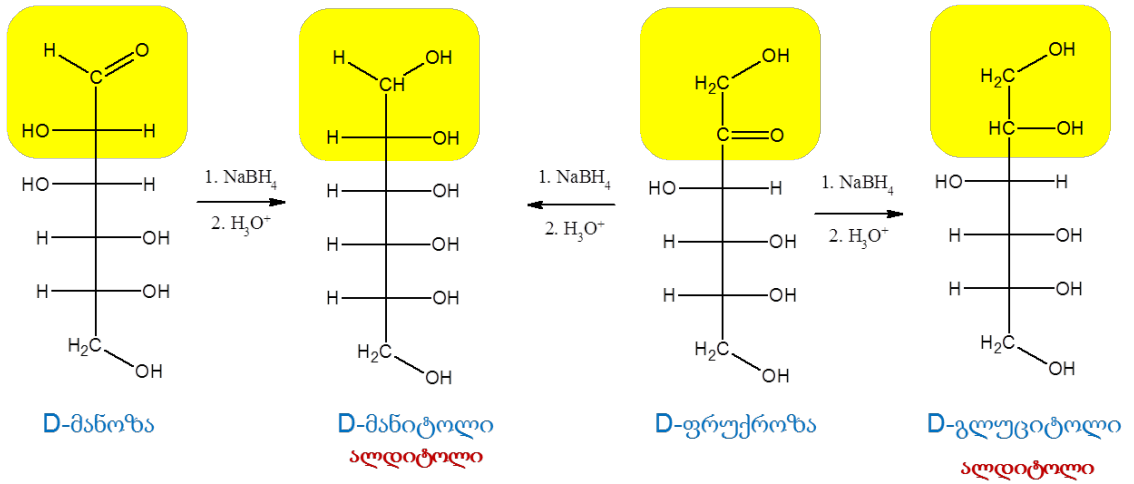


13.4. ქიმიური თვისებები

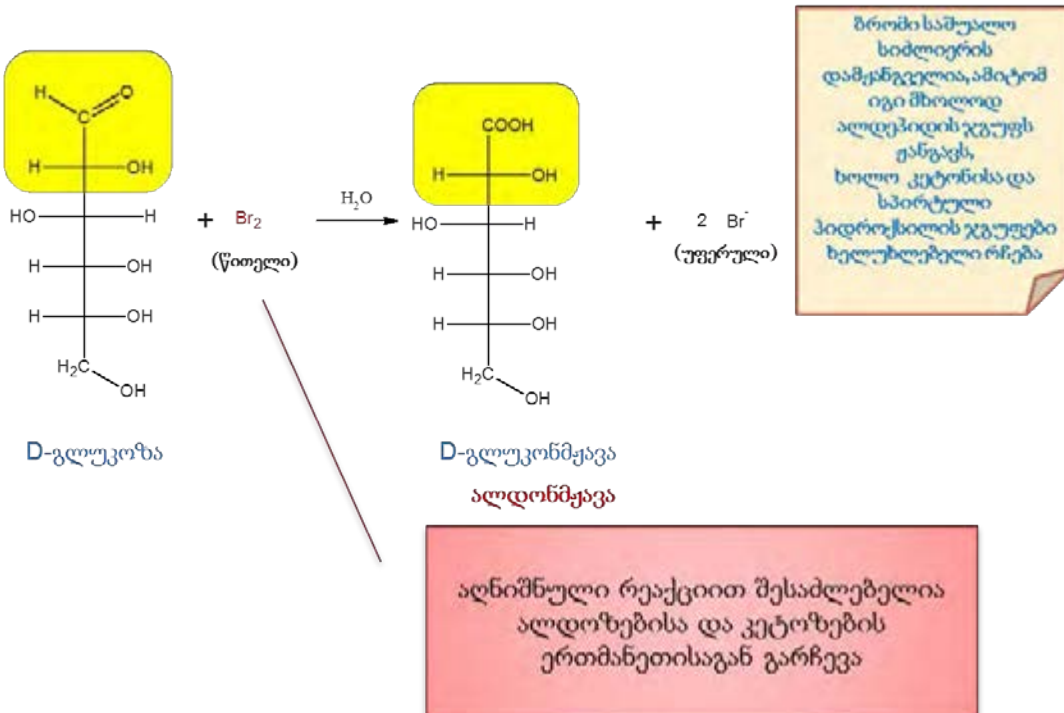
**რედოქს (Redox)-
რეაქციები**
აღნიშნავს ჟანგვა-
აღდგენის რეაქციებს
(Reduction - აღდგენა
Oxidation - ჟანგვა)

13.4-A. რედოქს რეაქციები - ალდჰენის რეაქციები

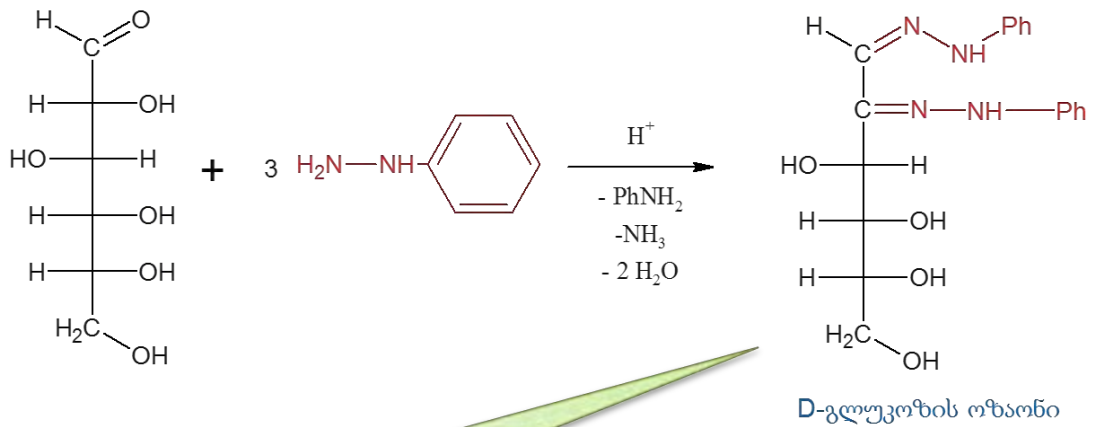
ალდოზების ან კეტოზების კარბონილის ჯგუფის აღდგენით მიიღება პოლიჰიდროქსი ნაერთები- **ალდიტოლები**. აღმდგენელებია: NaBH₄, H₂/Pd.



13.4-B. ჟანგვის რეაქციები (ბრომის საშუალებით)



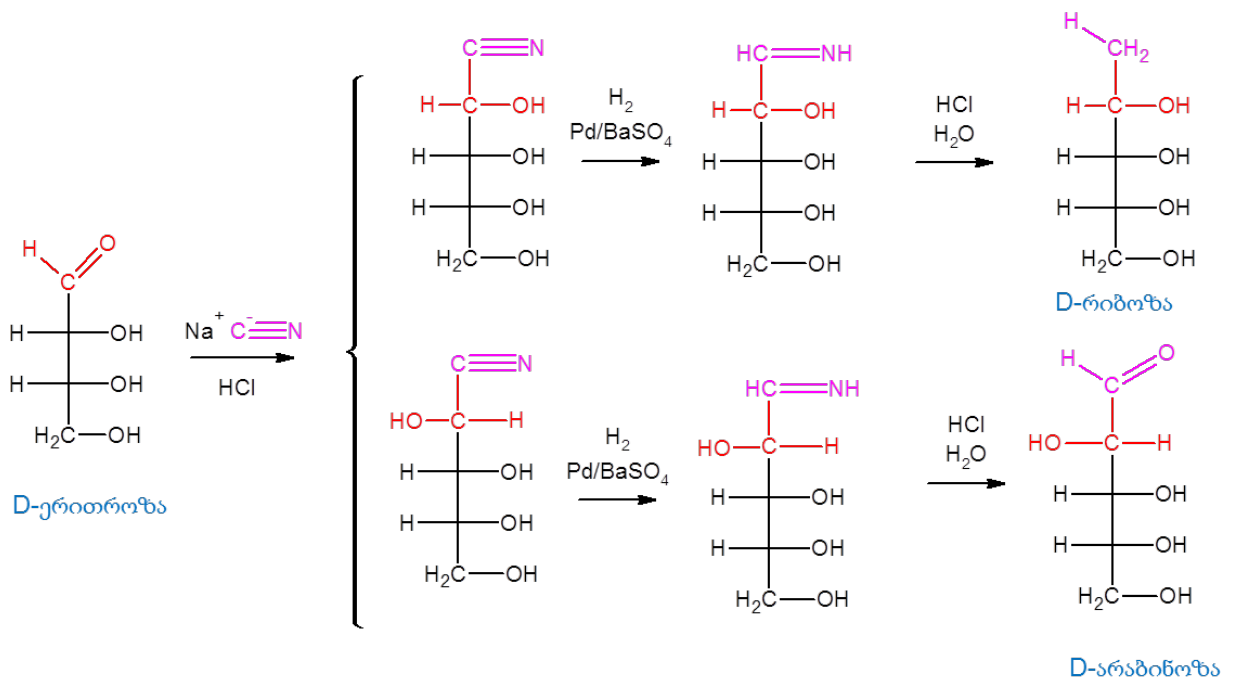
13.4-E. ოზაზონების წარმოქმნა



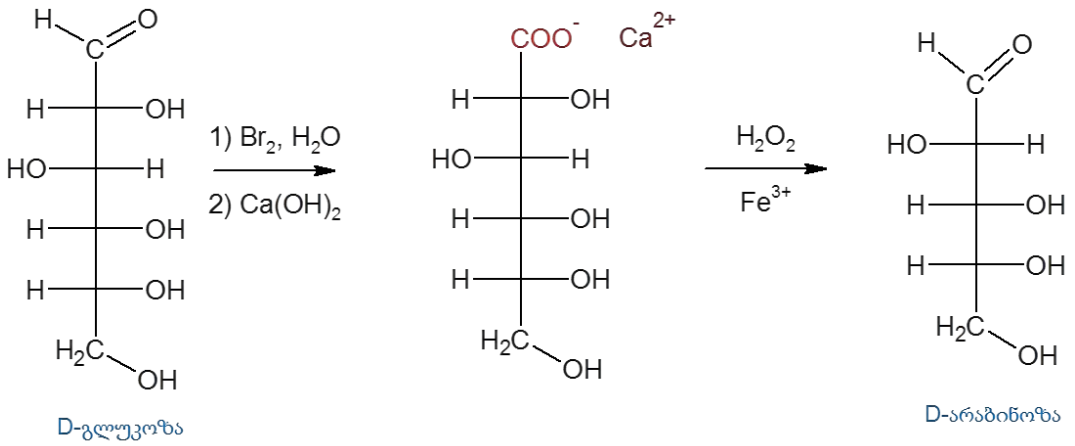
მონოსაქარიდები წყალში იხსნებიან და წარმოქმნიან სიპიფებს. შთი დასუფთავება საკმაოდ პრობლემატურია. ოზონები – კრისტალური და წყალში უხსნადი ნაერთებია, ეს კი საშუალებას იძლევა გამოვეყოთ და გავასუფთავოთ მონოსაქარიდები

"ოზ" – შაქრების დაბოლოება
 "აზონი" – ჰიდრაზონიდან

13.4-F. კილიანი-ფიშერის მეთოდი

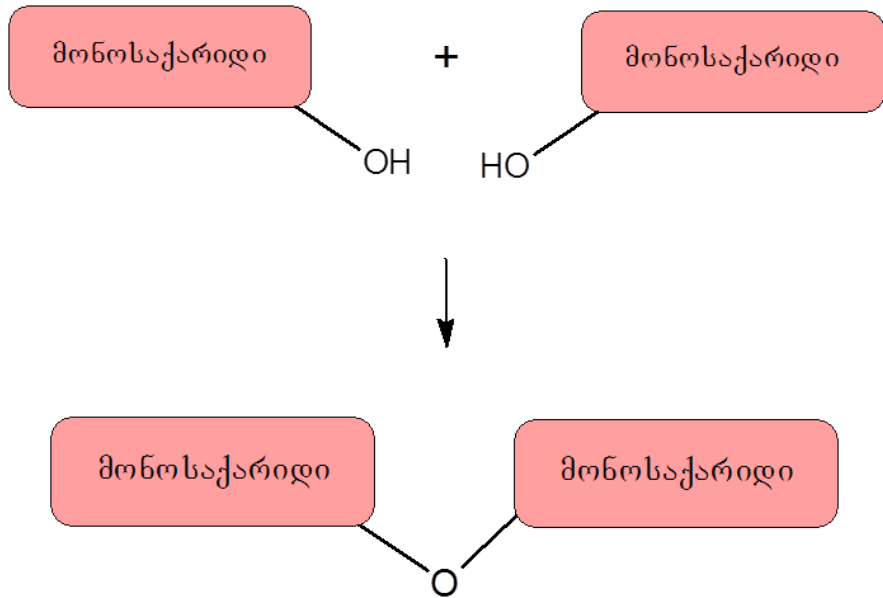


13.4-G. რუფინს დებრანდსიის მეთოდი

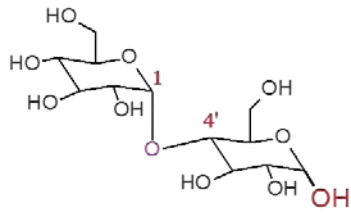


13.5. დისაქარიდები

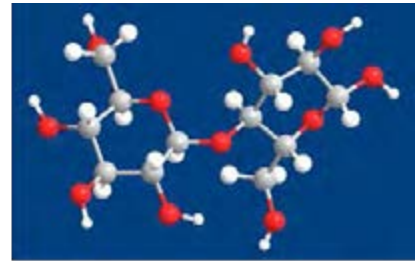
დისაქარიდების მიღების სქემა:



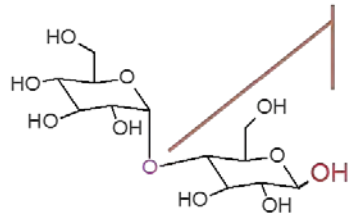
13.5-A. მალტოზა



α-მალტოზა



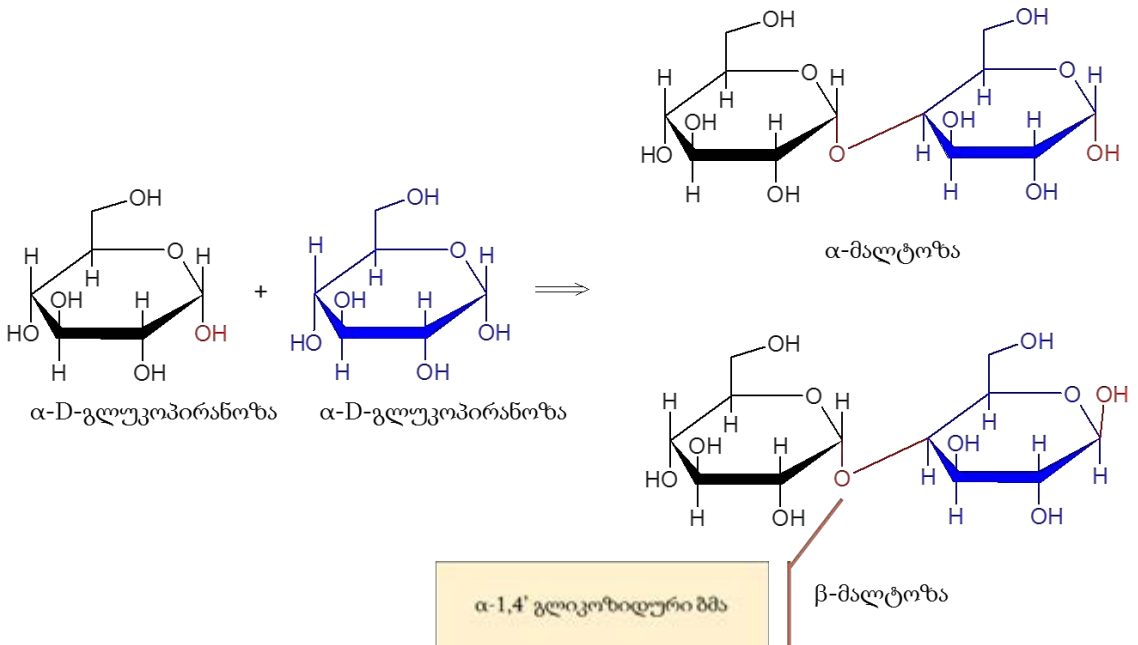
α-მალტოზა



β-მალტოზა

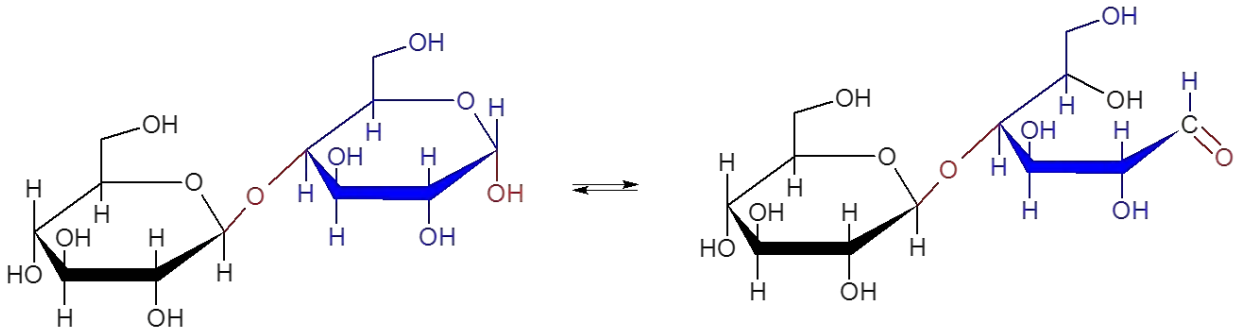
α-1,4' გლიკოზიდური ბმა

13.5-B. მალტოზის სინთეზი

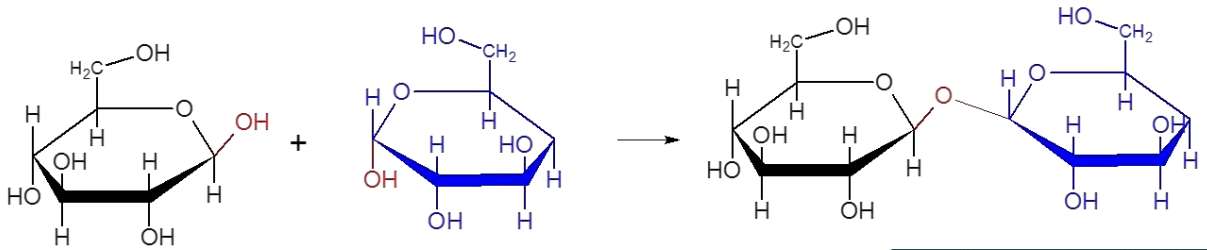


13.5-C. აღმდგები და არააღმდგენი დისაქარიდები

თუ დისაქარიდში ანომერულ ნახშირბატატომზე შენარჩუნებულია თავისუფალი ჰიდროქსილი, მაშინ იგი აღმდგენი შექარია.



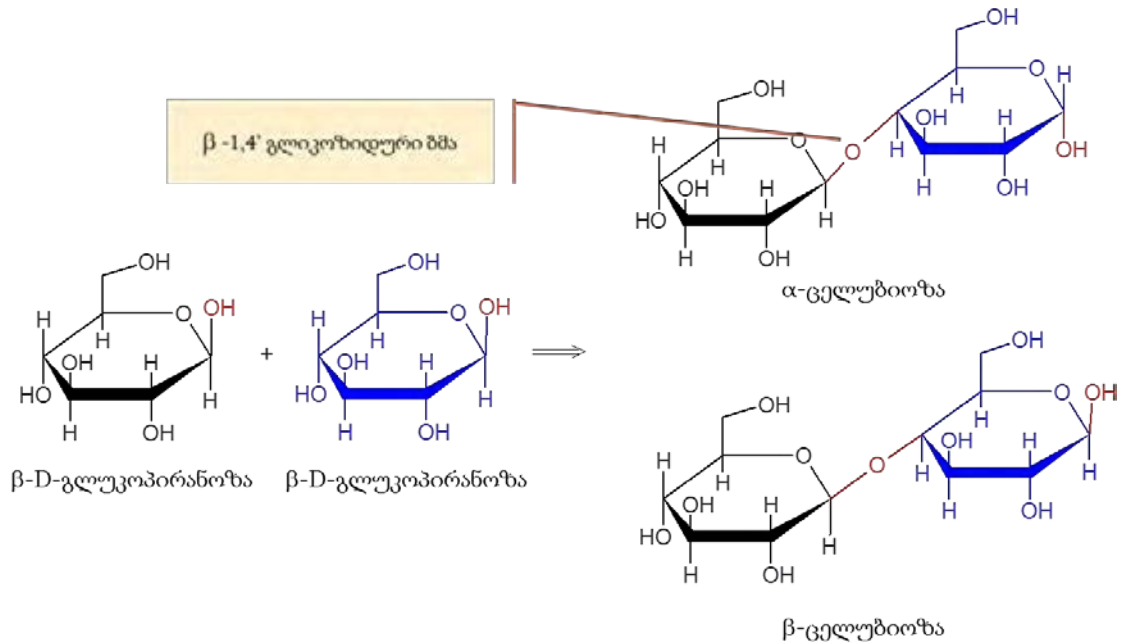
ანომერული ნახშირბადები



α-1,1' გლიკოზიდური ბმა

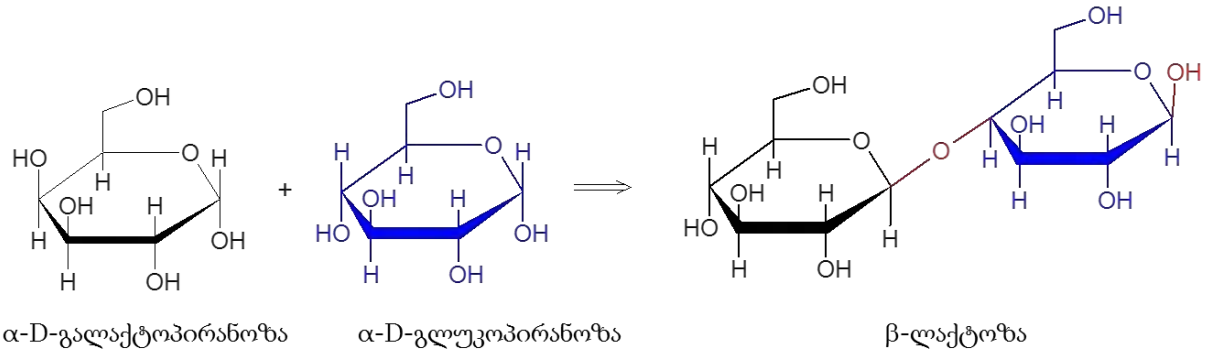
13.5-D. ცელუბიოზა

ცელუბიოზა აღმდგენი დისაქარიდია.



13.5-E. ლაქტოზა

ლაქტოზა აღმდგენი დისაქარიდია.



აღმდგენი შაქარი

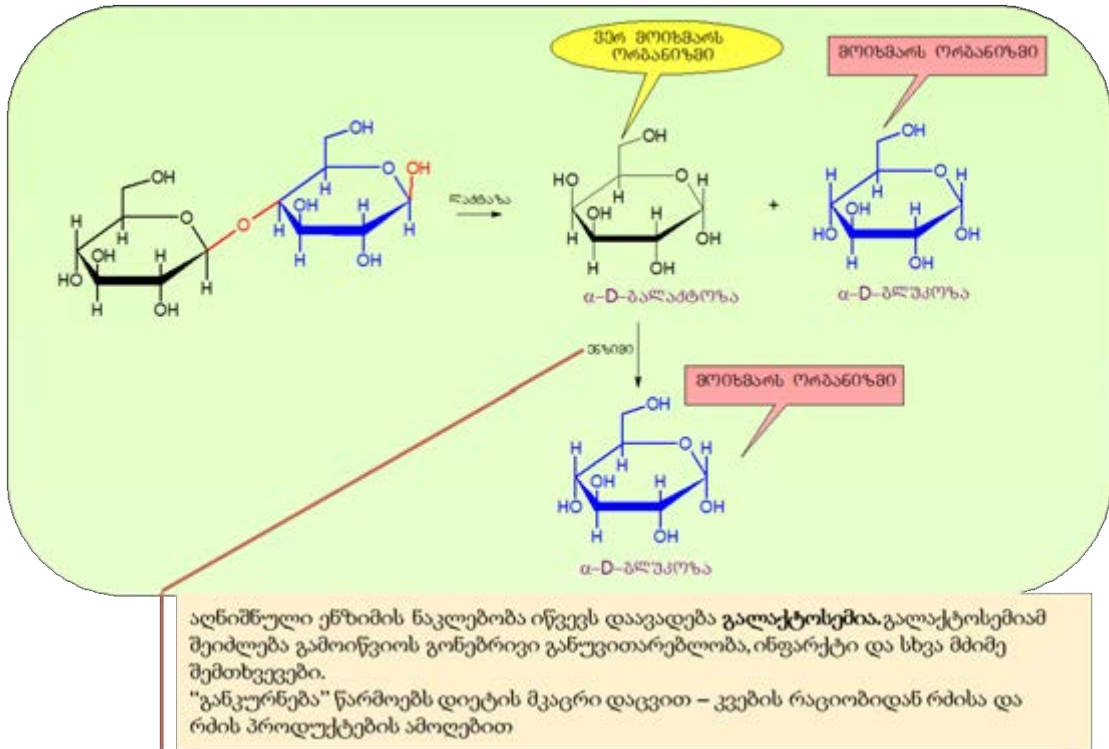
ლაქტოზა – რძის შაქარი!
 ძროხის რძე – 4.5%
 ადამიანის რძე – 6.5%

ეს საინტერესოა!

ლაქტაზა არის ენზიმი, რომელიც უზრუნველყოფს ლაქტოზის β -1,4'-გლიკოზიდური ბმის გახლეჩას. ძუძუმწოვრობის პერიოდში ნაწლავებში გამოიმუშავდება ლაქტაზა, რომელიც ხელს უწყობს ლაქტოზის დაშლას გლუკოზამდე, ვინაიდან ორგანიზმი მხოლოდ გლუკოზას მოიხმარს.

ცხოველთა უმეტესობა ზრდასთან ერთად ვეღარ გამოიმუშავებს ლაქტაზას, და მათი კვება რძის ან რძის ნაწარმით აღარ შეიძლება!!!

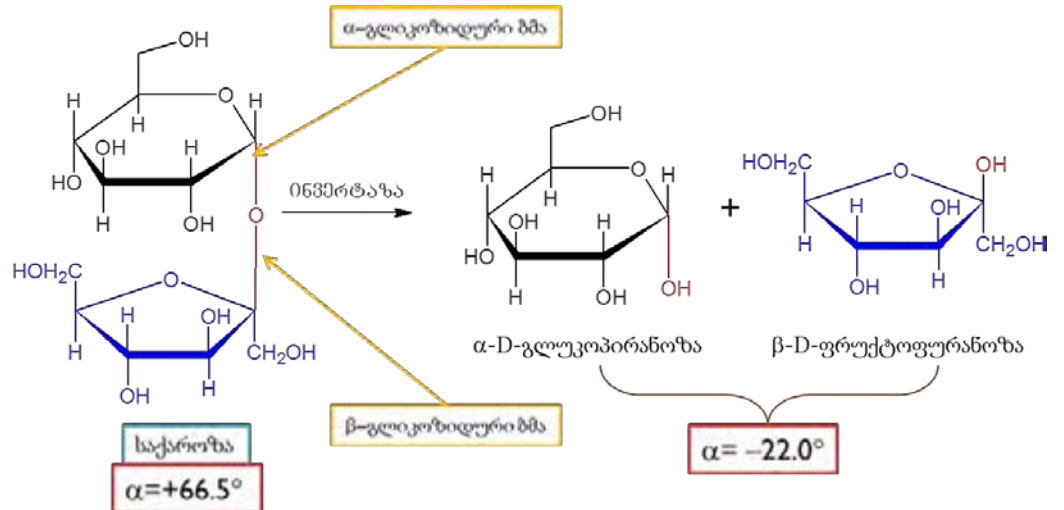
ადამიანებშიც ასევე შეინიშნება ლაქტაზის დაკარგვის ტენდენცია ზრდასთან ერთად ანუ ხდებიან ლაქტოზის მიმართ ინტოლერანტულები (საშუალოდ 10%). თუმცა იგი განხვავებულია რასების მიხედვით. (მაგალითად, დანიელები 3% თაი მოსახლეობა 97%)



13.5-F. საქაროზა

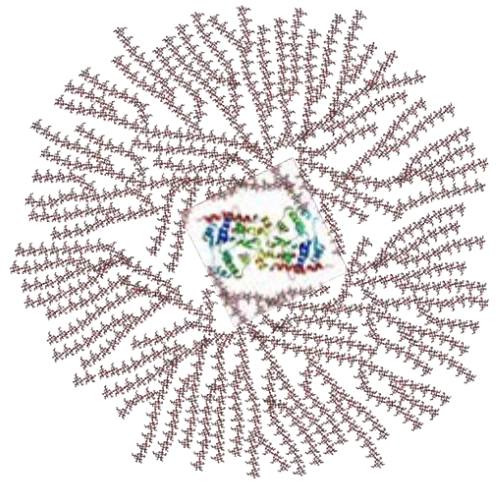
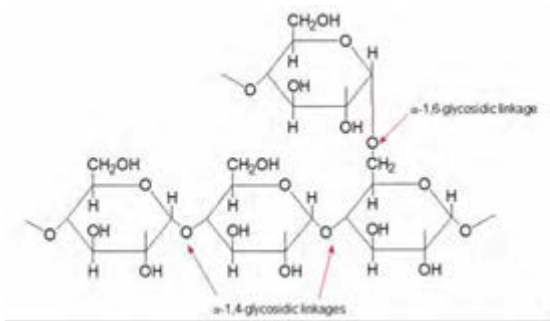
საქაროზა – იგივე სასუფრე შაქარი წელიწადში 90 მლნ ტონა ინარმოება.

საქაროზა არა აღმდგენი შაქარია.



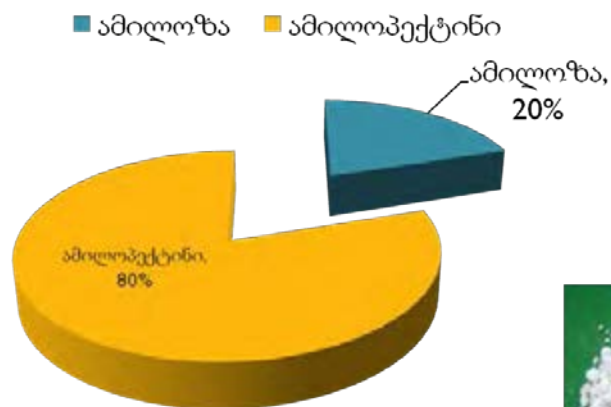
13.6. პოლისაქარიდები

პოლისაქარიდების მაგალითებია:



გლიკოგენი

ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული პოლიქარიდია სახამებელი, რომელიც შედგება ამილოზასა და ამილოპექტინისაგან.

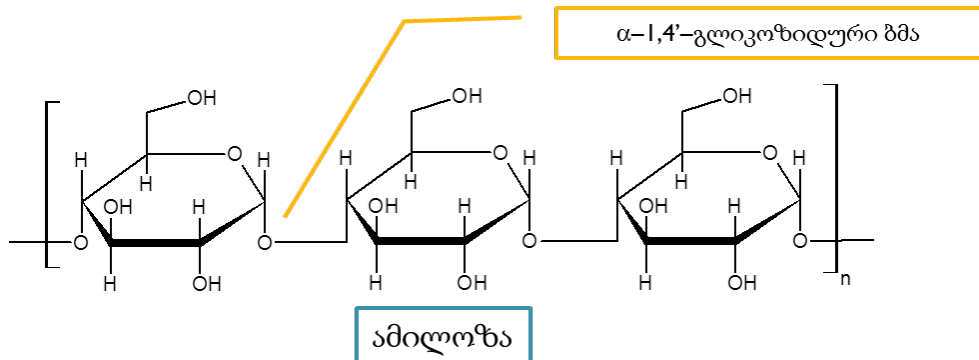


სახამებელი

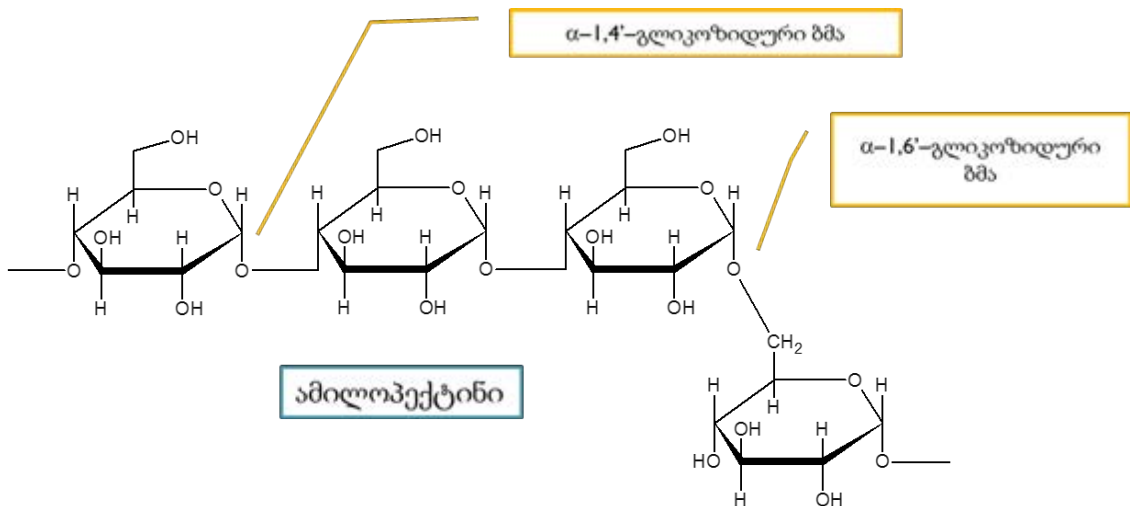
ბუნებაში გავრცელება ნაჩვენებია ქვემოთ მოყვანილი დიაგრამის საშუალებით:



როგორც ამილოზა, ისე ამილოპექტინი შედგება D-გლუკოზის ფრაგმენტებისაგან. ამილოზა, ამილოპექტინისაგან განსხვავებით წრფივი მოლეკულაა.



ამილოპექტინი ამილოზასაგან, განსხვავებით α-1,4'-გლიკოზიდურ ბმებთან ერთად მოიცავს α-1,6'-გლიკოზიდურ ბმებსაც.

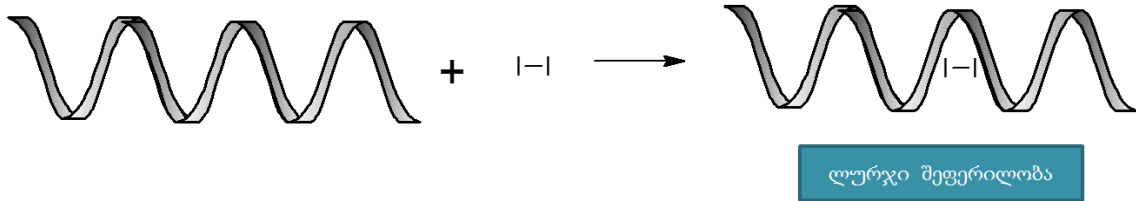


ეს საინტერესოა

- პირის ღრუში კარიესული დაავადებებისას არსებული ენზიმები საქარობას გარდაქმნიან სხვა პოლისაქარიდში (დექსტრანში)
- დექსტრანი ასევე შედგება D-გლუკოზის ფრაგმენტებისაგან, მხოლოდ ძირითადად გვხვდება 1,3'- და 1,6'-გლიკოზიდური ბმები.
- დანტისტები ამიტომ გვირჩევენ მოვერიდოთ კარამელსა და სხვა შაქრის შემცველ ტკბილეულებს.

13.6-A. – სახამებელი

სახამებელზე იოდის ზემოქმედებისას ლურჯი ფერის წარმოქმნა განპირობებულია არა უშუალოდ სახამებლის, არამედ მასში შემავალი ამილოზას ურთიერთქმედებით იოდთან.



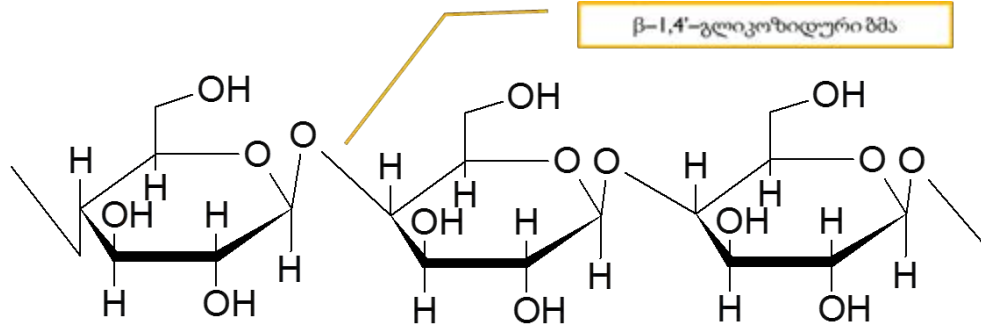
13.7. ცელულოზა

13.7-A. ბუნებაში ბავრცელება

ცელულოზა წარმოადგენს მცენარეული სამყაროს საშენ მასალას.

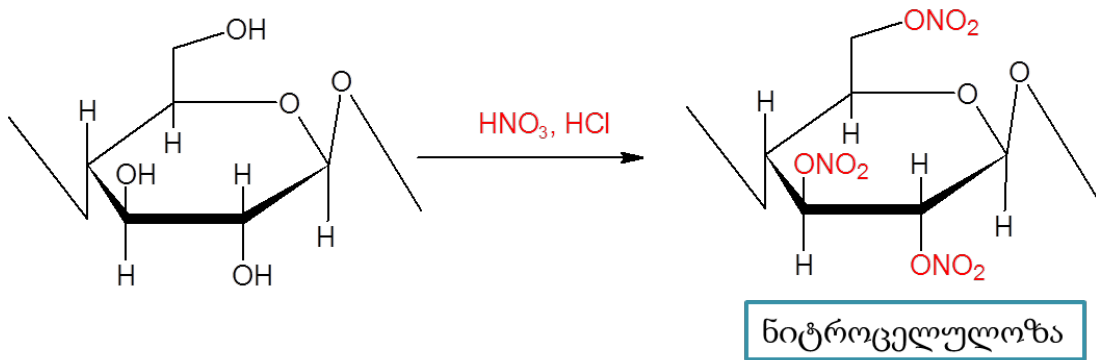
13.7-B. გამოყენება

- სამშენებლო სამუშაოები
- ქაღალდის ტექნოლოგია
- სინთეზური და ხელოვნური ბოჭკოების ტექნოლოგია
- და მრავალი სხვა

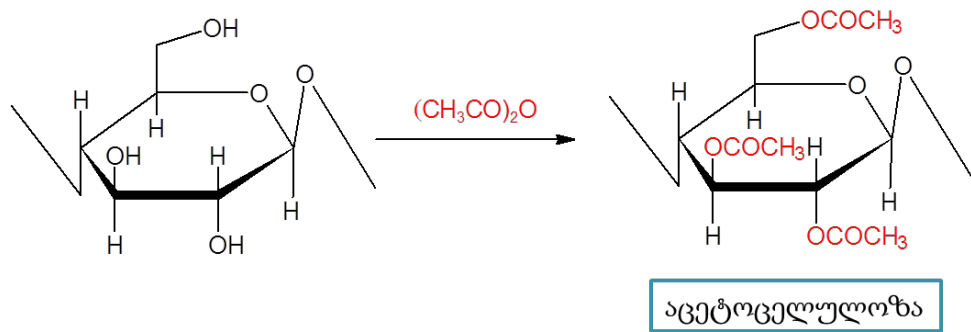


13.7-C. ეთიური თვისებები

ნიტროცელულოზა გამოიყენება ბოჭკოებად, პიროტექნიკაში და ა.შ.

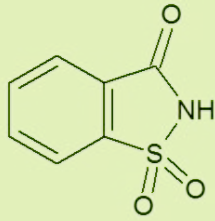


აცეტოცელულოზა გამოიყენება ბოჭკოებად.



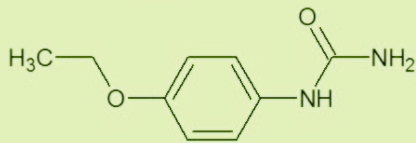
ეს საინტერესოა

- სინთეზური შაქრის შემცველი ნაერთები



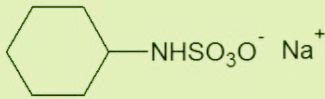
სახარინი

300-ჯერ უფრო ტკბილია, ვიდრე გლუკოზა



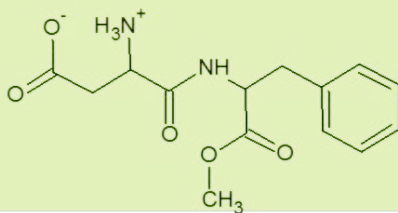
დულცინი

ამოღებულია ხმარებიდან



ნატრიუმის ციკლომატი

ამოღებულია ხმარებიდან



ასპარტამი



ელიზბან ელიზბანაშვილი

საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის სრული პროფესორი, ქიმიისა და მოლეკულური ინჟინერიის ინსტიტუტის ორგანულ და მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ლაბორატორიის ხელმძღვანელი. საქართველოს პროფესიონალ ქიმიკოსთა ასოციაციის დამფუძნებელი და გამგეობის თავმჯდომარე, სამეცნიერო-შემეცნებითი ჟურნალის „ქიმიის უწყებანი“ მთავარი რედაქტორი, ინტერნეტგაზეთ „mastsavleveli.ge“-ს ბლოგერი.

გამოქვეყნებული აქვს 100-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი, არის 8 სახელმძღვანელოს ავტორი.